

8. JAHRGANG  
APRIL 2007

▶▶▶▶ VISION ▶ AUTOMATION ▶ CONTROL ◀◀◀◀

# I NSPECT

D 30 122 F

1



Höhenprofilmessung par Excellence

Wirtschaftlicher Einsatz von 3D-Roboterführung

Messsysteme für CAD-basiertes TQM

Automotive Special

BICENTENNIAL  
1807  
WILEY  
2007  
BICENTENNIAL

**GIT VERLAG**  
A Wiley Company  
[www.gitverlag.com](http://www.gitverlag.com)

Das kompakte Einstiegsmodell  
in die CNC-Videomesstechnik

# iNEXIV

## VMA-2520

Leicht, Kompakt & Präzise

Hervorragende Auflösung

Großes Gesichtsfeld

10x Zoom: konstant großer  
Arbeitsabstand in allen  
Zoomstufen

LED Ringlicht für guten  
Kontrast

Laser Autofokus &  
Touch Probe

Zur Vermessung von:

Mechanischen Teilen

Stanzteilen

Spritzguss  
Kunststoffteilen

Medizinprodukten

Elektronischen  
Baugruppen



**Besuchen Sie uns auf der Control - Halle 1 - Stand 1120**

Nikon GmbH - Geschäftsbereich Mikroskope / Optische Messtechnik - Tiefenbroicher Weg 25 - 40472 Düsseldorf  
Tel.: 02132 755205 - Fax: 0211 9414322 - E-Mail: mikroskope.messtechnik@nikon.de - www.nikon-instruments.com



# Blick zurück in die Zukunft

Keine Branche hat das Gesicht der deutschen Bildverarbeitungs-Landschaft so nachhaltig geprägt wie die Automobilindustrie. Zu Zeiten, als die Bildverarbeitung noch nicht selbstverständlicher Bestandteil der Automatisierungstechnik war, als der Anbieter noch „beweisen“ musste, dass das überhaupt unter Produktionsbedingungen funktionieren kann, was er im Labor aufgebaut hatte, als Systeme, die heute in Form von intelligenten Kameras verfügbar sind, noch 100.000 Mark kosten durften – zu diesen Zeiten hat die Automobilindustrie mit Stückzahl-Aufträgen in die neue Technologie investiert, ihre Anforderungen an die Systeme nachhaltig kommuniziert und trotz einiger Rückschläge in der Umsetzung konsequent ihre Produktionsautomatisierung auf die Bildverarbeitung ausgerichtet. Applikationen, die sich heute in vielen Branchen finden, wurden zuerst in der Automobilindustrie eingesetzt. Auch aus diesem Grund wird es für die Nicht-Automobilisten unter Ihnen interessant sein, die Daten aus den Automotive-Beiträgen in dieser Ausgabe auf Umsetzbarkeit in Ihrer Branche hin zu überprüfen.

Neben den Produkten und Systemen, die in der Produktion des Autos und seiner Sub-Systeme eingesetzt werden, finden Sie auch einige Beiträge, die den Einsatz der Bildverarbeitung im fahrenden Fahrzeug beschreiben. Für die Bildverarbeitung ein Quantensprung von der Variantenfertigung zur Massenware.

Wie immer: wo Licht ist, ist auch Schatten und den wollen wir hier nicht verschweigen. Keine andere Branche stellt das Durchhaltevermögen und die Leidenschaft der Bildverarbeitungsanbieter auf eine so harte Probe wie die Automobilindustrie. Hohe Anforderungen an die Innovationsfähigkeit der Unternehmen paart sich mit streckenweise mörderischem Kostendruck, der Erwartungshaltung an die Verfügbarkeit des Personals rund um die Uhr und der Unterordnung aller terminorientierten Projektplanung an die immer flexiblen Parameter der Produktion. In den letzten 20 Jahren meiner Berufstätigkeit in der Bildverarbeitung habe ich mehr als ein-

mal den Ausruf der Verzweiflung gehört „Ach wenn wir doch bloß nicht auf diese Branche angewiesen wären!“. Sind wir aber. Und das nicht nur in der Bildverarbeitung, sondern insgesamt in unserer deutschen Industrielandschaft. Also sehen wir es sportlich, mit dem Ziel an den gestellten Herausforderungen zu wachsen.

Wachsen soll auch die INSPECT Auch hier mit einem sportlichen Ziel: jeder Anwender von Komponenten, Produkten, Systemen aus dem Bereich der Bildverarbeitung und optischer Messtechnik, der morgens aufwacht und an seine spezifische Anwendung denkt, soll wissen, dass er den besten Überblick, die wichtigsten Anbieter und die relevanten Informationen, vom Grundlagenwissen bis hin zu den Fachspezifika, in der INSPECT findet, branchenübergreifend und technologieumfassend. Auch unter diesem Aspekt haben wir dieser Ausgabe ein Kompendium unserer Reihe der Grundlagenbeiträge von Prof. Dr. Heckenkamp beigelegt.

Analog zur aktuellen Edition erwarten Sie auch die nächsten Ausgaben mit umfassenden Branchen- oder Technologie-schwerpunkten.

Wenn Sie Anregungen, Kommentare oder aber auch Kritik zur Erfüllung unseres Anspruchs haben, würde ich mich freuen über Ihren Anruf oder Ihr E-Mail.



Gabriele Jansen  
Tel.: 06151/8090-153  
g.jansen@gitverlag.com

## DALSA Zeilen & Matrix-Kameras

— monochrom & Farbe —

DALSA ist einer der weltweit führenden Hersteller von Kameras und Bildsensoren für die industrielle und wissenschaftliche Bildverarbeitung.



### ■ Falcon 4M60 — Camera Link

#### Flächenkamera

CMOS Sensor  
4 MegaPixel (2352 x 1728)  
8 oder 10 Bit  
62 Frames/Sekunde  
Vertikales Windowing für Framraten  
bis 3069 fps (2352 x 20)  
Global non-rolling Shutter für  
gestochen scharfe Bilder  
onboard Flat Field Correction in Echtzeit  
1000x Antiblooming

### ■ Spyder3 — GigE Vision

#### Zeilenkamera

1024 oder 2048 Pixel/Zeile  
14 µm x 14 µm Pixelgröße  
8 oder 12 Bit  
Zeilenfrequenz bis zu 68 kHz  
Flat Field Correction  
Dual-Line Sensortechnologie  
für höchste Empfindlichkeit

### ■ Für die schnelle Integration

bieten wir Framegrabber, Interfacekarten, Objektive, Beleuchtung, Kabel, Software, Beratung und Unterstützung

— alles aus einer Hand

**RAUSCHER**

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

**AKTUELL**

**Editorial: Zurück in die Zukunft** 1  
Gabriele Jansen

**Wo geht die Reise hin?** 4  
**Dynamik einer globalen Automobilwirtschaft**  
Henner Lehne

**News** 6

**Die Welt des Lichts** 12  
**Die Messe „Laser. World of Photonics“ geht weit über den Laser hinaus**

**North American Vision Market Intelligence** 14  
**Insights about the U.S. automotive market**  
Nello Zuech

**Partner** 14

**Mit Licht gerechnet** 15  
**Grundlagen der Bildverarbeitung: Beleuchtung**  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp

**Visionäre** 110  
**Interview mit Dr.-Ing. Peter Adolphs, Geschäftsführer Pepperl + Fuchs**

**Index & Impressum** 112



**TITELSTORY**

**Höhenprofile einfach und sicher erkennen** 8  
**Optische Konturprüfung mittels Lichtschnittverfahren**  
Jens Hauffe

Ideal ist es, wenn das optische System und die Auswertelektronik eine Einheit bilden, die der Anwender nur noch am rechten Ort aufstellen muss und dort durch Einlernen der Prüfmuster betriebsbereit macht. Diesen Gedanken hat die Siemens AG mit dem Höhenprofilsensor Simatic MV230 umgesetzt. Der intelligente Höhenprofilsensor prüft geometrische Merkmale mit dem Laser-Lichtschnittverfahren und eröffnet einem großen Anwenderkreis die Möglichkeit, einfache 3D-Bildverarbeitungsaufgaben selbst und mit kalkulierbaren Kosten zu realisieren.



**VISION** 21

**Reife Leistung** 22  
**Sichere Straßenlage durch 3D-Reifenprüfung**  
Ralf Brachtendorf

Moderne Fahrzeugreifen sind Produkte einer hochentwickelten Technologie. Die Reifenproduzenten setzen auf den Einsatz automatischer Prüfsysteme um die erforderliche Produktqualität sicherzustellen, den Ausschuss zu minimieren und die Herstellungsprozesse effizienter zu gestalten. Die 3D-Inspektion ermöglicht tiefe Einblicke in das Profil von Fahrzeugreifen – selbst bei „schwarz auf schwarz“ bleibt der Kamera keine Abweichung verborgen



**Alles inklusive** 24  
**Flexibel und wirtschaftlich mit der Kombination Roboter/Bildverarbeitung**

**Objektiv betrachtet** 26  
**Erfolgsfaktor Objektivauswahl für Bildverarbeitungsapplikationen**  
Dirk Muschert

**Künstliche Intelligenz** 30  
**Einsatz von neuronalen Netzen in der Bildverarbeitung**  
Earl Yardley

**Elektronischer Einschlafwarner gegen den Sekundenschlaf** 33  
**Driver Attention System warnt LKW-Fahrer bei Übermüdung**

**Fusion der Sensordaten** 34  
**PMD-Sensorik als Schlüsselkomponente für die Verkehrssicherheit**  
Bianca Hagebecker

**Bildverarbeitungs-Power im Taschenbuch-Format** 37  
**High Speed Rechnerarchitektur für Machine Vision Anwendungen**

**Zeichen der Zeit** 40  
**Bildverarbeitungs-FPGAs in der Verkehrszeichenerkennung**  
Michael Noffz

**Wenn Zäune fallen** 42  
**Dreidimensionale Raumüberwachung aus der Vogelperspektive**

**Produkte** 45



**BILDVERARBEITUNGS-KOMPLETTLÖSUNGEN UND LASERMESSTECHNIK**

<b>ROBOT-VISION</b>	
Lagebestimmung	VMT 3D
Lagebestimmung	VMT 2D
<b>ROBOT-GUIDANCE</b>	
Bahnkorrektur	VMT BK
Positionsregelung	VMT RP
Depalettieren/Palettieren	VMT D/P
<b>MACHINE-VISION</b>	
Klarschrift-/Matrixcodelesen	VMT OCR
Vollständigkeitsprüfung	VMT IS
Typerkennung	VMT IS
Validierbares Prüfsystem	VMT IS/V
Kleberauftragskontrolle	VMT ACS
Geometrische Inspektion	VMT GEO

VMT stellt aus:  
**HANNOVER MESSE**  
16.-20. APRIL 2007  
Halle 17, Stand D23  
**Control**  
Halle 5, Stand 5004

**VMT PEPPERL+FUCHS**

VMT Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme GmbH  
Ein Unternehmen der Pepperl+Fuchs Gruppe  
Thaddenstraße 10-12 • 69469 Weinheim/Germany  
Telefon: +49 6201 9027-0 • Telefax: +49 6201 9027-29  
E-Mail: sales@vmt-gmbh.com • www.vmt-gmbh.com

<b>AUTOMATION</b>	<b>53</b>
<b>Einäugiges Sehen auf der Überholspur</b>	<b>54</b>
<b>Robot Vision erhöht die Flexibilität in der Produktion</b>	
Neue Anwendungsbereiche zur Führung und zur Positionierung von Robotern werden mit den Mono3D-Systemen erschlossen, die mit nur einer Kamera alle sechs Freiheitsgrade eines dreidimensionalen Objekts genau bestimmen. Damit lassen sich unter anderem die wachsende Teilevielfalt im Automobilbau beherrschen und wirtschaftliche Lösungen für Roboteranwendungen realisieren.	
<b>Anforderungen der Automobilhersteller</b>	<b>57</b>
<b>Online Qualitätssicherung an Laserverbindungen</b>	
Dr. Torsten Jäckel	
<b>Sichtbare Qualität</b>	<b>59</b>
<b>Spalt- und Bündigkeitsmessung in Fügeprozessen</b>	
<b>Optimierte Qualitätssicherung über die vollständige Fertigungskette</b>	<b>61</b>
<b>Bildverarbeitung als integrierter Erfolgsfaktor im Anlagenbau</b>	
Kamillo Weiß	
<b>Griff in die Kiste</b>	<b>64</b>
<b>Automatisierungslösung mit optischen Scannern</b>	
Andreas Tarnoki	
<b>Perfekte Fügung</b>	<b>66</b>
<b>Klebstoffauftragsinspektion in der Automobilindustrie</b>	
Rudolf Johann Resch	
<b>Zukunftweisend</b>	<b>69</b>
<b>Preisgekrönte 3D-InLine-Messtechnik in der Automobilfertigung</b>	
Michael Scheffler	
<b>Werkzeuge für die Null-Fehler-Strategie</b>	<b>72</b>
<b>Qualitätskontrolle in der Automobilindustrie</b>	
Ines Danzeisen	
<b>Maschinenbau und Messtechnik aus einer Hand</b>	<b>75</b>
<b>Optische Messsysteme vom Automobilzulieferer</b>	
Dr. Nastaša Roth	
<b>Die Güte der Naht</b>	<b>78</b>
<b>Dreidimensionale Prüfung optimiert den Schweißprozess</b>	
Klaus-Michael Bücher	
<b>Produkte</b>	<b>80</b>
<b>CONTROL</b>	<b>81</b>
<b>Punkt für Punkt im Dienste der Automobilindustrie</b>	<b>82</b>
<b>Messsysteme für das CAD-basierte Total Quality Management</b>	
Das Thema Qualität genießt bei Magna Steyr höchste Priorität. Deshalb setzen die Grazer in der Fertigung des BMW X3 ein Mess- und Scansystem von Faro zur Qualitätssicherung ein. Hier leistet das portable computergestützte 3D-System einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung und Beschleunigung der Analysetätigkeit und -qualität.	
<b>High-Tech im Crashlabor</b>	<b>86</b>
<b>Hochgeschwindigkeitskameras im Auftrag der Fahrzeugsicherheit</b>	
Michael Schneider	
<b>Die Revolution in der Karosserie-Messtechnik</b>	<b>88</b>
<b>Berührungsloses Messen mit dem EagleEye Navigator</b>	
Alfons Lindmayer	
<b>Optische Qualitätskontrolle im Unsichtbaren</b>	<b>90</b>
<b>Thermographische Bildverarbeitung in der Automobilindustrie</b>	
Michael Wandelt	
<b>... und action !</b>	<b>94</b>
<b>Berührungslose Messung der Radbewegung am fahrenden Fahrzeug</b>	
Günter Suilmann	
<b>Unendliche Möglichkeiten im Fokus</b>	<b>96</b>
<b>Qualitätskontrolle mit Fokus-Variation jetzt auch Inline in der Produktion</b>	
Astrid Krenn	
<b>Virtueller Abziehstein</b>	<b>98</b>
<b>Oberflächenfehlerdetektion im Presswerk und Karosseriebau</b>	
Hubert Lechner	
<b>Koordination und Kommunikation</b>	<b>101</b>
<b>Herausforderungen bei der Stream-Messung</b>	
Jürgen Bergmann	
<b>Von der Aluminium-Karosserie zur ägyptischen Mumie</b>	<b>104</b>
<b>Untersuchungen mit dem Computertomographen bei Audi</b>	
Eric Felber	
<b>Produkte</b>	<b>106</b>

Besuchen Sie uns auf der  
Hannover Messe Halle 8, Stand D14  
CONTROL in Sinsheim Halle 1, Stand 1436



## Mehr Präzision. Optische Sensoren für Profil, Weg und Dimension



### HOHE PROFILFREQUENZ

scanCONTROL  
2D/3D Laser-Profilsensoren

Messbereiche 25 - 245 mm  
Linearität  $\pm 0,2\%$   
Auflösung  $\pm 0,04\%$   
Profilfrequenz bis zu 4 kHz  
Messrate bis zu 256 kHz  
Variables Messfeld



### KOMPAKTE BAUWEISE

optoNCDT  
Lasertriangulations-Wegsensoren

Messbereiche 2 - 750 mm  
Auflösung 0,03  $\mu\text{m}$   
Linearität  $\pm 0,6\ \mu\text{m}$   
Grenzfrequenz 10 kHz  
Hervorragendes Preis/Leistungsverhältnis



### HÖCHSTE AUFLÖSUNG

optoNCDT 2400  
Konfokales Weg-Messsystem

Messbereiche 0,12 - 25 mm  
Winziger konstanter Messfleck  
Oberflächenunabhängig,  
auch für Spiegel & Glas  
Standardsensoren  $\varnothing 27\ \text{mm}$ ,  
auch für einseitige Dickenmessung  
Miniatursensoren  $\varnothing 4\ \text{mm}$ , ideal  
für Bohrungen & Vertiefungen

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

MICRO-EPSILON Messtechnik  
94496 Ortenburg  
Tel. 0 85 42/168-0 · info@micro-epsilon.de

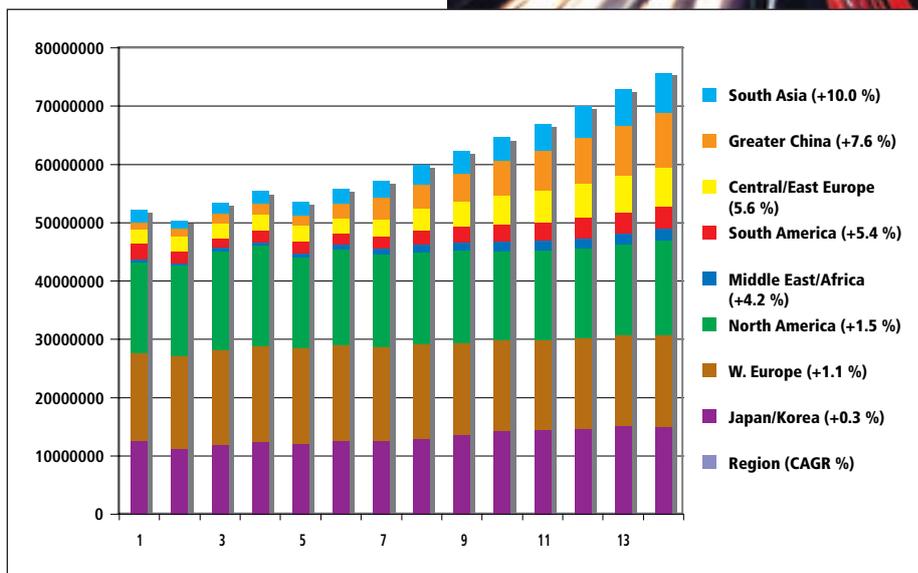
# Wo geht die Reise hin ?

## Dynamik einer globalen Automobilwirtschaft

Viele Bildverarbeiter müssen täglich neue schnelle Entscheidungen auf dem hart umkämpften Automobilmarkt treffen – und sie dürfen Ihre Langfrist-Strategie nicht aus den Augen verlieren. Dabei können Forecast-Dienstleister wie CSM Worldwide unterstützen. Auf der Basis detaillierter Daten über Anbieter und Märkte können Planung und Entscheidungen einfacher und trotzdem präziser werden. CSM Worldwide steht für das größte unabhängige Team von erfahrenen Automotive-Analysten und –Beratern, ein umfangreiches Branchennetzwerk in der Automobilindustrie, top-aktuelle und umfassende Marktinformationen, eine weltumspannende Daten-Infrastruktur, sowie Methoden und Praktiken, die sich bei über 500 Kunden aus der Automotive-Branche bewährt haben.

Der globale Fahrzeugmarkt und die dazugehörigen Beschaffungsstrategien bis zum Jahre 2013 zeigen eine Welt auf, die sich trotz einer schrumpfenden Anzahl von Anbietern auf immer neue Absatzmärkte ausweitet. Während wir uns auf das kommende Jahrzehnt vorbereiten, unterstreicht der Konkurrenzdruck auf den Märkten von Nordamerika, Westeuropa und Japan den anhaltenden Marsch von fast allen Automobil-Herstellern in Richtung der zunehmend unbekannteren Gewässer, die wir in den Entwicklungsmärkten China, Indien, Osteuropa und Teilen Afrikas vorfinden. Jedoch müssen alle, die sich hier „ins kalte Wasser stürzen“ möchten, gelegentlich auch schweren Zeiten entgehen.

Die Branche unterliegt seit eh und je einem ständigen Änderungsprozess. Dieser scheint sich in letzter Zeit allerdings zu intensivieren. Die asiatischen Anbieter (Japan und Korea) gewinnen globale Marktanteile in fast jedem Bereich, während die in Europa und Nordamerika ansässigen Fahrzeughersteller mit einer Reihe negativer Faktoren zu kämpfen haben. Unerwartete Kurschwankungen, der Aufbau von teilweise nicht-konkurrenzfähigen Herstellungsstrukturen in Hochkostregionen und eine Zuliefererbasis, die derzeit ihre eigenen Probleme hat, sind alles Faktoren die nicht gerade förderlich sind. Hinzu kommen das immer stärker von Medien geprägte Bewusstsein der Verbraucher in Bezug auf Fahrzeuge und globale Marken, sowie ein Trend in Richtung Technologieintegration als Differenzierungsmerkmal. All dies bedeutet, dass der Verbraucher der eigentliche Gewinner auf einem Markt ist, der sich ständig bewegt. Volumen-Hersteller, die nicht in der Lage sind, mit diesem Änderungstempo Schritt zu halten, werden hinterher laufen und Margen erzielen, die diesen Mangel an Wettbewerbsfähigkeit widerspiegeln.



Regionale Verteilung der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (Compound Annual Growth Rate, CAGR) der Automobilproduktion

Innerhalb Europas müssen sich sowohl die Hersteller als auch ihre Zulieferer mit einer Reihe von Entwicklungen beschäftigen, die Änderungen in ihren bisherigen Strukturen erfordern: die Marktanteile, die von den asiatischen Produzenten erreicht werden, ein starker Euro, der den Export erschwert und importierte Produkte konkurrenzfähiger macht, sowie die Verlagerung von Kapital und Betriebsmitteln in Form von Fahrzeug- und Motorenproduktion nach Osteuropa. Um ihre Kosten zu senken und der Inlandsnachfrage Rechnung zu tragen, erweitern einige Anbieter ihre Produktionsaktivitäten in Osteuropa – vor allem in den neuen EU-Ländern.

Diese Veränderungen bei den Anbietern und in den diversen Entwicklungsmärkten, sowie die entsprechenden Entwicklungen der Segmente bzw. Technik veranlassen alle Automobilhersteller, ihre internen Prozesse und eigene Entwicklungs- und Produktionsflexibilität zu überprüfen, damit sie in der Lage sind, auf diese dynamischen Marktkräfte zu reagieren.

Auch die Zulieferer müssen sich mit diesen Trends auseinandersetzen und dafür sorgen, dass ihr Geschäftsmodell so strukturiert ist, dass die Trends ausgenutzt und eventuelle negative Auswirkungen aufgefangen werden können. Um künftig Erfolg als Lieferant für die Automobil-Industrie zu erzielen, muss man sich an neuen Kunden orientieren. Das heißt, sich den neuen Standorten für die Fahrzeugentwicklung anpassen, eine Strategie für die reifen Märkte gegenüber den Entwicklungsmärkten entwickeln, und die Kosten streng überwachen.

► Autor  
**Henner Lehne,**  
 Market Analyst,  
 European Vehicle Forecasts,  
 CSM Worldwide



CSM Worldwide, Bad Homburg  
 Tel.: 06172/66263-0  
 Fax: 06172/66263-29  
 hennerlehne@csmauto.com  
 www.csmauto.com



emva

european machine vision association

## EMVA Business Conference 2007

5th European Machine Vision Business Conference  
June 15th and June 16th 2007, Lyon, France

Meet the driving people of the Machine Vision Business.  
Find out more about the markets and trends.

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



The EMVA Business Conference  
is kindly sponsored by:

**INSPECT**

**ABAQuS verabschiedet sich aus Sinsheim**

Ein letztes Mal wird die Firmengruppe ABAQuS auf der Control in Sinsheim (Halle 5, Stand Nr. 5109) ausstellen. Folgende Firmen haben sich wieder zusammengefunden, um gemeinsam ihr abgerundetes Angebot zu präsentieren: ABW Dr. Wolf, Büchner Lichtsysteme, in-situ, SDT Dr. Seitner und Z-Laser. Insgesamt können auf dem Gemeinschaftsstand wieder viele Anregungen rund um Bildverarbeitungslösungen und -komponenten gesammelt werden. Für spezielle Fragen steht Rainer Obergrußberger auf dem Stand zur Verfügung.



[www.in-situ.de](http://www.in-situ.de)

**Einführung in die Methodik der industriellen Bildverarbeitung**

Das Seminar des Kompetenznetzes Optische Technologien Hessen und Rheinland-Pfalz Optence e.V. findet am 24. April 2007, im Maritim Rhein-Main Hotel Darmstadt, statt. Bildverarbeitung in der Industrie ist eine Problemstellung, bei der die Systemaspekte eine entscheidende Rolle spielen. Im Seminar wird diese Problematik verdeutlicht, indem die Bildverarbeitungsaufgabe als Kette ineinander greifender Teilsysteme aufgefasst wird, die richtig aufeinander abgestimmt sein müssen. Dabei werden auch häufig als unbedeutend eingeschätzte Systemkomponenten wie Zuführung, Beleuchtung, Abbildungsoptik oder Framegrabber und ihre Rückwirkung auf die Güte der Bildverarbeitungslösung behandelt.

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

**Seminar Multisensor-Koordinatenmesstechnik**

Das VDI Wissensforum IWB veranstaltet am 25./26. April 07 in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt PTB, in Braunschweig das Seminar „Integration optischer und taktile Sensoren“. Themen sind: Grundlagen der Koordinatenmesstechnik, taktile Taster, optische Komponenten für die Messtechnik, 2D-Bildverarbeitung, optische 3D-Sensoren, Messunsicherheit, Rückführung, Kalibrierung, Abnahme, Stand der Normung, Koordinatenmesstechnik zwischen CAD und CAQ: Effiziente Nutzung der Rechnerunterstützung, praxisorientierte Auswahl von Sensoren, Messungen von Freiformflächen, Software, Röntgentomographie, Ausbildungsaspekte, Praxisberichte unterschiedlicher Firmen, Laborbesichtigung der PTB. Veranstaltungsleiter ist Prof. Dr.-Ing. R. Tutsch, Braunschweig. [wissensforum@vdi.de](mailto:wissensforum@vdi.de)

**Basler: Umsatz und Ergebnis kräftig gesteigert**

Basler-VC hat 2006 mit einem kräftigen Umsatz- und Ergebniswachstum abgeschlossen. Der Umsatz ist um 46 % auf 23,29 Mio. € gestiegen (2005: 15,9 Mio. €). Damit etabliert sich Vision Components innerhalb von neun Jahren in einer aussichtsreichen Position unter den drei weltweit führenden Anbietern digitaler Kameralösungen für Investitionsgüterhersteller. Das Wachstum konnte durch Produkteinführungen und die Marktsituation erzielt werden. Letztes Jahr wurde mit mehr als 50 neuen innovativen Kameramodellen ein großer Meilenstein in der Firmenhistorie erreicht. Zusätzlich stellen kundenspezifische Lösungen einen Hauptanteil des Erfolges dar. Diese werden auch in Zukunft ein wichtiges Element der Unternehmensstrategie sein. Besonders starke Wachstumsraten können in Asien verzeichnet werden, wo ungefähr 30 % des weltweiten Umsatzes erzielt wird.



[www.basler-vc.com](http://www.basler-vc.com)

**Robotik: Umsatz wächst um acht Prozent**

Den Mitgliedern des VDMA-Fachverbands Robotik + Automation ist es gelungen, 2006 wieder auf den Wachstumspfad zurückzukehren – nach einem Jahr der Stagnation in 2005. „Insgesamt verzeichnete die Branche 2006 ein Umsatzwachstum von 6 % auf 7,3 Mrd. € und erwartet 2007 sogar ein Umsatzwachstum um 8 % auf 7,9 Mrd. €“, erklärte Dr. Norbert Stein, Geschäftsführender Alleingesellschafter der Vitronic Dr.-Ing. Stein Bildverarbeitungssysteme, Wiesbaden, und Vorsitzender des Vorstands von VDMA Robotik + Automation, anlässlich der Jahrespressekonferenz des Fachverbandes am Dienstag in Frankfurt. Wie in den Vorjahren legten die deutschen Hersteller von Technik für Industrielle Bildverarbeitung das höchste Wachstum an den Tag. „Der Umsatz stieg 2006 um 9 % auf gut 1,1 Mrd. €. Für diese Sparte prognostizieren wir für 2007 ein Wachstum plus von 8 %“, sagte Stein.

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

**VDMA veröffentlicht Branchenführer**

VDMA Industrielle Bildverarbeitung hat das Standardwerk „Industrielle Bildverarbeitung - Schlüsseltechnologie für die wirtschaftliche Automatisierung“ neu aufgelegt. Der Branchenführer gibt einen einzigartigen Überblick über die Kompetenzen der deutschen Bildverarbeitungsanbieter.



Das 84-seitige „Who is Who“ der Machine Vision stellt Einsatzfelder und Potenziale der Technologie vor. Eine übersichtliche Kompetenzmatrix ermöglicht die schnelle Identifikation von geeigneten Anbietern. Firmenprofile stellen Kernkompetenzen, Produkte und Anwendungen der Hersteller vor. Der Branchenführer kann kostenlos per E-mail bei [vision@vdma.org](mailto:vision@vdma.org) bestellt werden. Eine pdf-Version ist als Download verfügbar.

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



**Isra Vision expandiert in Großbritannien**

Isra Vision hat als Ziel, weltweit eine Spitzenposition bei Technologiekompetenz und Effizienz unter anderem für Surface Vision in allen relevanten Märkten einzunehmen. Deswegen ist eine Vor-Ort-Präsenz in den wichtigsten Märkten weltweit unabdingbar. Im Dezember 2006 hat man die britische Firma IAL Ltd. übernommen und integriert das Unternehmen in die eigene Unternehmensorganisation. Die in London ansässige IAL bildet die Basis für eine neue ISRA-Niederlassung, mit der eine deutliche Stärkung der Präsenz des Unternehmens im Bereich der Oberflächeninspektion auf dem britischen und irischen Markt sicher gestellt wird. Als bisher eine der führenden Firmen für Bildverarbeitung vor allem in der Oberflächeninspektion von Glas bringt das Unternehmen Know-how und eine solide Kundenbasis mit in die neue Niederlassung ein.



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

**Neue Vertriebsstruktur bei Weinberger**

Digitales High-speed Video ist ein immer wichtigeres Werkzeug in der Industrie um Vorgänge und Fehlerursachen frühzeitig in der Wertschöpfung zu erkennen und zu beheben. Mit der Umstrukturierung von Weinberger Deutschland übernimmt seit 1. Januar 2007 die neu gegründete High Speed Vision, mit Sitz in Karlsruhe, exklusiv für Deutschland den Vertrieb der digitalen High-Speed Videokamerasysteme des Unternehmens. Gesellschafter des neuen Unternehmens sind Reiner Hauptmann, Geschäftsführung, und Dr.-Ing. Thomas Weber, Leitung Technik. Beide Gesellschafter sind langjährige Mitarbeiter von Weinberger. Das gewährleistet einen nahtlosen Übergang der bisherigen Vertriebsaktivitäten. Neben dem Vertrieb der High-speed Kameras will man insbesondere mit dem umfangreichen technologischen Know-how den Bereich der Dienstleistungen von High-speed Video-Anwendungen ausbauen.

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

### Dr. Albert Schmidt übernimmt die Geschäftsführung



Seit März 2007 ist Dr. Albert Schmidt neuer Geschäftsführer von Visicontrol. Zuvor war Dr. Schmidt bereits mehrere Jahre in der Geschäftsführung von Unternehmen der optischen Industrie tätig. Seit Jahresanfang leitete er den Visicontrol-Geschäftsbereich Inspektionsmaschinen. Während sich Dr. Schmidt vor allem auf die Bereiche Vertrieb, Marketing und Personal konzentriert, wird Rolf Bogenrieder die Bereiche Entwicklung, Operations und Finanzen leiten. Herr Bogenrieder kam bereits 1990 zum Unternehmen und ist seit 2005 Mitglied der Geschäftsleitung. Seit

Gründung im Jahr 1990 gehört das Unternehmen zu den Technologieschrittmachern. Unter der Geschäftsführung des Gründers Volker Jauch entwickelte es sich zu den erfolgreichsten Anbietern für industrielle Bildverarbeitungslösungen in Deutschland. Seit 2005 gehört es zur Baumer Gruppe.

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

### Ausstellerzuwachs zur Vision 2007 erwartet

Zum 20. Geburtstag zieht die internationale Fachmesse für industrielle Bildverarbeitung und Identifikationstechnologien um. Vom 6.–8. November 2007 findet die Vision erstmals auf dem Gelände der Neuen Messe Stuttgart statt, mit direkter Anbindung an den Flughafen Stuttgart und die Autobahn A8, die München mit Frankfurt verbindet. Reserviert sind zwei Messehallen mit insgesamt 15.000 Bruttoquadratmetern Ausstellungsfläche. Neun Monate vor Messebeginn zeichnet sich bereits ab, dass der Vermietungsrekord des letzten Jahres abermals getoppt werden wird. 216 Aussteller kamen im Vorjahr – und damit so viele wie noch nie. 42 % von ihnen reisten aus dem Ausland an. Mit 5.293 Besuchern konnte ebenfalls ein neuer Rekord aufgestellt werden. Die gute wirtschaftliche Lage der IVB-Branche dürfte ein Übriges tun, damit auch die 20. Auflage wieder zu einem Erfolg wird.



[info@messe-stuttgart.de](mailto:info@messe-stuttgart.de)

### Halcon-Anwenderkonferenz in Japan

Aus Anlass der zehnjährigen Zusammenarbeit zwischen MVTec Software, München, und ihrem exklusiven Vertriebspartner in Japan, LinX, Yokohama, fand am 30. Januar 2007 eine internationale Anwenderkonferenz in Yokohama statt. Deutsche und japanische Firmen von Weltrang trugen vor, wie sie ihre Bildverarbeitungs-Applikationen mit Hilfe von Halcon erfolgreich in der Produktion anwenden. Mehr als 300 Entscheider und Ingenieure aus der deutschen und japanischen Industrie sowie weiteren asiatischen Ländern waren nach Yokohama gekommen, um der Jubiläumsveranstaltung beizuwohnen und ihre neuesten Entwicklungen zu präsentieren. Darunter waren Vorträge von Bosch, Canon, Honda und Rodenstock. Alle Firmen setzen die Softwarebibliothek ein, um ihre zumeist sehr anspruchsvollen Bildverarbeitungsprobleme zu lösen, die ein hohes Maß an Kreativität erfordern.

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



# ipd Industrial Vision Solutions



## VA3X

### High Speed Vision Appliance

ipd's **NEW VA3X** products raise the price/performance bar for industrial vision solutions.

- Single or dual camera inspections
- Full-featured application software for *ALL* users
- Flexible image resolutions to 1600 x 1200
- Easily integrates into factory environments
- Excellent price/performance!



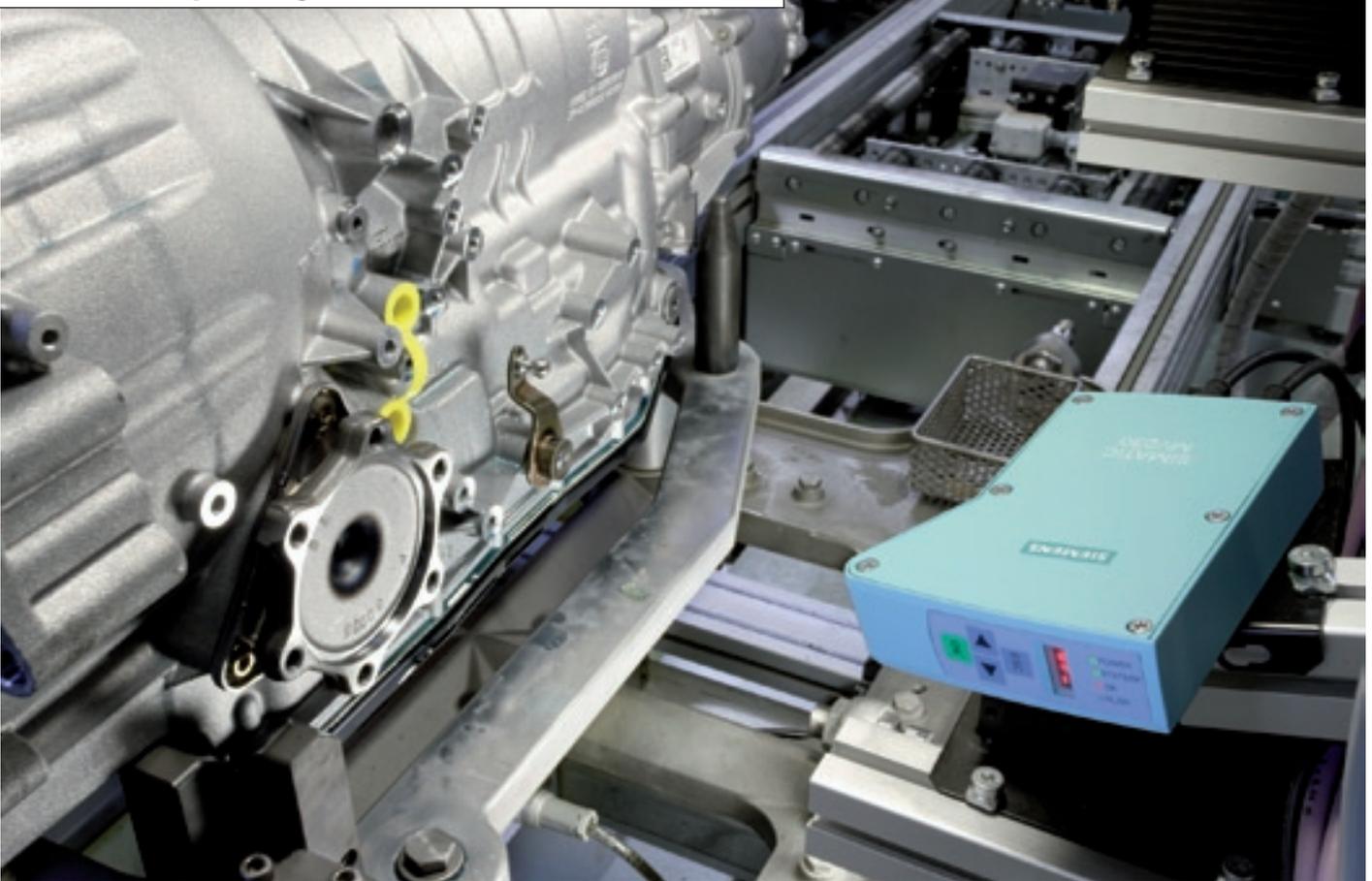
SERVICING THE MACHINE VISION INDUSTRY  
FOR OVER 25 YEARS

# DALSA

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

# Höhenprofile einfach und sicher erkennen

Optische Konturprüfung mittels Lichtschnittverfahren



Einfach, kompakt und kostengünstig: Der neue Höhenprofilsensor Simatic MV230 überprüft im Werk Saarbrücken der ZF Getriebe GmbH den montierten Schalthebeltyp auf korrekte Montagelage.

**Der intelligente Höhenprofilsensor prüft geometrische Merkmale mit dem Laser-Lichtschnittverfahren und eröffnet einem großen Anwenderkreis die Möglichkeit, einfache 3D-Bildverarbeitungsaufgaben selbst und mit kalkulierbaren Kosten zu realisieren.**

Die meisten modernen Produktionsprozesse haben mittlerweile einen hohen Automatisierungsgrad erreicht. Für eine sichere Prozessführung müssen sowohl die einzelnen Prozessschritte als auch die Qualität der hergestellten Zwischen- und Endprodukte laufend überwacht und geprüft werden. Berührungslose Prüfverfahren wie die industrielle Bildverarbeitung sind heute ein fester Bestandteil der Automatisierung und aus Maschinen und Anlagen nicht mehr wegzudenken. Da der Einsatz von Bildverarbeitungssensoren die Maschinen und Anlagen verteuert,

kann er nur durch eine steigende Produktqualität und Effektivitätssteigerung der Produktion gerechtfertigt werden. Parallel dazu steigen die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Robustheit der Bildverarbeitungssensoren. Dies spiegelt sich u. a. darin wieder, dass sich der Bildverarbeitungssensor auf alle Produkte und Produktvarianten, die auf der Fertigungslinie hergestellt werden, einstellen lassen muss.

Bildverarbeitungssensoren auf Basis einer 2D-Objektprüfung messen und prüfen im zweidimensionalen Bereich. Von räumlichen (3D) Objekten wird dabei ein flächenhaftes Bild aufgenommen und ausgewertet. Mit speziellen Beleuchtungsverfahren und Objektiven kann man zwar auch viele Merkmale kompliziert geformter dreidimensionaler Objekte zweidimensional abbilden, problematisch wird es aber, wenn sich die zu prüfenden Merkmale nicht flächenhaft abbilden bzw. sich aufgrund wechselnder Bedingungen nicht reproduzierbar darstellen lassen. Als kritische Faktoren

erweisen sich in der Praxis die Oberflächen der Objekte, deren Helligkeit, Farbe, Struktur und Oberflächenrauigkeit sowie Lichtverhältnisse, wie Grundhelligkeit, Reflexionen und Spiegelungen.

Für Bildverarbeitungssensoren auf Basis einer 2D-Objektprüfung stellen diese Bedingungen immer wieder eine technische Herausforderung dar. Will man hier eine robuste Prüfanordnung ermitteln, ergibt sich oft ein vorher nicht kalkulierter Aufwand.

## Konturkontrolle mit Laserlicht

Ein geeignetes Verfahren für die Überprüfung von ausgewählten geometrischen Merkmalen ist das so genannte Lichtschnittverfahren. Lichtschnittverfahren werden in der 3D-Messtechnik bereits seit über 70 Jahren zur berührungslosen Geometrie- und Konturkontrolle eingesetzt. Mit der Erfindung des Lasers wurde das Laser-Lichtschnittverfahren entwickelt.

Mit der Verfügbarkeit preiswerter Halbleiterlaser eignet sich das Laser-Lichtschnittverfahren auch für den Einsatz in kompakten Bildverarbeitungssensoren und bietet dem Anwender für den Einsatz im industriellen Umfeld grundsätzlich folgende Vorteile:

- Konzept und Technologie ist relativ einfach und kostengünstig umzusetzen
- Prüfungen sind sehr unempfindlich gegenüber Farbunterschieden
- Prüfungen sind sehr robust gegenüber Fremdlichteinfall und wechselnden Lichtverhältnissen
- Prüfungen sind auch von problematischen Materialien möglich, wie:
  - glänzenden Teilen (z. B. Metallteile, Gussteile)
  - dunklen bzw. schwarzen Teilen (z. B. schwarzer Kunststoff, Gummi)
  - inhomogenen Oberflächen (Materialmix)

Diese technologiebedingten Vorteile dürfen aber den Umgang mit der Technik nicht erschweren – wenn sie Akzeptanz beim Anwender finden soll.

### Höhenprofilsensor Simatic MV230

Ideal ist es, wenn das optische System und die Auswerteelektronik eine Einheit bilden, die der Anwender nur noch am rechten Ort aufstellen muss, dort durch Einlernen der Prüfmuster betriebsbereit macht und mit wenigen Verdrahtungsschritten mit einer SPS verbindet. Diesen Gedanken hat die Sie-

mens AG mit dem Höhenprofilsensor Simatic MV230 umgesetzt. Bei der Konzeption wurde von Anfang an Wert auf eine kompakte mechanische und elektrische Umsetzung gelegt: Alle für eine leistungsfähige Bildverarbeitung notwendigen Funktionseinheiten sind in einem Gerät integriert. Laserprojektion, Kamera, Optik, Auswerteeinheit, DI/DO-Schnittstellen und die Bedien- und Anzeigeeinheit sind in einem kompakten Gehäuse in Schutzart IP65 untergebracht. Das bedeutet, dass der Anwender sowohl die Montage und Inbetriebnahme als auch Wartungs- und Pflegemaßnahmen schnell und einfach durchführen kann.

### Laserprojektion und Kameraeinheit optimal aufeinander abgestimmt

Simatic MV230 prüft Höhenprofile und Konturen von Objekten optisch mittels Lichtschnittverfahren mit Lasertriangulation. Die im Sensor integrierte Laserprojektion erzeugt abhängig vom Arbeitsabstand eine Linienlänge zwischen 50 und 75mm. Der in der Kameraeinheit eingesetzte CMOS-Chip besitzt eine Auflösung von 750 x 480 Pixel und kann Profil- bzw. Konturänderungen von 0,2–0,5 mm erkennen. Aufgrund der schnellen, integrierten Bildverarbeitung in



Die integrierte Bedieneinheit und die „Teach in“-Funktion verkürzen die Inbetriebnahmen und vereinfachen die Bedienung des Höhenprofilsensors Simatic MV230

einem FPGA (Field Programmable Gate Array) kann ca. alle 50 ms eine Prüfung durchgeführt werden.

Ein wesentlicher Vorteil des Simatic MV230 ist der variabel einstellbare Auswertebereich der Laserlinie. D. h. je nach Größe des Prüfbereiches bzw. des zu prüfenden Objektbereiches lässt sich der Auswertebereich anpassen. Darüber hinaus besitzt der Simatic MV230 mit 100 mm einen großen Höhenmessbereich. Je nach Größe der Höhenunterschiede des zu prüfenden Objektbereiches lässt sich der Arbeitsabstand anpassen. Diese Eigenschaften erhöhen die Flexibilität des Sensors und ermöglichen eine optimale Anpassung an die jeweiligen Applikationen. Durch den individuellen Auswertebereich kann der entscheidungsrelevante Objektbereich aufgenommen und durch einen optimierten Arbeitsabstand kann die beste Auflösung erreicht werden. Das Ergebnis ist eine hohe Erkennungssicherheit gepaart mit Robustheit im Betrieb.

### Einfache Inbetriebnahme und Integration in das Automatisierungsumfeld

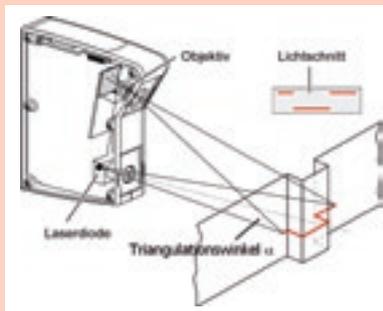
Die Inbetriebnahme des Höhenprofilsensors wird durch eine intuitive Menüführung unterstützt und ist durch „Teach in“ der Prüfbereiche schnell abgeschlossen.

## Lichtschnittverfahren und Lasertriangulation

Beim Laser-Lichtschnittverfahren erzeugt ein Laser ein paralleles Strahlenbündel das durch eine Linse zu einer Laserlinie mit gaußscher Intensitätsverteilung entlang der Laserlinie geformt wird. Diese Laserlinie wird auf das Prüfobjekt projiziert. Das vom Prüfobjekt diffus reflektierte Licht wird von einer Flächenkamera aufgenommen. Nach dem Prinzip der Lasertriangulation registriert diese den Lateralversatz bzw. die Verformung der projizierten Laserlinie.

Aus der Abweichung der Laserlinie von der Nulllinie wird das Höhenprofil des Prüfobjektes ermittelt. Messbereich und Messauflösung sind durch den Triangulationswinkel  $\alpha$  zwischen den optischen Achsen des Laserlinie und der Kameraoptik festgelegt. Je größer der Triangulationswinkel  $\alpha$  ist, desto größer ist der sich bei einer Höhenänderung ergebende Lateralversatz der Laserlinie. D. h. die Messauflösung steigt bei gleichzeitiger Reduzierung des Höhenmessbereiches.

Sowohl die Breite und Schärfe der erzeugten Laserlinie, die Auflösung der Kamera als auch das Reflexionsverhalten der Objektfläche wirken physikalisch begrenzend auf die erreichbare Messauflösung. Darüber hinaus muss sowohl die Schärfentiefe der Laserlinie als auch die Schärfentiefe des Kameraobjektivs den gesamten Höhenmessbereich abdecken.



Beim Lichtschnittverfahren wird das Höhenprofil des Prüflings mit einem Lateralversatz in die Kamera übertragen; der Triangulationswinkel beeinflusst Auflösung und Messbereich der Anordnung.



Kurze Einrichtzeiten durch automatische Umstellung auf aktuelle Bauteilpaarung: Simatic MV230 überprüft bei der ixetic Hückeswagen GmbH die verwechslungskritische Bauteilpaarung in der Montage von Diseleinspritzpumpen

In einem Testmodus können die eingestellten und ermittelten Werte sofort an den Objekten überprüft werden. Das vierstellige Display zeigt die notwendigen

Bedienschritte und Einstellwerte verständlich an. Die notwendigen Einstellungen werden mit vier Tasten vorgenommen. Es sind bis zu 16 verschiedene Prüfobjekte mit individuell ermittelten Parametern speicherbar, die dann im Betrieb durch die übergeordnete speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) angewählt werden können. Dies ermöglicht eine schnelle Umstellung der Prüfung bei Produktwechsel. Über seine Digitalausgänge übermittelt der Sensor Prüfergebnisse, seinen Betriebszustand und Diagnosemeldungen an die SPS.

Aufgrund der Vielfalt der Applikationen und der Unterschiedlichkeit der Anforderungen und Randbedingungen wurde die Prüfschärfe des Sensors variabel wählbar gestaltet, d.h. es sind drei verschiedene Prüfschärfen einstellbar. Für einfache und grobe Überprüfungen reicht oftmals eine geringe Prüfschärfe aus. Dabei werden Profilabweichungen zwischen dem eingelernten und im Sensor hinterlegten Profil und dem aktuellen Profil des Prüflings bis zu +/- 3 mm toleriert und darüber hinausgehende Abweichungen gering bewertet. Für hochwertige und genaue Überprüfungen bzw. zum Erkennen kleiner Unterschiede kann die höchste Prüfschärfe eingestellt werden. Hierbei werden lediglich Höhenprofilabweichungen bis zu +/- 1,2 mm toleriert und darüber hinausgehende Abweichungen stark bewertet. Durch einen vom Anwender eingestellten Grenzwert erfolgt letztendlich die Entscheidung, ob die Summe der Abweichungen einer Prüfung akzeptabel ist oder nicht. Entsprechend dem Prüfergebnis wird ein digitaler Ausgang „OK“ oder „N\_OK“ gesetzt.

### Erfolgreich in Betrieb

Das Laser-Lichtschnittverfahren bietet sich für den Einsatz in vielen Applika-

tionen an und hat sich dort bereits bewährt. Typische Einsatzfelder sind Lage- und Anwesenheitskontrolle von geometrischen Merkmalen, Teileerkennung, Positionsprüfung von Teilen bei der Montage und Prüfung der Querschnittsgeometrie von Walz- bzw. Strangpressprofilen.

Im Werk Saarbrücken der ZF Getriebe GmbH werden täglich rd. 1.200 Getriebe in 14 Grundtypen und 120 Varianten gebaut. Dies erfordert straff organisierte, hoch automatisierte Produktionsabläufe und ein perfektes Qualitätsmanagement. Für die Montage von Schalthebeln stehen zwei unterschiedliche Schalthebeltypen für die verschiedenen Getriebearten zur Auswahl. Die Kontrolle des montierten Schalthebels auf den richtigen Schalthebeltyp und die korrekte Montagestellung übernimmt der Höhenprofilensensor Simatic MV230.

### Intelligenter Höhenprofilensensor – die Vorteile des Simatic MV230 im Überblick



- Mit Schutzart IP65 für den Einsatz in rauer Industrieumgebung geeignet
- Kurze Umrüstzeiten durch einfachen Prüfmodellwechsel
  - 16 Prüfmodelle einlernbar
  - Umschalten der Prüfmodelle erfolgt über Digitaleingänge
- Flexible Anpassung an die Applikationen möglich durch variable Einstellungen von
  - Auswertebereich der Laserlinie
  - Arbeitsabstand
- Schnelle Inbetriebnahme:
  - Keine Bildverarbeitungskennnisse notwendig
  - Keine Programmierung notwendig

► Autor  
Dipl.-Ing. Jens Hauffe,  
Produktmanager  
Bildverarbeitung



Siemens AG, Automation and Drives, Nürnberg  
[www.siemens.de/simatic-sensors/mv](http://www.siemens.de/simatic-sensors/mv)



# VISION 2007

20. Internationale Fachmesse für  
industrielle Bildverarbeitung und  
Identifikationstechnologien

**Neue Messe Stuttgart**  
6.- 8. November 2007

## **Schlüsselposition.**

Wenn sich Entscheider auf die Suche  
nach innovativen IBV-Lösungen machen,  
dann reisen Sie zur Weltleitmesse VISION.

Sie ist Marktplatz Nr. 1 für effiziente  
Komponenten und Systeme. Für nahezu  
alle Anwendungsbranchen. Knüpfen Sie  
neue Kontakte und erschließen Sie Ihren  
Geschäftserfolg von morgen.

Auf Europas modernstem Messeplatz.

**Willkommen auf der  
Neuen Messe Stuttgart**

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

## **Infos und Anmeldung**

Sandy Zorn

Telefon: +49 (0) 711 2589-374

Telefax: +49 (0) 711 2589-657

E-Mail: [sandy.zorn@messe-stuttgart.de](mailto:sandy.zorn@messe-stuttgart.de)

# Die Welt des Lichts

Die Messe „Laser. World of Photonics“ geht weit über den Laser hinaus

Die „Laser. World of Photonics“ ist die Weltleitmesse für Optische Technologien. Sie findet seit 1973 alle zwei Jahre in München statt. Parallel dazu wird den Besuchern der World of Photonics Congress angeboten, der größte Photonik-Kongress in Europa, an dem die weltweit führenden Organisationen mitwirken. Mit über 1.100 Ausstellern und mehr als 29.000 Besuchern bei den Photonik-Messen zählt die Messe München International zu den weltweit führenden Messeveranstaltern in diesem Segment.

## Wichtiges Rahmenprogramm

Wie Klaus Dittrich, Geschäftsführer der Messe München, während einer aktuellen Pressekonzferenz Anfang März erklärte, hat die Messe München bei der diesjährigen „Laser“, die von 18.–21. Juni auf dem Münchner Messegelände stattfinden wird, besonders viel Wert auf das Rahmenprogramm gelegt. So wird das internationale Treffen der Photonikindustrie bereits am Vortag mit den ersten Konferenzen des „World of Photonics Congress, 18th International Congress on Photonics in Europe“ im Internationalen Congress Center München



## LASER 2007 World of PHOTONICS

(ICM) eingeläutet. Der Kongress präsentiert vom 17.–22. Juni 2007 Spitzenforschung in der Photonik und herausragende Anwendungen in Industrie und Forschung und ist das führende Gipfeltreffen aller Experten und Nutzer

Optischer Technologien in Europa. Er umfasst sechs Konferenzen, die von den weltweit führenden wissenschaftlichen Gesellschaften ausgerichtet werden. Das Spektrum ist einzigartig und reicht von der Grundlagenforschung für La-



**SVS-VISTEK**

### SVCam-Serie:

CCD-Kameras für die industrielle Bildverarbeitung



**svs340**  
VGA@250Hz



**svs2020**  
2MP@40Hz



**svs4021**  
4MP@20Hz



**svs16000**  
16MP@3Hz

**SVS-VISTEK GmbH**  
Mühlbachstraße 20  
82229 Seefeld/Germany

TEL +49 (0) 81 52 99 85-0  
FAX +49 (0) 81 52 99 85 79  
MAIL info@svs-vistek.com  
WEB www.svs-vistek.com




**THE FOCAL POINT OF MACHINE VISION**

OPTOMETRON.DE



**Beleuchtungen für die Bildverarbeitung**



**Mobile Digital-Mikroskope**



**Zoom-Optiken und Stereo-Mikroskope**



**Software für Dokumentation und Vermessung**

Tel. +49-89-90 60 41



ser, Elektrooptik und Quantenelektronik, Biophotonik und Optoelektronik über die Photonik in der Produktion und Optische Metrologie sowie der Bildverarbeitung bis hin zur medizinischen Anwendung des Lasers.

So ist die optische Messtechnik für alle Anwendungsbereiche das Schlagwort der fünftägigen SPIE Europe Optical Metrology. Die Vortragenden beschäftigen sich mit der Optischen Mess- und Prüftechnik, jedoch nicht nur für den Einsatz in der Industrie, sondern auch zu Restaurationszwecken und in der Archäologie.

Zur EOS Conference lädt die EOS European Optical Society: Im Mittelpunkt stehen vom 17.-19. Juni die „Trends in Optoelectronics“ sowie vom 18.-20. Juni „Frontiers in Electronic Imaging“. Das Programm umfasst Keynotes, Fachvorträge und Diskussionsrunden unter anderem zu Beleuchtungstechnik sowie 3D-Imaging und Sensoren.

**Unverzichtbares Messwerkzeug: Licht**

Die gesamte produzierende Industrie, das Handwerk, die Medizintechnik, die Wissenschaft bis hin zum Endverbraucher profitieren von optischen Sensoren und lasergestützten Mess- und Prüfsystemen. Vor allem dort, wo gemessen, geprüft, überwacht oder automatisiert wird, sind sie heute unerlässlich. Denn Licht ist das ideale Messwerkzeug: präzise, schnell, berührungslos und flexibel. In jeder Produktion ist es ausschlaggebend für Qualität und Wirtschaftlichkeit. Unterteilt in die Bereiche „Sensorik, Mess- und Prüftechnik“ und „Optische Mess-Systeme“ präsentiert die „Laser. World of Photo-

tics“ in Halle B2 das gesamte Produktspektrum beider Segmente. Dazu gehören die Messung von geometrischen, optischen und dynamischen Größen, lasergestützte Mess- und Prüfsysteme sowie holographische Systeme für die professionelle Anwendung in diversen Industriezweigen.

Im Sektor Imaging Innovation treffen wissenschaftliche Kompetenz, Industrie und Anwender aus den verschiedensten Branchen aufeinander und schöpfen aus den Synergien mit anderen Branchenfeldern wertvolle Impulse und Geschäftskontakte.

Mit einem Fachbesucheranteil von 99% und einem Auslandsanteil von 50% bringt die „Laser. World of Photonics“ die geschäftsentscheidenden Marktteilnehmer zusammen – aus allen Wirtschaftszweigen und aus allen relevanten Märkten.

► **Kontakt**  
 Messe München GmbH, München  
 Tel.: 089/949-20720  
 Fax: 089/949-20729  
 newsline@messe-muenchen.de  
 www.messe-muenchen.de

The compatible series of  
**High-Performance Digital Cameras**  
 produced by  
**VDS Vosskühler**



Model	Resolution	fps	SNR (dB)	B/W	Col.
CCD-11000	4024x2680	3.0	60	x	x
CCD-4000	2048x2048	7.5	60	x	x
CCD-2000	1600x1200	17.0	60	x	x
CCD-1300Q	1280x1024	12.5	63	x	x
CCD-1300QF	1280x1024	25.0	60	x	x
CCD-1300QFB	1024x1024	27.5	60	x	x
CCD-1300QHS very high light sensitivity due to 20"	640x512	75.0	56	x	-
COOL-1300Q cooled down to absolute -20°C	1280x1024	12.5	66	x	x
HCC-1000 High speed CMOS with 1 GB memory	1024x1024	462	48	x	-
CMC-1300 High speed CMOS with preprocessing	1280x1024	485	48	x	x

All cameras utilise progressive scan sensors and can be equipped with one of the following 12 bit interfaces:

- RS 644 (LVDS)
- Camera Link
- IEEE-1394 (Fire Wire)
- Giga-Link (for connections up to 100 meters)

Due to the same construction and the same interface a change among the models can be done very easily.

**VDS Vosskühler**

Weisse Breite 7 · D-49084 Osnabrück  
 Tel.+49(0)541/80 08 40 · Fax +49(0)541/80 08 410  
 www.vdsvossk.de  
 Email: VDS@vdsvossk.de

# North American Vision Market Intelligence

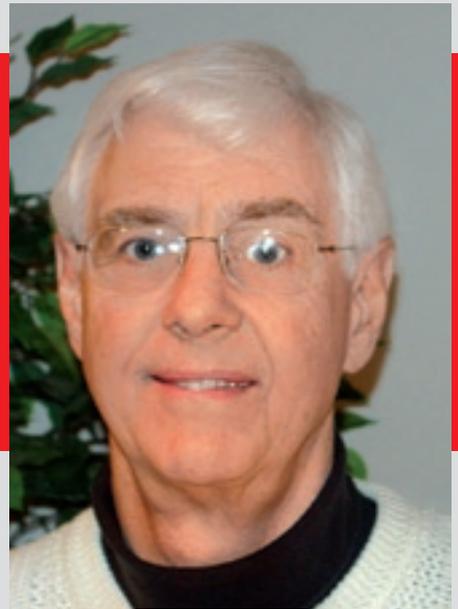
## Insights about the U.S. automotive market

The Big Three still dominate U.S. auto production, but foreign makers continue to gain market share and now account for 40% of all passenger cars and light trucks sold in the U.S. In 2004 foreign owned plants in the U.S. accounted for 29% of all vehicles produced domestically. In 1984 it was less than 3%. Each of the top 10 selling cars and trucks in the first half of 2006 is produced at U.S. facilities. This suggests that selling to the U.S. auto industry means penetrating foreign owned facilities. According to Strategy Analytics, the collision warning market, which includes electronics that alert drowsy drivers and provides alerts for approaching hazards, is expected to reach US-\$ 1 Billion worldwide this year and US-\$ 2.5 Billion by 2009 and US-\$ 5 Billion by 2013. These systems include night vision, collision avoidance radar and 3D vision, lane departure, front passenger seat recognition, automatic parking, blind spot analyzers, rear vision/ranging, speed sign reading, electronic stability controls, etc. This might suggest opportunities for machine vision companies.

Machine vision is critical to the manufacture of automobiles and related road vehicles. It is opined tracking production will be an indicator of wherewithal for capital spending in this industry, some of which will be for machine vision technology, whether at the final assembly manufacturers or Tier 1 or Tier 2 suppliers. The data plotted reflects all the vehicles manufactured in North America and includes the manufacture of vehicles at the North American plants of off-shore companies from Europe, Japan and Korea.

Although the U.S. represents the world's largest auto market, it's a mature one with single digit growth potential. The good news is that the market share lost by the Big Three has been picked up by Toyota, Honda and Nissan, all of whom are relying more and more on locally made parts and accessories.

Production continued to decline in the fourth quarter of 2006 as reflected in both the absolute data and the three-month moving average as the Big Three auto manufacturers made production adjustments to offset their excess inventory. While ultimately the total number of cars sold in the States will not decline appreciably in 2007, the geographic distribution of where those cars and their parts are manufactured will be different. Hence, while demand for machine vision in this industry should remain at approximately the same average levels of the past 3-5 years, less sales will be made to the auto industry in the States in 2007 and more to international markets.



Since 1983 Vision Systems International (VSI) has been an independent and impartial engineering and marketing consultancy specializing in machine vision and inspection automation technologies. VSI publishes a quarterly Machine Vision Newsletter designed to support the management of companies in the machine vision industry to better understand the machine vision market with the objective of assisting them to grow their business by alerting them to business trends and potentially new opportunities. The annual subscription price is US-\$ 500.

### ► Kontakt

#### Nello Zuech, President

Vision Systems International, Yardley, PA/USA  
Tel.: +1/215/736-0994 · Fax: +1/215/295-4718  
vsii@aol.com · www.vision1.com/vsi/

Die European Machine Vision Association (EMVA) hat derzeit 89 Mitglieder aus 18 Ländern. Ziel der EMVA ist es, die Entwicklung und Verbreitung der Bildverarbeitungstechnologie zu fördern und die Mitglieder – Produzenten von Bildverarbeitungstechnologie, Forschungsinstitute und nationale Bildverarbeitungsverbände – mit Rat und Tat zu unterstützen. Die wichtigsten Arbeitsschwerpunkte der EMVA sind: Standardisierung, Marktstudien, jährliche Business-Konferenzen, Networking-Veranstaltungen, Öffentlichkeitsarbeit und Marketing.

### ► Kontakt

#### European Machine Vision Association EMVA

Lyoner Str. 18  
60528 Frankfurt  
www.emva.org

### ► Ansprechpartner

Patrick Schwarzkopf  
General Secretary  
info@emva.org  
Tel.: 069/6603-466  
Fax: 069/6603-2466



Die VISION in Stuttgart ist die jährliche Weltleitmesse für industrielle Bildverarbeitung! 2007 erstmals auf dem Gelände der Neuen Messe Stuttgart (neben dem Flughafen).

### ► Kontakt

#### Landesmesse Stuttgart GmbH

Am Kochenhof 16  
70192 Stuttgart  
www.vision-messe.de

### ► Ansprechpartner

Sandy Zorn  
Teamleiterin Vision  
sandy.zorn@messe-stuttgart.de  
Tel.: 0711/2589-374  
Fax: 0711/2589-657



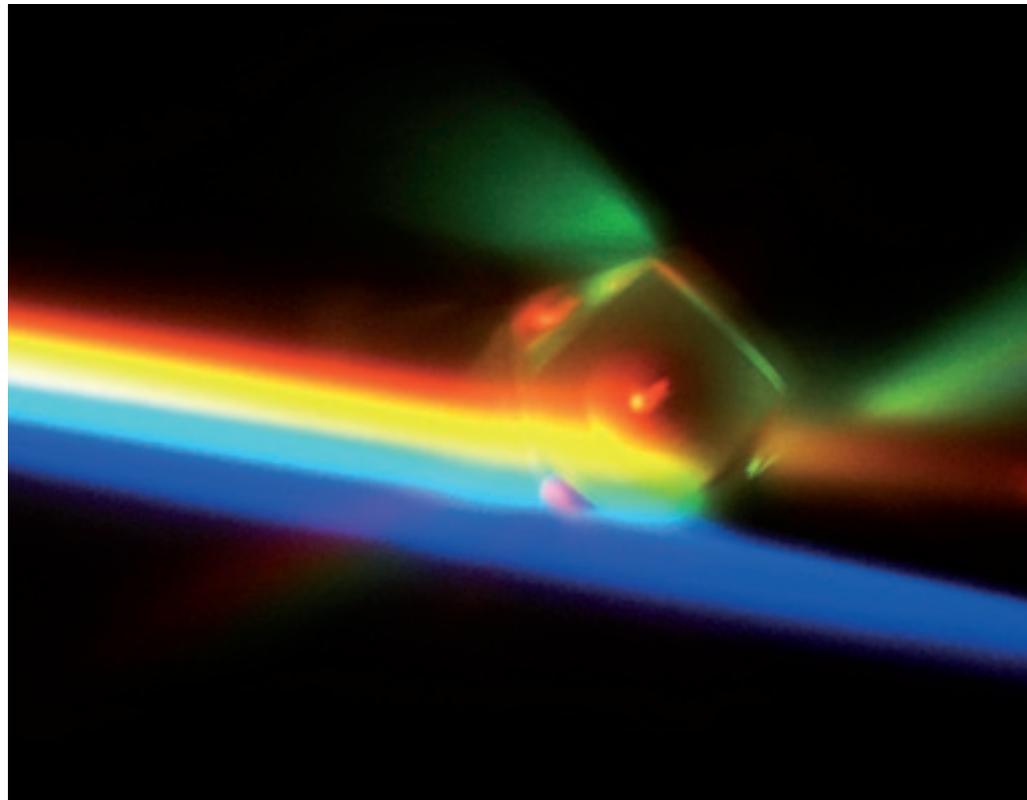
# Mit **Licht** gerechnet

## Grundlagen der Bildverarbeitung: Beleuchtung

Die Beleuchtung ist eine der wichtigsten Komponenten eines Bildverarbeitungssystems. Eine gut gewählte Beleuchtungsmethode hebt Prüfmerkmale hervor und unterdrückt störende Strukturen. Die Weiterverarbeitung des aufgenommenen Bildes wird damit wesentlich einfacher, die Applikation wird robuster. Die Beleuchtung muss jedoch stets an die Anwendung angepasst sein, und es müssen eine Reihe von technischen Randbedingungen berücksichtigt werden. Eine geschickt ausgelegte Beleuchtung ist eine sehr effiziente, unschlagbar schnelle Methode der Bildverarbeitung.

### Kontrast

Bildverarbeitung lebt vom Kontrast: Meist zerfällt das Bild in Objekte, die sich deutlich von einem Hintergrund abheben. Erst wenn Objektpixel und Hintergrundpixel getrennt sind, können weitere Informationen extrahiert werden, z. B. die Anzahl der Objekte, ihre Fläche, ihr Durchmesser und ähnliche Größen. Die Segmentierung, also die Unterscheidung von Vordergrund- und Hintergrundpixeln, wird umso einfacher, je größer der Grauwertunterschied zwischen Objekten und Hintergrund ist. Im Idealfall ist dieser Kontrast im gesamten Bildfeld annähernd gleich groß, d. h. der Hintergrund hat einen annähernd konstanten Grauwert. Aber auch bei inhomogenem Hintergrund ist eine Segmentierung möglich, solange ein lokaler Kontrast zu den Objekten im Vordergrund vorhanden ist. Es ist offenkundig, dass die Beleuchtung einen großen Einfluss auf den Kontrast im Bild haben kann.



### Durchlicht und Auflicht

Hervorragenden Kontrast liefert eine Bildaufnahme bei Beleuchtung im Durchlicht. Dabei befindet sich das Objekt zwischen Lichtquelle und Kamera. Im Gegensatz dazu spricht man von Beleuchtung im Auflicht, wenn die Lichtquelle und die Kamera auf derselben Seite des Objekts angeordnet sind. Für undurchlässige Gegenstände erscheinen die Objektpixel im Durchlicht sehr dunkel auf sehr hellem Hintergrund. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel. Diese Beleuchtungsmethode ist gut geeignet, wenn der Umfang, der Durchmesser, die Fläche, die Form und ähnliche Eigenschaften von Objekten geprüft werden sollen, die Oberflächenbeschaffenheit aber keine Rolle spielt. Meist kann das Bild dann mit einer einfachen, globalen Binarisierungsschwelle in Vordergrund und Hintergrund segmentiert werden, ohne dass die Farbe, die Struktur oder die Reflektivität der Oberfläche sich auf das Ergebnis auswirken. Auf diese Weise kann mit derselben Prüfeinrichtung beispielsweise der Innendurchmesser einer Unterlegscheibe geprüft werden, gleichgültig, ob die Scheibe aus Stahl oder Messing

gefertigt ist, ob sie hochglänzend oder matt erscheint oder ob Drehriefen vorhanden sind oder nicht. Bei einer Beleuchtung im Auflicht würden sich diese Variationen in der Oberflächenbeschaffenheit des Objekts als Strukturen im aufgenommenen Bild wieder finden und müssten mit Bildverarbeitungsalgorithmen eliminiert werden. Die Variationsbreite von Oberflächeneigenschaften ist jedoch auch bei einer industriellen Fertigung so groß, dass bei Auflichtaufnahmen immer wieder überraschende Effekte auftreten, die beim Systemtest nicht vollständig vorausgesehen werden können. Eine Durchlichtanordnung hingegen eliminiert alle Oberflächeneffekte bereits bei der Bildaufnahme und ist damit effizienter, sicherer und schneller als jede Bildverarbeitung einer Auflichtaufnahme.

Auch bei einer Durchlichtanordnung können bei der Bildaufnahme Strukturen innerhalb des Objekts entstehen, wenn der Gegenstand nicht vollständig lichtundurchlässig ist. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel. Objekt und Hintergrund können bei der Aufnahme aus Abbildung 2 jedoch immer noch sicher getrennt werden, denn die Grauwerte des durchschei-

**Sill**  
OPTICS  
Experience in optics  
**NEUE OBJEKTIVE**



**weltgrößtes beidseitig telezentrisches Objektiv**



**Teleobjektiv für Onlinebeobachtung**



**Kompakte F-Theta Objektive**



**Asphärischer LED Kondensator**

**Control**  
Halle 3  
Stand 3500  
08.-11.05.07  
Sinsheim

**SENSOR+TEST**  
Die Messtechnik Messe  
The Measurement Fair  
22.-24.5.2007, Nürnberg  
Wir stellen aus!  
Halle 9  
Stand 200

**Sill Optics**  
E-Mail: [info@silloptics.de](mailto:info@silloptics.de)  
Internet: [www.silloptics.de](http://www.silloptics.de)

nenden Schriftzugs liegen weit unter der Binarisierungsschwelle, die zur Segmentierung verwendet wurde. Auch bei diesem Beispiel wirken sich der Bräunungsgrad des Kekses, die Beschaffenheit des verwendeten Teigs oder ein zusätzlicher, vollständig oder auf Teilen der Oberfläche aufgebracht Schokoladenüberzug nur geringfügig auf das Ergebnis der Bildaufnahme aus. Wenn die verbleibenden Löcher stören, z.B. weil es bei der Prüfaufgabe nur auf die Zahl der Zähne ankommt, können die transparenten Stellen mit einer einfachen Bildverarbeitungsoperation geschlossen werden. Andererseits kann man die Durchlichtaufnahme gut verwenden, wenn gerade die Zahl und Lage der Löcher im Keks geprüft werden soll. Im Aufsicht ist es wesentlich schwieriger, die Löcher so prominent hervorzuheben wie im Durchlicht.

In Abbildung 1 sind schon mit bloßem Auge Inhomogenitäten in der Hintergrundbeleuchtung erkennbar. Da der Kontrast zwischen Objekt und Hintergrund hier sehr hoch ist, wirken sich diese Schwankungen bei der Weiterverarbeitung der Bilddaten nicht störend aus. Die Lichtquelle war in diesem Fall ein kommerzielles ebenes LED-Leuchtfeld, das aus einem LED-Array und einer vorgesetzten Streuplatte besteht. Die unterschiedlichen Helligkeiten an verschiedenen Stellen entstehen dadurch, dass einige LEDs heller leuchten als andere. Andere Leuchtfelder für Durchlichtbeleuchtungen verwenden LED-Zeilen, deren Lichtemission seitlich in eine Kunststoffscheibe eingekoppelt wird, so dass sich die Strahlung durch Totalreflexion im Innern der Scheibe ausbreitet. Wenn die Oberfläche angeraut wird, tritt ein Teil der Strahlung aus. Grundsätzlich kann durch eine gezielte Oberflächenbehandlung die Intensitätsverteilung auf dem Leuchtfeld definiert beeinflusst werden. Als Leuchtmittel sind auch Leuchtstoffröhren geeignet, wie sie z. B. bei den Durchlichttischen der technischen Zeichner, in der Reprotechnik oder für die Betrachtung von Röntgenaufnahmen eingesetzt werden.

### Richtige Belichtung

Bei der Durchlichtbeleuchtung sollte man nicht nur auf den Kontrast, sondern auch auf die Aussteuerung achten. Wie bei jeder Beleuchtungsmethode, ist es auch beim Durchlicht sinnvoll, das Bildsignal in den hellen Bereichen nicht in die Sättigung zu treiben („Überbelichtung“), denn dadurch geht Information verloren. Beispielsweise kann es bei Überbelichtung an den Rändern von Ob-

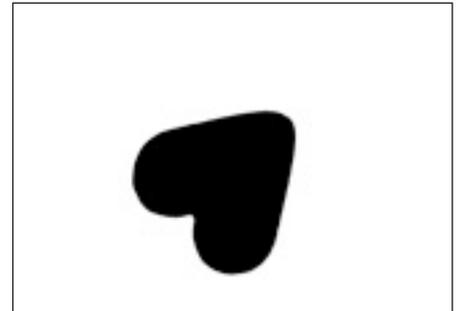
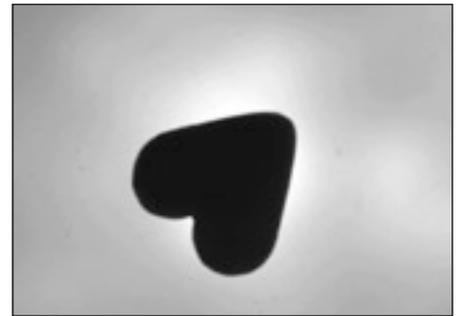


Abb. 1: Ein undurchlässiges Objekt im Durchlicht  
a: Graustufenbild; b: binarisiert

jekten zu Überstrahlungen kommen, die sich störend auf die Vermessung des Durchmessers, der Fläche oder des Umfangs auswirken. Andererseits darf das Bildsignal auch nicht zu gering ausgesteuert sein. Wenn sich Hintergrund und Objekt nur um wenige Graustufen unterscheiden, ist eine robuste Segmentierung mit einer globalen Segmentierungsschwelle nicht möglich. Es ist also sinnvoll, mit der Beleuchtung den Dynamikumfang der Kamera gut auszuschöpfen, aber einen sicheren Abstand zur Übersteuerung und zur Unterbelichtung einzuhalten. Eine typische, für die meisten Anwendungen hinreichend stabile Aussteuerung für eine 8-bit-Kamera, die 256 Graustufen liefert, sind Grauwerte in der Umgebung von etwa 200 Graustufen für den Hintergrund und von etwa 50 Graustufen für den Vordergrund.

### Ausrichtung des Lichtes

Sowohl Aufsicht- als auch Durchlichtbeleuchtung können gerichtet oder ungerichtet (diffus) ausgeführt werden. Es gibt eine große Zahl von verschiedenen Anordnungen, die sich hinsichtlich der Divergenz und der Orientierung des Strahlenbüschels zur Probe und zur Kamera unterscheiden. Beispielsweise kann eine diffuse Beleuchtung von einem LED-Leuchtfeld mit einer Streuplatte kommen, das unter  $45^\circ$  zur Oberfläche eines Prüflings angeordnet ist. Ein Halogen-Spot kann als Punktlichtquelle verwendet werden und definierte Reflexe von Kugeln erzeugen, beispielsweise bei der

Prüfung von Kugellagern auf vollständige Bestückung. Eine diffus reflektierende Halb-Hohlkugel, in die Licht eingekoppelt wird, kann eine diffuse, von allen Seiten gleichmäßig auf die Probe einfallende Beleuchtung erzeugen, die wie natürliches, diffuses Tageslicht an einem wolkenverhangenen Herbsttag wirkt und deswegen auch als Cloudy Day – Beleuchtung bezeichnet wird. Andererseits sind Laserlichtquellen und Kollimatoroptiken verfügbar, die gerichtete Lichtbündel mit sehr geringen Divergenzen erzeugen. Mittlerweile gibt es eine Reihe von Firmen, die sich auf Beleuchtungseinrichtungen für die Bildverarbeitung spezialisiert haben und ein breites Produktspektrum anbieten.

### Hellfeld und Dunkelfeld

Eine hilfreiche Klassifizierung ist die Unterscheidung in Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für die unterschiedlichen Verhältnisse bei der Ausleuchtung einer Prägung in einer reflektierenden Schlüsselfläche. Abbildung 3a ist eine Aufnahme unter undefiniertem Tageslicht in einem Laborraum. Die Prägung ist erkennbar, zeigt aber nur geringen Kontrast. Abbildung 3b ist eine Aufnahme mit einer gerichteten, kollimierten Beleuchtung. Das Strahlenbündel fällt senkrecht auf die Oberfläche ein, und die Kamera ist ebenfalls senkrecht auf die Prägung gerichtet. Die Prägung streut das senkrecht einfallende Licht diffus in alle Richtungen, während die glänzende Oberfläche des

Schlüssels das Licht direkt in die Kamera reflektiert. Die Prägung erscheint daher dunkel auf hellem Untergrund. Hier handelt es sich um eine Hellfeldanordnung. Für Abbildung 3c wurde eine Dunkelfeldanordnung realisiert. Ein kollimiertes Lichtbündel fällt schräg auf die Oberfläche des Schlüssels, die Kamera ist wieder senkrecht auf die Prägung gerichtet. Das einfallende Licht wird von der glänzenden Oberfläche spiegelnd reflektiert und kann nicht in das Objektiv der Kamera gelangen. Nur im Bereich der Prägung wird das Licht diffus in alle Richtungen gestreut, so dass ein Teil der Strahlung von der Oberfläche senkrecht nach oben remittiert wird. Die Prägung erscheint daher hell auf dunklem Untergrund. Abbildung 3d zeigt die Verhältnisse bei einer diffusen Beleuchtung, bei der das Licht aus allen Richtungen gleichmäßig auf den Schlüssel fällt. Sowohl von der spiegelnd reflektierenden Fläche als auch aus dem Bereich der Prägung kommen nun Lichtstrahlen, die sich in alle Raumrichtungen ausbreiten. Die Kamera ist wieder senkrecht auf die Oberfläche gerichtet ist. Im entstehenden Bild sind die Unterschiede zwischen der Prägung und der spiegelnd reflektierenden Fläche kaum zu erkennen.

Dieses Beispiel zeigt: eine diffuse Beleuchtung unterdrückt Oberflächenstrukturen, eine gerichtete Beleuchtung hebt Oberflächenstrukturen hervor. Die Ausprägung der gerichteten Beleuchtung als Hellfeld- oder Dunkelfeldanordnung ermöglicht wahlweise einen hellen oder einen dunklen Untergrund. Kratzer, Riefen, Erhebungen und andere topographische Oberflächenfehler werden besonders hervorgehoben, wenn das Licht gerichtet und unter sehr flachem Winkel auf die Oberfläche fällt (Streiflicht).

### Ringlicht

Bei schrägem Einfall entstehen durch gerichtete Lichtbündel helle Bildbereiche an Kanten oder Prägungen. Wenn das Licht jedoch nur von einer Seite auf das Objekt fällt, bilden sich an den abfallenden Kanten dunkle Bildbereiche und manchmal ausgeprägte Schatten. Bei Prüflingen, die nicht in einer definierten Lage an der Prüfstation ankommen, kann dies bei der weiteren Behandlung des Bildes zu Schwierigkeiten führen. Eine ringförmige, gerichtete Beleuchtung führt in einer solchen Situation zu besseren Ergebnissen. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für eine solche Aufnahme. Zur Beleuchtung wurde hier eine Halogen-Kaltlichtquelle benutzt, deren Strahlung in einen Lichtleiter-Querschnittswandler eingekoppelt wurde. Auf der



Abb. 2: Ein teiltransparentes Objekt im Durchlicht  
a: Graustufenbild; b: binarisiert

MESSE MÜNCHEN  
INTERNATIONAL

LASER 2007  
World of PHOTONICS

18. WELTLEITMESSE UND KONGRESS FÜR  
KOMponenten, SYSTEME UND ANWEN-  
DUNGEN DER OPTISCHEN TECHNOLOGIEN

LIGHT  
AT WORK

NEUE  
MESSE  
MÜNCHEN  
18.–21. JUNI 2007

[www.world-of-photonics.net](http://www.world-of-photonics.net)

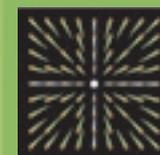




Abb. 3: Aufnahme einer Prägung auf einem Schlüssel  
a: unter undefiniertem Tageslicht; b: mit gerichteter, kollimierter Beleuchtung senkrecht von oben; c: mit gerichteter, kollimierter Beleuchtung schräg von der Seite; d: mit diffuser Beleuchtung

Auskoppelseite ist der verwendete Querschnittswandler als schmaler, ringförmiger Ausschnitt einer Kegelfläche so ausgeführt, dass das Licht unter einem Winkel von ca.  $45^\circ$  von allen Seiten gerichtet zur Mittelachse des Rings hin austritt. Die Kamera ist auf der Achse des Rings montiert. Je nach Abstand zwischen Ringfläche und Probe wird ein größerer oder kleinerer kreisförmiger Bereich gerichtet ausgeleuchtet. In Abbildung 4 ist gut zu erkennen, dass auf diese Weise eine rotationssymmetrische Beleuchtung entsteht, die die Kanten unabhängig von ihrem Verlauf auf der Münze nahezu gleichmäßig heraushebt, während ebene Flächen dunkel bleiben. Besonders gut ist dies beim Schriftzug und beim Prägejahr sowie bei den Sternen erkennbar, die teilweise hochgeprägt und teilweise tiefgeprägt sind. Das Bild hat große Ähnlichkeit mit einem Kantenbild, das aus einem konventionell aufgenommen Bild durch Nachbearbeitung mit Kantenfiltern entstanden sein könnte. Das „Kantenbild“ in Abb. 4 ist jedoch allein mit den Mitteln der Beleuchtungstechnik entstanden, ohne dass eine einzige Zeile Programmcode erforderlich ist – und das in einer „Rechenzeit“, die auch die besten Prozessoren nicht erreichen können.

### Blitzbeleuchtung

Für industrielle Anwendungen ist die Zeitstruktur der Beleuchtung oft von großer Bedeutung. Häufig werden Teile in der industriellen Fertigung auf Förderbändern durch die Prüfstation transportiert und müssen in der Bewegung aufgenommen werden. Geschwindigkeiten in der Größenordnung von mehreren Metern pro Sekunde sind keine Seltenheit. Schon bei 1 m/s Transportgeschwindigkeit wird ein Objekt während 1 ms um 1 mm versetzt. Eine Belichtungszeit von 20 ms, die bei einer 50-Hz-„progressive-scan“-Kamera ohne weitere Maßnahmen gegeben ist, führt

also zu einer Verschmierung des Bildes um 20 mm in Transportrichtung. Für die meisten Bildverarbeitungsmethoden ist diese Verschmierung nicht akzeptabel. Meist strebt man eine Bildverschmierung um weniger als eine Pixelkantenlänge an. Eine gute Möglichkeit zur Kontrolle der Bildverschmierung ist eine definiert gepulste Beleuchtung. Mit LEDs sind definierte Pulsbreiten bis herunter zu einigen Mikrosekunden und Pulsfrequenzen im Bereich einiger Kilohertz möglich. Im Pulsbetrieb können LEDs außerdem mit deutlich höherem Strom betrieben werden als im Gleichstrom-Modus. Die Lichtleistung in einem LED-Puls ist daher oft so hoch, dass das Restlicht aus der Umgebung deutlich überstrahlt werden kann. Die Bewegung wird dann durch den LED-Blitz „eingefroren“, denn das Objekt remittiert nur während der Dauer des Blitzes genügend Licht für ein Bildsignal. Dennoch ist es wie bei jeder anderen Beleuchtung auch bei LED-Blitzbeleuchtungen sinnvoll, eine Abdeckhaube, einen Tunnel oder ähnliche Abschirmungen zu verwenden, damit kein störendes Umgebungslicht auf die Probe fallen kann und die Beleuchtung allein durch die definierten Lichtquellen der Prüfeinrichtung erzeugt wird.

### LEDs

LEDs sind mittlerweile für Blitzbeleuchtungen das Leuchtmittel der Wahl. Nur in Ausnahmefällen wird man auf klassische Blitzlampen, z. B. Xenon-Gasentladungslampen, zurückgreifen, wenn extreme Anforderungen an die Lichtleistung während des Pulses gestellt werden. Während Gasentladungslampen mit Hochspannung betrieben werden, wegen ihrer Ausführung in Glas oder Keramik vergleichsweise fragil sind und auch im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit spezielle Maßnahmen in der Schaltungstechnik erfordern, handelt es sich bei LEDs um Bauelemente, die jeder Elektroniker

ohne Vorbehalte elektrisch und mechanisch in eine Schaltung integrieren wird. Zudem liegt die Lebensdauer von LEDs bei korrekter Auslegung der Versorgung bei 10.000 Stunden und mehr, die Helligkeitsschwankungen von Puls zu Puls sind deutlich geringer als bei Gasentladungslampen, und die Pulsform kann gezielt eingestellt werden. LEDs gibt es außerdem inzwischen für praktisch jeden Spektralbereich, der für die industrielle Bildverarbeitung von Bedeutung ist, vom nahen UV über Blau, Grün und Rot bis ins Infrarot und auch als breitbandige weiße LED. Der Aufbau von LED-Beleuchtungen aus Einzeldioden ermöglicht zudem die Konstruktion von Flächen, Ringen, und Zeilen aus Elementen mit unterschiedlichen Abstrahlcharakteristiken, so dass es kaum geometrische Anforderungen an eine Beleuchtung gibt, die mit LEDs nicht zu erfüllen wären.

### Leuchtstoffröhren

Beliebte Leuchtmittel für großflächige, homogene Beleuchtungen oder für die Ausleuchtung von Linien sind nach wie vor Leuchtstoffröhren. Die klassische Ausführung als dünne, zylindrische Röhre führt bereits zu einer sehr homogenen Helligkeitsverteilung in Längsrichtung. Mit einer zweiten, parallel im richtigen Abstand angeordneten Leuchtstoffröhre kann eine sehr homogene Ausleuchtung einer Fläche erreicht



Abb. 4: Aufnahme einer Münze mit ringförmiger Beleuchtung zur Hervorhebung der Kanten

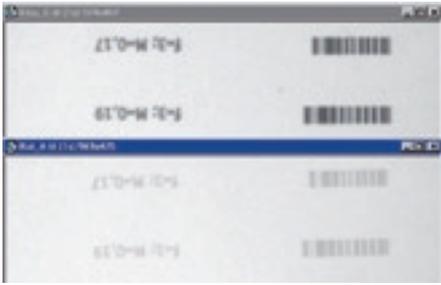


Abb. 5: Ein blau gedruckter Barcode (oben) und ein rot gedruckter Barcode (unten), beleuchtet mit einer Glühlampe und aufgenommen mit einer Graustufenkamera

werden. Bei richtiger Beschaltung haben Leuchtstoffröhren eine Lebensdauer von mehreren Tausend Stunden. Für viele industrielle Anwendungen ist dieser Zeitraum akzeptabel, wenn konstruktiv sichergestellt ist, dass der Austausch ohne großen Aufwand erfolgen kann. Leuchtstoffröhren gibt es auch als Ringleuchten, außerdem in verschiedenen Farben und als „Schwarzlichtlampe“ für das nahe UV. Asynchroner Blitzbetrieb ist mit Leuchtstoffröhren jedoch nicht ohne weiteres möglich. Sie werden daher meist als Dauerstrich-Beleuchtung eingesetzt, so dass bei bewegten Objekten der „electronic shutter“ der Kamera für das Einfrieren der Bewegung verwendet werden muss. Leuchtstoffröhren können zwar grundsätzlich mit Gleichstrom betrieben werden und emittieren dann Licht ohne Zeitstruktur. Eine kommerzielle Leuchtstoffröhrenlampe für den Consumer-Bereich arbeitet jedoch mit 50-Hz-Wechselspannung. Die Lichtemission folgt dem Zeitverhalten des Stroms, so dass die Lichtintensität mit einer Frequenz von 100 Hz moduliert ist und bei den Nulldurchgängen des Wechselstroms nahezu auf Null absinkt. Für Standard-Kameras, die mit einer Bild- oder Halbbildfrequenz von 50 Hz betrieben werden, entstehen dadurch stark ausgeprägte Schwebungen in der Helligkeit der aufgenommenen Bilder. Bei asynchron getriggerten Kameras mit Shutter-Zeiten von einigen Millisekunden oder weniger ist es purer Zufall, ob die Leuchtstoffröhre während der Belichtungszeit gerade im Minimum oder im Maximum der Lichtintensität leuchtet, so dass erhebliche Helligkeitsschwankungen von Bild zu Bild entstehen. Leuchtstoffröhren müssen folglich mit Frequenzen betrieben werden, die so hoch sind, dass die beschriebenen Effekte in der Anwendung nicht auftreten können. Auch bei einer Lichtquelle mit Hochfrequenz-Vorschaltgerät ist es ratsam, sich mit einer (wenig aufwendigen) Messung mit Photodiode und Os-

ziloskop Gewissheit über die Zeitstruktur der Beleuchtung zu verschaffen.

### Spektralverteilung

Auch die Spektralverteilung der Beleuchtung muss auf die Prüfaufgabe abgestimmt und an die Spektralverteilung der Empfindlichkeit der Kamera angepasst werden. Die Kombination dieser beiden Größen kann den Kontrast ebenso stark beeinflussen wie die Richtung und die Geometrie der Beleuchtung. Beispielsweise ergibt ein rot gedruckter Strichcode auf weißem Untergrund unter Tageslicht für den menschlichen Betrachter meist einen akzeptablen Kontrast. Bei Beleuchtung mit rotem LED-Licht wird der Kontrast hingegen deutlich geringer, denn sowohl die rote Druckfarbe als auch der weiße Untergrund remittieren einen großen Teil des roten Lichts. Ein hoher Kontrast entsteht, wenn die Beleuchtung im Wesentlichen blaues Licht enthält, weil der weiße Untergrund auch im Blauen den größten Teil der einfallenden Strahlung remittiert, während die rote Druckfarbe das blaue Licht weitgehend absorbiert. Eine Beleuchtung im Infraroten wird in diesem Fall den Kontrast nahezu zum Verschwinden bringen, weil die Remission der meisten roten Druckfarben sich im Infraroten nur geringfügig vom Rückstreuverhalten eines weißen Papiers oder Kartons unterscheidet. Entsprechend kann ein blauer Aufdruck unter der breitbandigen Beleuchtung einer Glühlampe, aufgenommen mit einer Standard-Graustufen-Kamera, zu hohem Bildkontrast führen, während ein roter Aufdruck nahezu im Untergrund verschwindet. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel. Hinzu kommt hier, dass eine Glühlampe im Infraroten mit deutlich höherer Strahlungsleistung emittiert als im Blauen. Da eine Standard-Kamera auch im Bereich von 700–900 nm noch eine nennenswerte Empfindlichkeit hat, wird der Bildkontrast durch die spektralen Verhältnisse im Roten und im Infraroten dominiert. Durch ein IR-Sperrfilter vor der Kamera kann dieser Effekt bei Bedarf stark reduziert werden.

Wahlweise kann also durch gezielte Abstimmung der Beleuchtung auf die spektralen Eigenschaften der Prüflinge und der Kamera der Kontrast im Bild angehoben oder stark abgeschwächt werden. Wenn ein Druckbild auf weißem Untergrund geprüft werden soll, ist eine Beleuchtung angemessen, deren Spektralverteilung komplementär zur Remission der Druckfarbe verläuft. Wenn der Aufdruck unterdrückt werden soll, z. B. bei der Überprüfung von bedruckten



## LASER 2007

### World of PHOTONICS

18. WELTLEITMESSE UND KONGRESS FÜR  
KOMponenten, Systeme und Anwen-  
Dungen der Optischen Technologien



#### DER SCHLÜSSEL ZUR INDUSTRIELLEN BILDVERARBEITUNG: PHOTONIK.

Die industrielle Bildverarbeitung und Photonik gehören zu den wichtigen, wettbewerbsrelevanten Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Weil sie für eine **effiziente Produktion, optimierte Prozesse und steigende Qualität** sorgen. Ihre Einsatzfelder in Industrie und Wissenschaft sind extrem vielfältig. Auf der Weltleitmesse **LASER. World of Photonics** treffen Innovation, Wissenschaft und industrielle Anwendungen in der Bildverarbeitung aufeinander – praxisorientiert präsentiert als „**light at work**“.

Das macht die **LASER. World of Photonics** zur wichtigsten Geschäfts- und Networkingplattform für alle Marktführer, Entscheider und Anwender. Genauso wie für Sie selbst.

Nutzen Sie deshalb schon jetzt die Vorteile unserer Online-Registrierung auf [www.world-of-photonics.net](http://www.world-of-photonics.net)

[www.world-of-photonics.net](http://www.world-of-photonics.net)



... lädt auf der Hannover Messe zum Thema...

## „Intelligente Bildverarbeitung als Basis optischer Inspektionslösungen“

### Zeit/Ort

Mittwoch, 18. April 2007  
12:30–13:30 Uhr  
Halle 16 Stand D18/ Forum Factory Automation

### Teilnehmer

Baumer Optronic / Dr. Ralf Grieser  
Ifm / Mike Gonschior  
Leuze electronic / Dr. Falk Hummernbrum  
Omron electronics / Peter Kostelnik  
Pepperl + Fuchs / Rainer Bönick  
Sick / Ralf Brachtendorf  
Siemens / Kirsten Drews  
GIT VERLAG / Dr. Peter Ebert (Moderation)



... lädt auf der Hannover Messe zum Thema...

## „Ethernet, eine Lösung für die Prozessindustrie?“

### Zeit/Ort

Mittwoch, 18. April 2007  
11:15–12:15 Uhr  
Halle 7 Stand E46 / Forum Interkama+

### Teilnehmer

Bayer Technology / Dr. Hasso Drathen  
MTL Instruments / Thomas Menze  
Pepperl + Fuchs / Dr. Gunther Kegel  
Profibus Nutzerorganisation / Edgar Küster  
Softing / Dr. Gerd Schneider  
GIT VERLAG / Dr. Peter Ebert (Moderation)

Textilien auf Webfehler, sollte in einem Spektralbereich beleuchtet werden, in dem die Remission oder die Transparenz der Druckfarbe hoch ist.

### Weitere Gesichtspunkte

In diesem kurzen Artikel können nur einige der Aspekte behandelt werden, die für die Auslegung einer Beleuchtung bei einer Bildverarbeitungslösung wichtig sind. Im Einzelfall können andere Gesichtspunkte dominieren. Bei der Präzisionsvermessung ist die Homogenität der Beleuchtung oft wesentlich für die erreichbare Genauigkeit. Inhomogene Beleuchtungsverteilungen können jedoch in Grenzen algorithmisch korrigiert werden („shading-Korrektur“). Auch die Kurz- und Langzeitstabilität einer Beleuchtungslösung ist für viele Methoden in der industriellen Bildverarbeitung wichtig. Häufig wird eine Binarisierungsschwelle in Abhängigkeit von der Bildhelligkeit dynamisch festgelegt, und gelegentlich wird die Helligkeit der Beleuchtung geregelt. Die vielfältigen Fragen im Zusammenhang mit der „Intensität“ wurden hier nur gestreift, können jedoch in manchen Anwendungen entscheidend sein. In diesem Zusammenhang sind auch die Leistungsaufnahme und die Wärmeentwicklung von Bedeutung. Polarisation und Kohärenz sind weitere Parameter, die bei speziellen Prüfaufgaben beachtet werden müssen.

Beispielsweise können Reflexe an Folien, Glas und metallischen Oberflächen unter Umständen mit Polarisationsfiltern unterdrückt werden, und bei Verwendung von Laserlichtquellen können lästige Tupfen (Speckle) entstehen. Andererseits können Laser sehr gut zur Ausleuchtung von Linien oder von komplexeren Mustern eingesetzt werden, z.B. beim Lichtschnittverfahren. Auch die gezielte Erzeugung von Schatten bei der 3D-Vermessung („shape by shading“) und die strukturierte Beleuchtung (Projektion von Streifenmustern mit Hilfe von Flüssigkristall-Arrays) können hier nur genannt, aber nicht erläutert werden. Nicht zuletzt sind auch die Verfügbarkeit und die Kosten der verschiedenen Beleuchtungseinrichtungen wichtige Kriterien bei der Systemauslegung.

Beleuchtung ist eine komplexe Teilaufgabe der industriellen Bildverarbeitung. Es lohnt sich jedoch, sich die Erfahrung zu erwerben, die für eine geschickte, problemangepasste Auslegung der Beleuchtung für eine Bildverarbeitungsaufgabe erforderlich ist. Eine gute Beleuchtung unterdrückt die Bildinformation, die uninteressant ist, und hebt die Merkmale hervor, die extrahiert werden sollen – und nichts rechnet schneller als das Licht!

Aufmacherbild mit freundlicher Genehmigung von [www.photocase.com/ping2k](http://www.photocase.com/ping2k).

► Autor  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp



Hochschule Darmstadt – University of Applied Sciences, Darmstadt  
Studiengang Optotechnik und Bildverarbeitung  
[heckenkamp@h-da.de](mailto:heckenkamp@h-da.de)  
[www.fbmn.h-da.de](http://www.fbmn.h-da.de)

## Reife Leistung

Sensorik von SICK – Motor für Innovationen im Automobilbau



### SICK IN KÜRZE

Absichern, Kollisionen verhindern, Navigieren, Messen, Positionieren, Identifizieren, Sortieren, Kommissionieren, Steuern und Integrieren – für fast jede Aufgabenstellung im Automobilbau bietet Sick Lösungen, mit denen in Fertigungs-, Montage-, Logistik- und Qualitätssicherungsprozessen ein bislang unerreichter Optimierungsgrad möglich ist. Ausschlaggebend hierfür sind gebündeltes, langjähriges Anwendungs-Know How in der Automatisierungs-, Sicherheits- und Identifikationstechnik in Verbindung mit innovativen, oft „Automobil-nah“ entwickelten Sensoren und Steuerungen. Hinzu kommt die kompetente und kontinuierliche Beratung über alle Lebenszyklen komplexer Maschinen und Anlagen hinweg – von der Planung und Projektierung über den Betrieb bis zu Umbau oder Modernisierung.

### Die Geschäftsfelder der Sick AG

Zunehmend intelligenter werdende Sensoren und Sensorsysteme der Fabrik- und der Prozessautomation stehen im Mittelpunkt der Aktivitäten der Sick AG. Das Unternehmen wurde 1946 gegründet und hat sich seitdem zu einem unabhängigen, weltweit tätigen Konzern mit etwa 4.300 Mitarbeitern und einem Umsatz im Jahr 2005 von 594 Mio. € entwickelt.

Das Geschäftsgebiet der **Fabrikautomation** umfasst die Produkte der Automatisierungs- und Sicherheitstechnik sowie der Automatischen Identifikation. Die Steuerung von Fertigungs- und Logistikabläufen sowie die Qualitätssicherung sind die wichtigsten Aufgabengebiete von Sensoren und Bildverarbeitungslösungen für die Automatisierungstechnik. In der Logistikautomation bietet Sick Lösungen für die automatische Identifikation von Barcodes und 2D-Codes. Auch die Höhen-, Form- und Volumenerfassung mit bei Bedarf eichfähigen Lasermesssystemen gehört zu diesem Anwendungssegment.

### **k o n t a k t**

**Sick Vertriebs-GmbH**  
Schiessstr. 56  
40549 Düsseldorf  
Tel.: 0211/5301-0  
Fax: 0211/5301-100  
info@sick.de  
www.sick.de

# Reife Leistung

## Sichere Straßenlage durch 3D-Reifenprüfung



Moderne Fahrzeugreifen sind Produkte einer hochentwickelten Technologie, die ständig weiterentwickelt werden. Dafür fallen enorme Forschungs- und Produktionskosten an. Diese sind auf Dauer von kleinen und mittleren Unternehmen nicht aufzubringen. In der Reifenindustrie vollzieht sich deshalb, wie in anderen Industriezweigen auch, im Rahmen der weltweiten Liberalisierung des Handels ein Konzentrationsprozess. Mit wenigen Ausnahmen gehört der größte Teil der am weltweiten Reifenmarkt angebotenen Marken zu großen Teilen oder ganz zu einem der fünf großen, global operierenden Mutterkonzerne. Diese Reifenproduzenten setzen mehr und mehr auf den Einsatz automatischer Prüfsysteme um die erforderliche Produktqualität sicherzustellen, den Ausschuss zu minimieren und die Herstellungsprozesse effizienter zu gestalten. Die Prüfsysteme kommen dabei sowohl in der Fertigung, als auch in der abschließenden Qualitätsprüfung zum Einsatz. Die 3D-Inspektion ermöglicht tiefe Einblicke in das Profil von Fahrzeugreifen – selbst bei „schwarz auf schwarz“ bleibt der Kamera keine Abweichung verborgen

Die sensibelsten Qualitätsanforderungen bei der Reifenherstellung finden sich in der Überwachung der Reifenseitenwand und der Profilgeometrie. Die zusätzlich unverzichtbare Rückverfolgbarkeit (Traceability) erfordert das fehlerfreie Lesen von Identifikationsdaten in Form von Klartext oder Zeichencodes, die als Erhebungen direkt in das Material eingebracht sind.

In der Vergangenheit wurden für die Reifenprüfung mechanische Tastspitzen, kapazitive Sensoren oder Punktlaser eingesetzt. Jedes dieser Prüfverfahren leidet dabei unter seinen spezifischen Einschränkungen und wurde damit oftmals zum reduzierenden Flaschenhals in der Produktion. Mechanische Tastspitzen verlangen sehr langsame Drehgeschwindigkeiten. Kapazitive Sensoren erfordern eine sehr sorgfältige Kalibrierung und eine mechanisch aufwendige, mehrachsige Positionierung. Punktlaser wiederum liefern nur Messpunkte entlang einer schmalen Ringspur. Selbst hochentwickelte 2D-Bildverarbeitungssysteme liefern wegen der Suche nach schwarzen Fehlstellen auf schwarzem Untergrund und des damit niedrigen bis fehlenden Kontrasts keine zuverlässige Erkennung.

Die 3D-Bildverarbeitung auf Basis der Lasertriangulation beseitigt diese Einschränkungen und liefert dabei Prüfer-

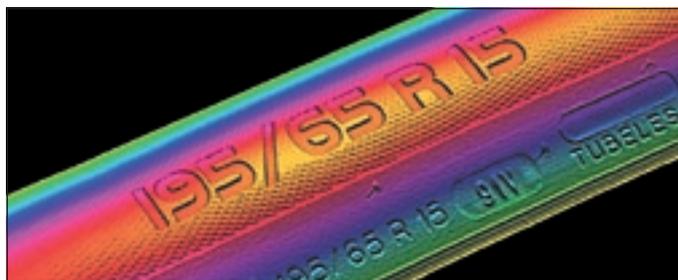
gebnisse in Höchstgeschwindigkeit. Bereits seit einigen Jahren beliefert Sick/IVP Reifenhersteller mit weltweit führender 3D-Bildverarbeitungstechnologie für die Fabrikautomatisierung. Hierbei kommen unterschiedliche Kamerafamilien zum Einsatz. Doch zunächst zur Technologie:

### 3D-Lasertriangulation – Profile schreibchenweise

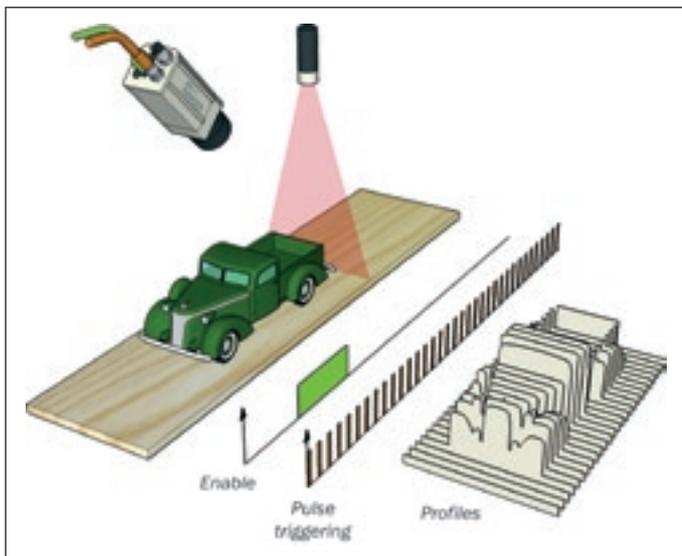
Die 3D-Lasertriangulation ist eine Hochgeschwindigkeitstechnik zum Gewinnen von Höheninformationen. Bei dieser Technologie wird eine Laserlinie auf das Prüfobjekt projiziert, eine Kamera schaut in einem Winkel dazu auf diese Laserlinie. Durch die seitliche Anordnung der Kamera erscheint die Laserlinie abhängig von der Höhe, in der sie auf das Objekt trifft, im Kamerabild mit einem Versatz. Dieser Versatz entspricht der Höhe des Objektes. Die Laserlinie erzeugt somit in der Kamera ein exaktes Abbild des

Oberflächenprofils am angestrahnten Objektquerschnitt. Ein komplettes, dreidimensionales Bild der Objektoberfläche entsteht, indem das Objekt unter der Laserlinie hindurchbewegt wird und eine Abfolge vieler Laserprofile dicht aneinandergereiht wird. Je dichter die Profile aufeinander folgen (= Aufnahmegeschwindigkeit) und je feiner der seitliche Versatz der Profile erfasst werden kann (=Kameraauflösung), desto dichter ist das Netz der einzelnen Messpunkte und um so höher die Genauigkeit, mit der gewünschte und ungewünschte Oberflächenstrukturen erkannt werden können.

Die Kameras der Ranger-Familie von Sick/IVP vereinen modernste Chip-Technologien mit der Gigabit-Ethernet-Schnittstelle, wodurch weit über 30.000 Höhenprofile pro Sekunde erfasst werden können. Für die Praxis bedeutet dies, dass bei einer Objektgeschwindigkeit von 3,5 m/s immer noch alle 100 µm ein Profilschnitt gewonnen werden kann.



Die Prüfung der Reifenseitenwand liefert Aufschluss über strukturelle Defekte wie Grübchen und Blasen und liefert zuverlässige Ergebnisse an die Prozesssteuerung



Nach einem Startimpuls wird das Profil eines Objektes „scheibchenweise“ vermessen, durch Aneinanderreihung dieser Profilschnitte aus der 3D-Lasertriangulation entsteht ein exaktes räumliches Abbild

Absolut lassen sich Auflösungen von unter 30 µm in der Höhe erzielen.

Die Smart Cameras der IVC-3D-Familie von SickIIVP sind eine Alternative zu den Ranger Hochgeschwindigkeitskameras, wenn die Verwendung eines separaten PC für die Bildauswertung nicht gewünscht ist. Nach einer einmaligen Konfiguration der Smart Camera mit einem mobilen PC arbeitet diese eigenständig und kommuniziert direkt mit der Anlagensteuerung.

### Der Reifen zeigt Profil ...

Die 3D-Lasertriangulation kommt auch bei der Profilinspektion zum Einsatz und macht die Reifenidentifikation und -kontrolle zum Kinderspiel: Die Erkennung der Profilform gewährleistet, dass der richtige Reifen mit den passenden Parametern die Prozesse durchläuft. Die Kontrolle der Profilform und der Profiltiefe gewährleistet, dass nur ausreichend ausgeformte und unbeschädigte Laufflächen die Produktion verlassen. Alle Prüfungen erfordern höchste Genauigkeit um die strengen Anforderungen der Reifenproduzenten zu erfüllen.

### ... und gibt sich zu erkennen.

Texte und Produktionscodes auf den Seitenwänden der Reifen werden mit OCR-Techniken (Optical Character Recognition) gelesen. Die Prüfung der Lesbarkeit dieser Informationen garantiert die spätere Identifikation und Rückverfolgbarkeit des Reifens. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass genau der Reifen vor der Kamera liegt, der im Prozess dort erwartet wird. Da Text und Code lediglich als Erhebung des sonst homogenen Materi-



Ein Profil, viele Informationen: Die Profilform hilft bei der Identifikation des Reifentyps, der Soll-Ist-Abgleich des Profils deckt auch kleinste Profilfehler auf, Profilaussendurchmesser und Tiefe sind weitere Gütegrade im Prozess

als vorhanden sind und sich schwarz auf schwarz auf einem gekrümmten Hintergrund darstellen, spielt hier die 3D-Lasertriangulation der Ranger Kameras von SickIIVP ihre Vorteile voll aus – die Erkennung kleinster Höhenunterschiede bei minimalen Kontrasten.

### Damit nichts schief geht

Moderne Fahrzeugreifen werden aus mehreren Lagen aufgebaut, unter anderem auch aus aneinandergeordneten Gummilappen. An den Stoßstellen der Lappen einer Lage dürfen diese weder überlappen, noch darf ein zu breiter Spalt zwischen diesen entstehen. 3D-Smart Cameras von SickIIVP prüfen kontinuierlich die Spaltbreite und melden kritische Abweichungen sofort.

Die weltweit ersten 3D-Smart Cameras von SickIIVP bieten mit ihrem fest eingebauten Triangulationslaser eine robuste, fertig ausgerichtete und kalibrierte Lösung in vier Größenabstufungen. Die Kameras der Ranger-Familie liefern anderweitig nach wie vor unerreichte Geschwindigkeiten.

IVC-3D – Die Smart Camera bringt Kamera, Triangulationslaser und Auswerteeinheit in einem Gehäuse unter und kommt daher ohne weitere Hardware zurecht



► Autor  
**Ralf Brachtendorf**,  
 Portfolio Manager Machine Vision  
 Sick Vertriebs-GmbH, Düsseldorf  
 Tel.: 0211/5301-0  
 Fax: 0211/5301-100  
 info@sick.de  
 www.sick.de



▲ Als T-Modell an einer Linearachse bleibt der Arbeitsraum unter dem Roboter frei, so dass er die ganze Beweglichkeit aus dem integrierten Visionsystem nutzen kann



## Alles **inklusive**

**Flexibel und wirtschaftlich mit der Kombination Roboter/Bildverarbeitung**

Roboter mit Visionsystem? Einen besonderen Neuigkeitswert hat das Thema gewiss nicht. Aber dass sich Fanuc Robotics als einziger Roboterhersteller seit mehr als zwei Jahrzehnten mit der Visionstechnik beschäftigt, muss einen guten Grund haben. „Signifikante Kostenreduzierung“ soll der Einsatz der Kombination Roboter und Bildverarbeitung aus einer Hand bringen. Da die Hardware der Visionstechnik vorinstalliert ist, kann das zumindest bestätigt werden.

Dabei ist das Thema „Vision“ für Fanuc keineswegs neu. Einige Roboterhersteller hatten schon seit Anfang der 80er Jahre Hoffnungen auf die Visionstechnik gesetzt. Doch die Bildverarbeitung war zu diesem Zeitpunkt noch keine Plug & Play-Technik. Und so gaben viele Unternehmen die Entwicklung wieder auf. Fanuc bewies einen langen Atem und präsentierte 1984 ein erstes Visionsystem. Mittlerweile sind nach Auskunft des Unternehmens einige Tausend Visionsysteme weltweit in zahlreichen unterschiedlichen Applikationen installiert. Gemessen an den Spezialisten in der Bildverarbeitung mögen die Zahlen gering erscheinen. Mit der kontinuier-

lichen Arbeit auf diesem Gebiet wurden jedoch unschätzbare Praxiserfahrungen gesammelt.

So kann Gerald Mies, Geschäftsführer Fanuc Robotics Deutschland, die jüngst veröffentlichten Zahlen des Fachverbandes Robotik + Automation zum Wachstumsmarkt „Bildverarbeitung“ nur bestätigen: „Das Visionsystem ist endgültig zum Teil des Roboters geworden und nicht mehr nur eine Option, die an den Roboter adaptiert werden muss.“ Das Unternehmen und seine Kunden profitieren von der direkten Integration des Visionsystems in die Steuerung.

### Strategisches Plus im Wettbewerb

Das eigene Visionsystem ist aus Sicht von Klaus Wagner, als Geschäftsführer von Fanuc Robotics Deutschland verantwortlich für die Technik, durchaus ein strategisches Plus im Wettbewerb. Zusammen mit der dritten Version der Robotersteuerung, der R-J3iC, hatte Fanuc Robotics im vergangenen Jahr auch die komplette Integration des Visionsystems, genannt „iRVision“, vorgestellt. Dabei ist mit Ausnahme der Kamera die komplette Vision-Hardware bereits im Steuerschrank untergebracht. Die erforderliche Software

ist standardmäßig installiert. Lediglich die Kamera muss noch angeschlossen werden. Klaus Wagner beneidet die amerikanischen Kollegen um die griffige Umschreibung „ready to use vision package“, was einen wesentlichen Vorteil des Systems einfach beschreibt.

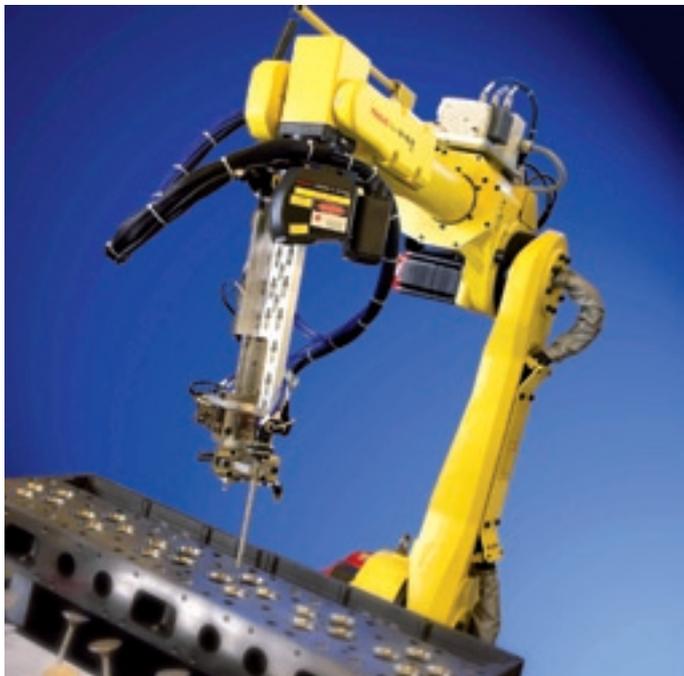
Nicht dass sich andere Visionsysteme nicht auch komfortabel aufbauen und in Betrieb nehmen lassen: Beim „iRVision“ sind jedoch Fehlerquellen bei der Integration ausgeschlossen. Um bereits laufende Roboter nachträglich mit einem Visionsystem ausstatten zu können, gibt es noch drei weitere Varianten des Visionsystems für 2D- und 3D-Aufgaben.



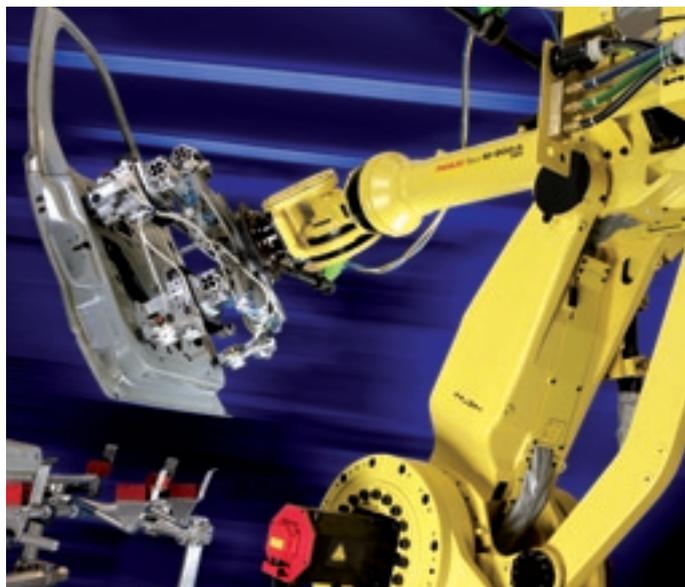
Gerald Mies: „Wir sind im Zeitalter der „sehenden“ Roboter.“



Klaus Wagner: „Das integrierte Visionsystem ist im Zeitalter des intelligenten Roboters ein großes Plus für Fanuc Robotics.“



▲ Für Bin-Picking und Blechhandhabung besonders geeignet: 3DL Vision Sensor mit 3D-Vermessung und 2D-Bildverarbeitung



▲ Dank Kamera und Bildverarbeitung ist das Handling unterschiedlicher Varianten für den M-900i eine leichte Aufgabe

## Strategie der Unabhängigkeit

Warum ein Hersteller wie Fanuc überhaupt auf die Visiontechnik setzt, erläutert Klaus Wagner: „Bei manchen Aufgaben ist der Einsatz eines Visionsystems nicht nur Teil der Automatisierung; das Visionsystem ist sogar der Teil, ohne den sich eine Automation überhaupt nicht wirtschaftlich darstellen lässt.“ Das habe man bei den Entwicklern von Fanuc schon frühzeitig erkannt – nicht zuletzt aufgrund der Erfahrungen in der eigenen Fertigung. „Wir müssen bei einer Aufgabenstellung, bei der Bildverarbeitung eine technische Lösung verspricht, nicht lange probieren, ob das tatsächlich machbar ist.“ Diese Unabhängigkeit ist von Fanuc gewünscht und von Kunden geschätzt.

Praktisch genutzt wird die Kombination Fanuc-Roboter plus Visionsystem beispielsweise in einer Pressenanlage im Opel-Werk Bochum – wenn auch in einer älteren Variante. Dort werden aus der Pressenanlage kommende Seitenteile auf einer Linie per Kamera identifiziert und vom Roboter in bereitstehende Behälter abgelegt. Unterschiedliche Teile erfordern keinerlei Umbau; der laufende Betrieb muss bei einer solchen Konstellation nicht unterbrochen werden – jedenfalls nicht, um den Roboter neu einzuweisen.

In sehr viel kleinerem Maßstab hat das Schweizer Systemhaus Robotec Solutions, Seon, eine Anlage zur Sortierung von Blechteilen realisiert. Dort kommt zur Kombination von Roboter und Visionsystem noch die Software „Line Tracking“ hinzu: Auf einem Band chaotisch ankommende Teile werden per Kamera erfasst und von zwei schnellen Robotern des Typs M-6iB in schnellem Wechsel vom lau-

fenden Förderband gegriffen und geordnet zur weiteren Verarbeitung abgelegt. „Line Tracking“ koordiniert dabei die Bewegung des Roboters mit der des Förderbandes. Die Applikationsingenieure konnten sich dabei ganz auf die Inbetriebnahme der Anlage konzentrieren und mussten sich nicht großartig mit Integrationsfragen des Visionsystems aufhalten.

## Ordnung im Chaos

Gibt es exakt definierte Positionen, an denen der Roboter ein Bauteil oder Werkstück aufnehmen und wieder ablegen kann, ist ein Visionsystem, zumindest für das Roboterhandling, überflüssig. Solange die Bauteilpresse das immer gleiche Teil fertigt und in der immer gleichen Position dem Roboter anliefert, braucht man bestimmt keine Kamera zur Positionsbestimmung. In einer Variantenfertigung kommt es nun darauf an, chaotisch ankommende Teile zu identifizieren und weiter zu handhaben. Galt lange Zeit für die Fertigung: Eine einmal hergestellte Ordnung soll möglichst aufrecht erhalten bleiben, kann dieser „Lehrsatz“ nicht mehr als unumstößlich gelten.

In einer auftragsbezogenen Fertigung bestimmter Losgrößen dagegen kommt es auf eine schnelle Umrüstung an. Das kann ins Geld gehen, wenn zur Positionierung von Teilen entsprechend aufwändige Vorrichtungen erforderlich sind. Das kommt beim Handling weniger häufig vor als bei Bearbeitungsaufgaben – zu vernachlässigen ist das trotzdem nicht.

In beiden Fällen kann ein leistungsfähiges Bildverarbeitungssystem wie das iR-Vision gute Dienste leisten. Wie bei Fanuc üblich, sind solche Komponenten und Systeme im Rahmen der eigenen

Fertigung praxiserprobt. So gibt es in der manuellen Fertigung von Roboterachsen keine festen Vorrichtungen mehr. Das zu bearbeitende Gussteil für den Roboterfuß kann per Handwagen in die Fertigungszelle geschoben werden.

## Hohe Schule der Automatisierung

Seit der EMO 2005 war es um die „Intelligent Robot Cell“ allerdings etwas still geworden. Klaus Wagner sieht darin keinen Grund zur Beunruhigung: „Diese autarke Zelle ist ja auch kein Produkt, sondern im Prinzip die Realisierung einer Konzeption. Das ist die hohe Schule der Automatisierung.“ Für ihn ist das iR-Vision-System das Ergebnis der langjährigen Entwicklung und Erprobung im eigenen Haus: „Wir haben die Komplexität aus dem Thema rausgenommen.“ Roboter und Vision seien nicht länger zwei Welten, zu deren Verknüpfung es hoher Ingenieurskunst bedürfe. Die Kamera per Kabel an die Steuerung anschließen – schon ist das System betriebsbereit.

Wie in vielen praktischen Einsätzen zu sehen, ist nicht eine einzelne Eigenschaft des iR-Vision-System der ausschlaggebende Punkt – vielleicht mit Ausnahme der standardmäßigen Integration. Auch das Fanuc-Visionsystem muss eingelernt werden, die Beleuchtung muss stimmen. Der nächste Schritt wäre dann der „Griff in die Kiste“ – aber das ist ein anderes Thema.

### ► Kontakt

Fanuc Robotics Deutschland GmbH,  
Neuhausen a. d. F.  
Tel.: 07158/9873-0  
Fax: 07158/9873-100  
sales@fanucrobotics.de  
www.fanucrobotics.de

# Objektiv betrachtet

In der industriellen Bildverarbeitung verzeichnet das Marktsegment „Automotive“ in Europa mit 22 % den größten Umsatz aller Branchen (Quelle: Marktanalyse EMVA). Die großen und weltweit operierenden Autobauer müssen sich dem Druck der internationalen Konkurrenz stellen und drängen so fortlaufend auf Kostenoptimierung in den Produktionsprozessen bei gleich bleibenden oder verbesserten Qualitätsstandards. Genau diese Forderungen lassen sich mit modernen Bildverarbeitungssystemen erfüllen. Hierbei ergeben sich viele Anwendungen, die zum Teil sehr unterschiedliche Anforderungen an die Komponenten des Systems stellen.

## Erfolgsfaktor Objektivauswahl für Bildverarbeitungsapplikationen



Quelle: www.photocase.com und Jos. Schneider Optische Werke

### Objektive für Crashtests

Die Sicherheit von Autos wurde über Jahre entwickelt und schreitet auch heute noch immer weiter fort. Hierzu wird das Verhalten des Autos im Fall eines Zusammenstoßes genau untersucht. Mit speziellen Hochgeschwindigkeitskameras kann der Vorgang des Crashes aufgenommen und später analysiert werden.

Wird die Kamera in der Fahrgastzelle angebracht, treten beim Crash extreme Bedingungen auf. Die sehr hohen Beschleunigungskräfte beschädigen oder

zerstören empfindliche Standardkomponenten wie z.B. das Objektiv an der Kamera. Handelsübliche C-Mount Objektive, wie sie bei einfachen statischen Bildverarbeitungsanwendungen oft eingesetzt werden, halten die großen Kräfte nicht aus. Aus Kostengründen wird bei diesen einfachen Standardobjektiven meistens die Optik in einem Gehäuse aus Kunststoff montiert. Man kann hierbei durch Klebstoff von außen eine Verbesserung der Widerstandskraft erreichen, wenn jedoch die Halterungen der einzelnen Linsen im Innern brechen, verrutschen die Linsen und sitzen nicht mehr

an der richtigen Stelle. Eine Verschiebung der Linsen von wenigen Mikrometern hat bereits einen deutlichen Einfluss auf die optische Abbildungsleistung. Wird die ursprüngliche Lagetoleranz, die beim Design dieses Objektivs festgelegt wurde, überschritten, wird die Qualität des Bildes in der Kamera stark vermindert. Aus diesen Gründen sind bei einem solchen Crash-Test Objektive einzusetzen, die in einem soliden Metallgehäuse montiert sind. Hierbei sollten die einzelnen Glieder nach der Montage speziell gesichert werden, um ein Lösen der Elemente zu verhindern.

## The Future



Die Fokus- und Blenden-einstellung sollte zuverlässig geklemmt werden, um eine gute Bildqualität im Verlauf des Crashtests zu gewährleisten. Die Kompaktobjektive von Schneider-Kreuznach verfügen über einen robusten Feststellmechanismus, der ein spielfreies Fixieren von Fokus und Blende erlaubt.



Objektive für ein Bildverarbeitungssystem an einem Roboterarm

### Objektive für Roboterführung

Aus Kosten- und Effizienzgründen ist in der Automobilbranche die Produktion zu einem sehr großen Teil automatisiert, wobei der Einsatz von Robotern unerlässlich ist. Die Führung eines Roboters, z. B. bei Montageschritten, erfolgt häufig durch ein Bildverarbeitungssystem. Auch in Fügeprozessen mit Klebstoff wird die Führung des Klebstoffdispensers sowie die Kontrolle der Klebstoffraupe



Robuste C-Mount Kompaktobjektive von Schneider-Kreuznach

oft mit Kameras realisiert. Bei einem Schweißprozess wird die Schweißnaht durch ein entsprechendes Inspektionssystem überprüft. Bei den Bewegungen des Roboterarms können ebenfalls hohe Beschleunigungskräfte auftreten. Da in solchen automatisierten Fertigungsprozessen häufig im Mehrschichtbetrieb rund um die Uhr gearbeitet wird, ist jeder Stillstand des Bandes eine mittlere Katastrophe, da hierdurch die Produktivität gesenkt wird und jede Minute Stillstand erhebliche Kosten verursacht. Die Zuverlässigkeit der einzelnen Komponenten ist hierbei ein ganz wichtiger Faktor bei der Auswahl dieser Komponenten. Eine Ersparnis beim Objektiv ist in der Regel nicht empfehlenswert, wenn hierdurch das Ausfallrisiko durch mechanische Instabilität erhöht wird.

### Objektive für die 3D Vermessung und Digitalisierung

Die Erfassung der 3-dimensionalen Form von Bauteilen spielt unter anderem auch in der Automobilindustrie eine bedeu-



Objektive in einem 3D-Messsystem

tende Rolle. Hierbei können unterschiedliche Prinzipien je nach Aufgabenstellung angewendet werden. Die Technik der Streifenprojektion mit der Erfassung durch ein Stereo-Kamerasystem ist weit verbreitet. Hierbei wird wie bei dem menschlichen Sehsinn das auf das Objekt projizierte Streifenmuster mit zwei Kameras aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet. Die Daten werden dann im Rechner in ein digitales dreidimensionales Bild überführt. An die hierbei verwendeten Objektive für die Projektion des Streifenmusters werden andere Anforderungen gestellt als an die Objektive für die Abbildung der Streifen auf den Sensor der Kamera. Bei der Projektion werden starke Lichtquellen verwendet, somit muss das Objektiv für hohe Lichtleistungen ausgelegt sein. Um die Intensität an unterschiedliche Umgebungsbedingungen anzupassen, ist insbesondere darauf zu achten, dass die Blende eine entsprechende Widerstandsfähigkeit ge-



# in your Hands

Zwei neue Serien erweitern das Programm von Allied Vision Technologies auf mehr als 70 Firewire Kamera-Modelle: PIKE mit IEEE1394b (S800), von VGA bis 4 Megapixel und 15 bis 205 fps. Und GUPPY, die Entry Level-Kameraserie mit VGA, SVGA, Wide VGA, CCIR, EIA – von 30 bis 60 fps.

gen eine hohe Bestrahlungsstärke und die dadurch hervorgerufenen hohen Temperaturen aufweist. Wird mit Weißlicht projiziert, sollte das Objektiv eine sehr gute Korrektur der chromatischen Aberration aufweisen. Eine mittelmäßige Farbkorrektur bei einfachen Standardobjektiven führt zu Farbsäumen in den projizierten Streifen, die die Messgenauigkeit des Systems stark herabsetzen. Die abbildende Optik beeinflusst ebenfalls die Messgenauigkeit des Systems. Hierbei ist eine geringe Verzeichnung wünschenswert, für eine sehr hohe Genauigkeit wird die verbleibende Verzeichnung des Objektivs durch eine Kalibrierung des Systems ausgeglichen. Ein zu schwacher Kontrast bei kleinen Strukturen führt zu einer Begrenzung der Auflösung im Bild auf dem Sensor. Die MTF-Spezifikation (Modulations Transfer Function) des in Frage kommenden Objektivs erlaubt eine Abschätzung des erzielbaren Kontrasts des Bildes. Die MTF-Daten eines Objektivs sollten in jedem Fall bei der Auswahl berücksichtigt werden, um eine Limitation der Gesamtleistung des Systems durch die Optik auszuschließen. Hierbei hängt die zu fordernde MTF des Objektivs von den jeweiligen Systemparametern ab. So gibt z. B. die Pixelgröße des verwendeten Sensors in der CCD Kamera die Nyquist-Frequenz vor, das ist die maximal erreichbare Auflösung. Die Anforderung an die Objektiv-MTF ergibt sich dann aus der Nyquist-Frequenz, der Sensorgröße, dem Abbildungsmaßstab und der Blendenöffnung.

### Objektive für die Bauteil-Prüfung

Für die Qualitätskontrolle in der Serienproduktion von Bauteilen werden optische Inspektionsverfahren eingesetzt. Das System mit digitalen Kameras und entsprechenden Objektiven muss für die speziellen Anforderungen konzipiert



Objektive in einem Inspektionssystem für Formteile



Objektive in einem Rohrmessgerät

werden. So werden z. B. an Synchronringen für die Automobilindustrie Parameter wie Vollständigkeit, Form- und Konturabweichungen, Unebenheiten, Synchronringdurchmesser, Synchronringhöhe und Unrundheit mit Maßabweichungen größer 0,1 mm gemessen. Durch optische Prüfung werden Oberflächenfehler, wie z. B. Schlag- und Druckstellen oder sichtbare unbearbeitete Zylinderflächen, detektiert. Die Anforderungen an die verwendeten Objektive sind hohe optische Auflösung bei kleiner Bauform.

Bei höheren Anforderungen, wie z. B. bei Präzisionsmessung an rotations-symmetrischen Teilen werden in der Vorfertigung für den Automobilbau spezielle telezentrische Objektive eingesetzt, die keine Veränderungen von Messgrößen in der x-y-Ebene bei Verschiebung in der z-Ebene im rauen Industrieinsatz zur Folge haben. Mit solchen Objektiven in Verbindung mit hoch auflösenden Ka-

meras und entsprechenden Prüfprogrammen werden Messgenauigkeiten für Durchmesser, Längen und Einhaltung von Konturen im Mikrometerbereich erreicht.

Bremsleitungen und Auspuffrohre werden zur Ermittlung von Rüst- und Korrekturdaten bis hin zur produktionsbegleitenden Qualitätssicherung mit optischen Rohrmessgeräten hochgenau vermessen. Systeme mit mehreren stationären hoch auflösenden CCD-Kameras erfassen die Rohrgeometrie mit einer Messgenauigkeit von bis zu  $\pm 0,1$  mm.

### Optik bestimmt System-Performance

Die aufgeführten Beispiele machen deutlich, dass die Auswahl eines geeigneten Objektivs für ein Bildverarbeitungssystem in der Automobilbranche von mehreren Faktoren abhängt. Die Optik ist eine wesentliche Komponente, die entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Gesamtsystems hat. Der Systemintegrator sollte deshalb bereits zu Beginn des Entwicklungsprojektes die Auswahl eines geeigneten Objektivs mit den Optikherstellern diskutieren, um mögliche Limitationen der Gesamtleistung bei der Systemintegration zu vermeiden.

► Autor  
Dirk Muschert,  
Director of Marketing



Jos. Schneider Optische Werke GmbH, Bad Kreuznach  
Tel.: 0671/601-389  
Fax: 0671/601-108  
muschertd@schneiderkreuznach.com  
www.schneiderkreuznach.com/industrieeoptik

**SAC** Sirius Advanced Cybernetics GmbH  
www.sac-vision.de sales@sac-vision.de

SAC Systemlösungen für die industrielle Bildverarbeitung garantieren, dass Ihre Produkte 100%ig optisch geprüft ausgeliefert werden. Unsere Systeme erfüllen höchste Ansprüche in der optischen Qualitätssicherung - seit über zehn Jahren weltweit.



**Bildverarbeitung/Optische Messtechnik**  
**Was gibt's Neues?**

Täglich neue Produkte & Anbieter

sowie kostenfreie

Produkt-Newsletter auf



**www.PRO-4-PRO.com/msr**

**PLAYS WELL WITH OTHERS**

Complies with the IIDC v1.31 standard to work seamlessly with third-party imaging software and drivers. Backward compatible with IEEE-1394a.

**BIG FEATURES. SMALL PACKAGE.**

At 29x29x30mm, it's the smallest IEEE-1394b camera in the world. It fits where you need it to fit.

**FOLDING IN FUNCTIONALITY**

One rigid-flex circuit board folded multiple times uses less space, improves signal integrity and offers superior reliability.

**IT'S A CONTROL FREAK**

The FPGA controls it all (on-board color processing, binning, image sync, exposure and more) and can be upgraded with new functionality in the field.

**SENSITIVE BITS**

Progressive scan Sony® CCDs and 12-bit A/D for quality digital imaging.

**0.3M, 0.8M, 1.4M OR 2.0M**

Delivering the resolutions and frame rates you need.

**DÉPENDABLE**

Designed and manufactured for industrial use. Backed by a two-year warranty.

**GET COORDINATED**

Trigger the camera. Strobe a light. Connect to a GPS.

**HERE WHEN YOU NEED US**

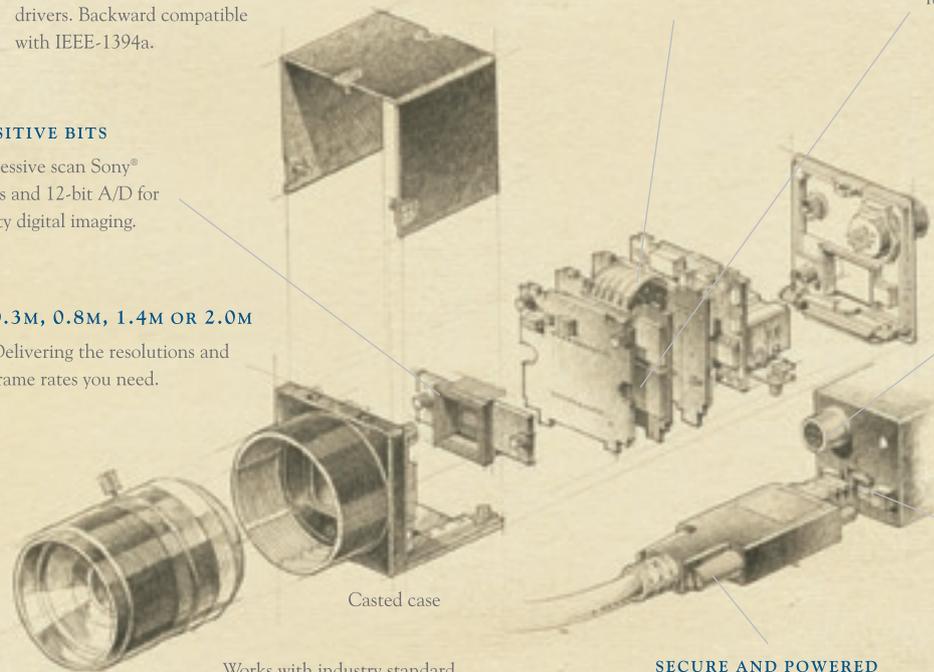
Easy access to responsive experts and online resources to resolve technical questions and issues quickly.

**THE WIRE IS ON FIRE**

The IEEE-1394b 800Mb/s bus provides reliable, deterministic communication with guaranteed bandwidth. So reliable, it's used in jet aircraft.

**SECURE AND POWERED**

Locking cables guarantee a secure connection to the camera, and carry both data and power.



Casted case

Works with industry standard C-mount lenses.

# ANATOMY LESSON: FLEA 2

Learn more at [www.ptgrey.com/fi](http://www.ptgrey.com/fi)



DRAGONFLY®2



FIREFLY® MV



FLEA® 2



GRASSHOPPER™



SCORPION®

Point Grey Research® Inc. is a worldwide leader in the development of advanced digital camera systems. Point Grey designs, manufactures and distributes IEEE-1394 cameras, stereo vision cameras and spherical digital video cameras, directly and through a network of distributors, to a broad spectrum of industries.



10 Years of Innovation in Imaging

PTGREY.COM CANADA USA EUROPE JAPAN KOREA

# Künstliche Intelligenz

## Einsatz von neuronalen Netzwerken in der Bildverarbeitung

Aktuelle Bildverarbeitungs-lösungen verwenden Klassifikation mit neuronalen Netzwerken zur robusten und reproduzierbaren Verifizierung und Produktidentifikation bei Prüfaufgaben in der Automobilindustrie. Neuronale Netzwerke versuchen Prinzipien der Informationsverarbeitung im Gehirn zu nutzen und sind daher bestens für maschinelle Bildverarbeitung geeignet.

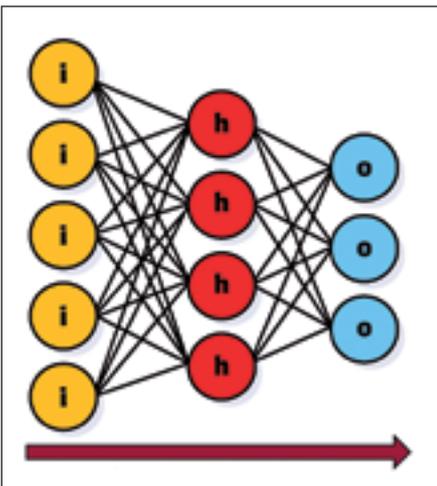
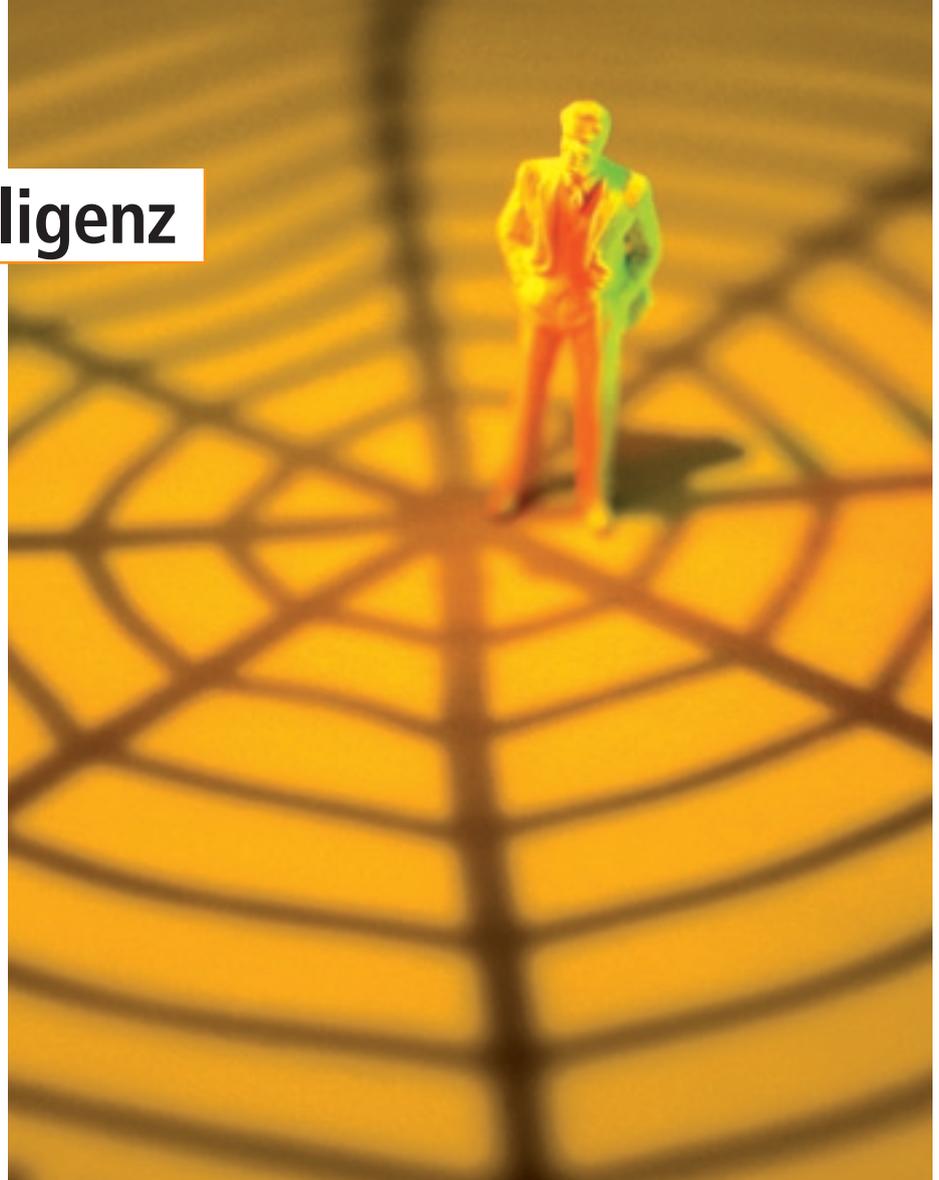


Abb. 1: Dreischichten-Perzeptron

Die informationsverarbeitenden Fähigkeiten des Gehirns beruhen auf der großen Anzahl von Neuronen und der noch größeren Anzahl an Verbindungen zwischen diesen im Grunde genommen einfachen Prozessoren. Analog hierzu besteht ein künstliches neuronales Netzwerk aus einer großen Anzahl einfacher Einheiten, die durch viele gewichtete Verknüpfungen verbunden sind. Diese Architektur ermöglicht die Realisierung nahezu beliebiger Transferfunktionen, d.h. Beziehungen zwischen den Ein- und Ausgangssignalen. Die tatsächlich realisierte Transferfunktion hängt von den Gewichtungen der internen Verbindungen ab. Einer der Hauptvorteile neuronaler Netzwerke besteht darin, dass es nicht notwendig ist, diese Funktion explizit zu spezifizieren.



Mit Hilfe von Trainingsalgorithmen können neuronale Netzwerke die zur Erzeugung der gewünschten Beziehung zwischen Ein- und Ausgang notwendigen Gewichtungen aus einer Reihe von Trainingsmustern ableiten. Bildverarbeitungssoftware wie das Softwarepaket „NeuroCheck“ der NeuroCheck GmbH verwendet Netzwerke vom Typ Multilayer-Perzeptron, einer weit verbreiteten und erfolgreich eingesetzten Netzwerkart. Sie bestehen aus drei Schichten mit Verarbeitungseinheiten. Die einzige Funktion der ersten Schicht besteht im Empfang der Eingangssig-

nale und ihrer Weiterleitung an die zweite Schicht. Die zweite Schicht wird auch als „verborgene Schicht“ bezeichnet, da sie für den Anwender nicht unmittelbar sichtbar ist. Hier findet die eigentliche Signalverarbeitung statt. Die interne Repräsentation des Musters, das durch diese Verarbeitung erzeugt wird, wird von der letzten Schicht in ein Ausgangssignal umgewandelt, das die Klassenzugehörigkeit des Eingangsmusters direkt kodiert.

Neuronale Netzwerke dieser Art können beliebig komplexe Beziehungen zwischen Merkmalswerten und Klassenbezeichnungen herstellen. Die dem Netzwerk tatsächlich innewohnende Beziehung hängt von den Gewichten der Verknüpfungen zwischen den Schichten ab und kann durch spezielle Trainingsalgorithmen aus einem Satz von Trainingsmustern erzeugt werden. Abbildung 1 zeigt ein einfaches Netzwerk mit fünf Eingängen (i), vier verborgenen Einheiten (h) und drei Ausgängen (o). Typische Netzwerke für die Ziffernerkennung besitzen zwischen 100 und 300 Eingängen, 10 bis 50 verborgene Einheiten und 10 Ausgangseinheiten (eine für jede Ziffer).

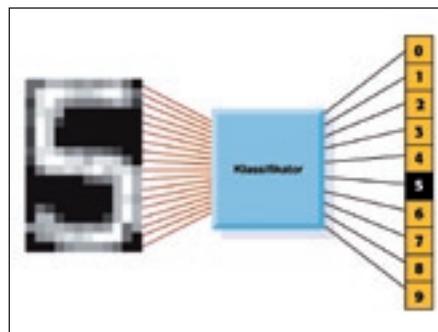


Abb. 2: Die Zahl 5, dargestellt durch ein 216 Byte-Bild wird durch den Klassifikator auf 2 Byte reduziert

## Training neuronaler Netzwerke

Ein Trainingsmuster besteht aus einem Eingangssignal, d.h. einer Menge von Merkmalswerten oder Mustern zur Zeichenerkennung, und der richtigen Klasseninformation für das durch die Merkmalswerte beschriebene Objekt. Die Trainingsmuster werden wiederholt vom Netzwerk verarbeitet. Im Falle eines Fehlers, also einer Abweichung des tatsächlichen Netzwerkausgangs von der richtigen Klasseninformation, werden die internen Gewichte des Netzwerks derart geändert, dass die Abweichung reduziert wird, bis nach einer Reihe von Trainingsdurchläufen alle Trainingsmuster richtig erkannt werden.

### Aufbau einer neuronalen Netzwerkanordnung

Der erste Schritt ist eine genaue Spezifikation der Klassifizierungsaufgabe. Hierbei werden normalerweise die benötigten Klassen definiert, wie z. B. 10 Klassen („0“-„9“) für die Ziffernerkennung, 26 für das vollständige Alphabet oder „gut“ – „schlecht“ für eine einfache Qualitätsbeurteilung.

Im nächsten Schritt werden die Merkmale zur Beschreibung des Objekts aus-

gewählt. Die Merkmale müssen Eigenschaften des Objekts repräsentieren, die zur möglichen Unterscheidung der Klassen relevant sind. Abgesehen von dieser Anforderung hängt die Auswahl der Merkmale wesentlich von der jeweiligen Problemstellung ab und muss unter Umständen überarbeitet werden, sollte sich herausstellen, dass die Objekte mit den gewählten Merkmalen nicht verlässlich erkannt werden können. Im nächsten Schritt müssen Trainingsdaten erzeugt werden, was bedeutet, dass eine Sammlung von Objekten gespeichert werden muss, die durch die gewählten Merkmalswerte beschrieben sind. Diese Objekte müssen dann den entsprechenden Klassen manuell zugewiesen werden.

Bei der Software NeuroCheck beschränkt sich die Netzwerkkonfiguration auf das Einstellen der Anzahl verborgener Einheiten, da die Eingangs- und Ausgangskonfiguration bereits durch die Problemspezifikation vorgegeben sind. Danach kann das Netzwerk trainiert werden. Sollte ein Netzwerk der gegebenen Größe nicht in der Lage sein die Klassifizierungsaufgabe zu lernen, dann muss die Netzwerkgröße geändert werden.

Schließlich muss der Klassifikator getestet werden, vorzugsweise mit einem Satz Musterdaten, die nicht zum Trai-

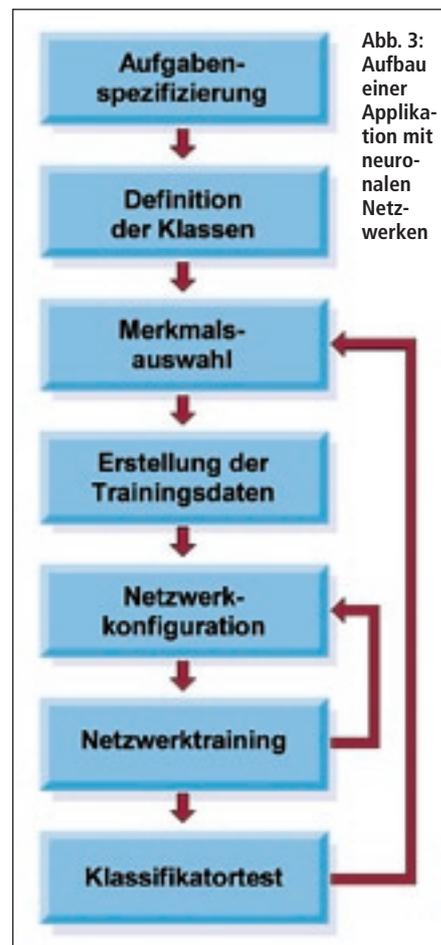


Abb. 3: Aufbau einer Applikation mit neuronalen Netzwerken

# TAMRON®

## Megapixel Objektive

ultrahohe Auflösung • minimierte Verzeichnung • verbesserte Leistung im Nahbereich



ULTRA HIGH PERFORMANCE



f=50mm F/2,8  
Art.-Nr. 23FM50SP



f=25mm F/1,4  
Art.-Nr. 23FM25SP

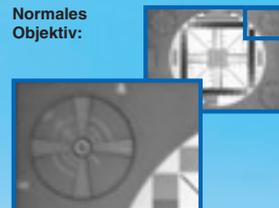


f=16mm F/1,4  
Art.-Nr. 23FM16SP

Megapixel  
Objektiv:



Normales  
Objektiv:



undquadrat.de

TAMRON Europe GmbH  
Robert-Bosch-Straße 9  
D-50769 Köln

Tel.: (0221) 97 03 25-0  
Fax: (0221) 97 03 25-4  
tamron-europe@tamron.de

Für technische Informationen:  
<http://www.tamron.de>



ISO 9001 zertifiziert  
Tamron betreibt ein Qualitätsmanagement System, das nach ISO 9001 zertifiziert ist.



ISO 14001 zertifiziert  
Tamron betreibt ein Umwelt-Management System, das nach ISO 14001 zertifiziert ist.



Abb. 4: Prüfung von unterschiedlichem Oberflächenmaterial bei Autositzen

ning verwendet wurden. Eine mögliche Ursache für eine nicht zufrieden stellende Erkennungsrate beim Test ist eine ungeeignete Merkmalsauswahl, die in diesem Fall nachträglich wieder revidiert werden kann.

### Verwendung von Klassifikatoren

Bei einer Klassifizierung wird versucht, menschliches Denken zu modellieren. Daher handelt es sich grundsätzlich um ein komplexes Thema. Mit NeuroCheck ist der Einsatz eines Klassifikators für eine Identifikationsaufgabe in der Bildverarbeitung sehr einfach, da viele der Aufgaben, die zur Erzeugung und Verwendung von Klassifikatoren notwendig sind, automatisch erledigt werden. Trotzdem muss eine bestimmte Vorgehensweise beachtet werden und man sollte vorher überlegen, wie die Technologie am besten eingesetzt werden kann.

Nicht für jede Aufgabe sind Klassifikatoren die richtige Lösung. Wenn Objekte verschiedener Klassen einfach durch den Vergleich einiger Maße mit bestimmten Schwellwerten unterschieden werden können, dann ist ein Auswahlprozess ausreichend, wie er durch die Funktion „Arbeitsbereiche filtern“ in NeuroCheck vorgenommen wird. Sobald die Beziehungen zwischen den Maßen komplexer oder vielleicht sogar nichtlinear sind, sollte man über den Einsatz eines Klassifikators nachdenken. Das gilt auch, wenn nicht nur einfache Merkmale, sondern die Gesamterscheinung des Objekts berücksichtigt werden muss, wie z.B. bei der Schrifterkennung.

### Klassifikatortypen

Autonome Klassifikatoren (in NeuroCheck neuronale Netzwerke) sind nicht

die einzige Möglichkeit, Klasseninformationen zu erhalten. Wurde z.B. ein Objekt mit Hilfe von „Template-Matching“ gefunden, so hat NeuroCheck die Information, welches Muster dem Objekt am ähnlichsten war, und kann so dem Objekt eine Klasse zuweisen, nämlich die Klasse des Musters. Der von Template-Matching verwendete Korrelationsalgorithmus ist ein linearer Klassifikator und daher nicht so mächtig und robust wie ein neuronales Netzwerk.

Die Aufgabe eines Klassifikators im Bildverarbeitungsprozess besteht in der Zuweisung eines Objekts, das durch viele Merkmalswerte beschrieben wird, zu einer von verhältnismäßig wenigen Klassen. Abbildung 2 zeigt die Zuweisung einer Ziffer an ein Bild bestehend aus 216 Pixeln. Die Objektbeschreibung umfasst 216 Bytes (wobei pro Pixel ein Byte verwendet wird, ein typischer Wert für ein Standard-Graustufenbild). Das Objekt kann einer von zehn möglichen Klassen angehören. Für diese Information reichen zwei Bytes aus.



Abb. 5: Analog dem menschlichen Lesevorgang werden die Zahlen von links nach rechts klassifiziert

### Schwellwertklassifikatoren

Sehr einfache Klassifikationsaufgaben können gelöst werden, indem man überprüft, ob alle Merkmalswerte innerhalb eines bestimmten gegebenen Bereichs liegen. Ein Beispiel hierfür wäre die Prüfung der Homogenität einer dunklen Oberfläche. Mögliche Kriterien für diese Anwendung sind die Maximalgröße heller Objekte, die maximale Gesamthelligkeit der Oberfläche oder die maximale Standardabweichung der Helligkeitswerte, jeweils in Verbindung mit einer maximalen durchschnittlichen Helligkeit. Ein weiteres Beispiel wäre die dimensionale Genauigkeit eines komplexen geometrischen Objekts. Diese Art der Anwendung kann in NeuroCheck mit Hilfe von Funktionen wie „Merkmale erzeugen“ (für einfache geometrische und

Helligkeitsmessungen) und „Maße erzeugen“ (für komplexe geometrische Messungen) gelöst werden können. Der Nachteil dieser einfachen Schwellwertmethoden besteht darin, dass sie komplexe Beziehungen zwischen den verschiedenen Merkmalswerten nicht berücksichtigen können.

### Abstandsklassifikatoren

Abstandsklassifikatoren speichern einen Satz typischer Muster für jede Klasse, so genannte Prototypen. Für jedes zu klassifizierende Objekt wird der Abstand des Objekts zu jedem der Prototypen berechnet, in der Regel als Summe der quadratischen Abweichungen aller Merkmalswerte. Klassifikatoren dieser Art sind einfach zu konstruieren und können jederzeit durch Hinzufügen von Prototypen verbessert werden, jedoch ist für schwierige Klassifikationsaufgaben eine große Anzahl an Prototypen erforderlich, was wiederum viel Speicher und Rechenzeit beansprucht.

### Beispielanwendungen

In der Automobilindustrie kann die Klassifikation mit neuronalen Netzwerken in der Bildverarbeitung in vielen verschiedenen Bereichen eingesetzt werden. Exemplarisch werden hier Bilder zu zwei typischen Anwendungen gezeigt, die Industrial Vision Systems Ltd. im Jahre 2006 unter der Verwendung der im Artikel beschriebenen Technologie realisiert hat: eine Oberflächenprüfung von Autositzen (Abb. 4) sowie eine hochpräzise optische Zeichenerkennung von Automobilidentifikationsnummern („VIN = Vehicle Identification Number“, siehe Abb. 5).

Klassifikatoren auf der Basis neuronaler Netze stellen, verglichen mit den eher traditionellen Methoden der industriellen Bildverarbeitung, einen robusteren Lösungsansatz dar. Mit der zunehmenden Verbreitung dieser Technologie in der visuellen Prüfung von Großserienteilen sind neuronale Netze die bevorzugte Wahl für viele Automobilhersteller bei der Spezifizierung von automatisierten Bildverarbeitungslösungen.

► Autor  
Earl Yardley  
Industrial Vision Systems Ltd.,  
Kingston Bagpuize/Großbritannien  
Tel.: +44/1865/823322  
sales@industrialvision.co.uk  
www.industrialvision.co.uk



NeuroCheck GmbH, Remseck  
Tel.: 07146/8956-0  
sales@neurocheck.com  
www.neurocheck.com

# Elektronischer Einschlafwarner gegen den **Sekundenschlaf**

## Driver Attention System warnt Lkw-Fahrer bei Übermüdung



Jeder vierte Unfall auf deutschen Autobahnen ist auf Übermüdung, Sekundenschlaf und mangelnde Konzentration zurückzuführen. Weil dieses Risiko bei Fernfahrern besonders hoch ist, sorgt Siemens VDO nun mit einem neuartigen Fahrerassistenzsystem für mehr Sicherheit im Lkw. Das System hilft dem Lkw-Fahrer, Konzentrationsmangel und Müdigkeit zu erkennen, bevor es zu gefährlichen Situationen kommt. Es ist eines der zahlreichen modular aufgebauten Fahrerassistenzsysteme, die Siemens VDO unter der Bezeichnung pro.pilot zur Serienreife entwickelt.

Die Statistik spricht eine deutliche Sprache: Jeder fünfte Unfall in Deutschland ist nach einer Untersuchung der Bundesanstalt für Straßenwesen auf Übermüdung zurückzuführen. Auf deutschen Autobahnen sind der gefährliche Sekundenschlaf und Konzentrationsmängel der Deutschen Verkehrswacht zufolge für jeden vierten Unfall verantwortlich. Und in den USA gilt sogar bei 40% aller Highway-Unfälle Übermüdung als Ursache. Der ökonomische Schaden dieser Unfälle wird allein in Deutschland mit etwa 5 Mrd. € pro Jahr beziffert. Als besonders gefährdet gelten bei Experten die Lkw-Fahrer, die einer großen Eintönigkeit ausgesetzt sind. Sie sitzen oft überdurchschnittlich lange am Steuer und sind häufig in der Nacht unterwegs. Selbst wenn einem dabei noch nicht die Augen zufallen, geht laut einer Studie der Verkehrswacht die Reaktionsgeschwindigkeit bei Müdigkeit und Konzentrationsschwäche um bis zu 74% zurück. Die Folge ist, dass der Fahrer in Gefahrensituationen nicht adäquat und

schnell genug reagieren kann.

Um diesen Gefahrensituationen entgegenzuwirken, hat Siemens VDO das Driver Attention System entwickelt, das Anzeichen solcher Risiken erkennt und den Fahrer auf eine drohende Gefahr aufmerksam machen kann. Dafür wird für den Einschlafwarner im Cockpit eine kaum wahrnehmbare Infrarot-Digitalkamera integriert. Diese schaut dem Trucker mit ihrem unsichtbaren Infrarotlicht auch bei Nacht in das stets gut ausgeleuchtete Gesicht. Eine Software wertet diese Aufnahmen in Echtzeit aus. Sie ermittelt dabei anhand der Anzeichen, Blickrichtung, Zahl und Dauer der Lidschläge, ob der Fahrer wach und aufmerksam ist. Das System arbeitet sowohl bei Helligkeit als auch bei Dunkelheit und berücksichtigt damit die Ergebnisse aktueller Unfallanalysen. Denn entgegen der landläufigen Meinung droht der Sekundenschlaf nicht nur nachts, sondern vor allem in den Morgen- und den Nachmittagsstunden. Registriert die Elektronik Anzeichen eines drohenden Sekun-



denschlafs, macht sie den Fahrer in mehreren Stufen auf das Risiko aufmerksam: Bei mangelnder Aufmerksamkeit wird der Blick des Fahrers zunächst durch eine Sitzvibration wieder auf das Verkehrsgeschehen gelenkt. Registriert die Kamera dann noch eine gefährliche Müdigkeit, ertönt zudem ein ansteigender Signalton. Der Einschlafwarner gibt damit das entscheidende letzte Signal für den Fahrer, nun eine Erholungspause einzulegen.

Das Driver Attention System ist auch für Pkw einsetzbar. Es ist Bestandteil von pro.pilot, dem Netzwerk von Fahrerassistenzsystemen von Siemens VDO. Dazu zählen neben dem Nachtsichtsystem (Night Vision) und einer Umfeldsensierung im Kampf gegen den Toten Winkel (Blind Spot

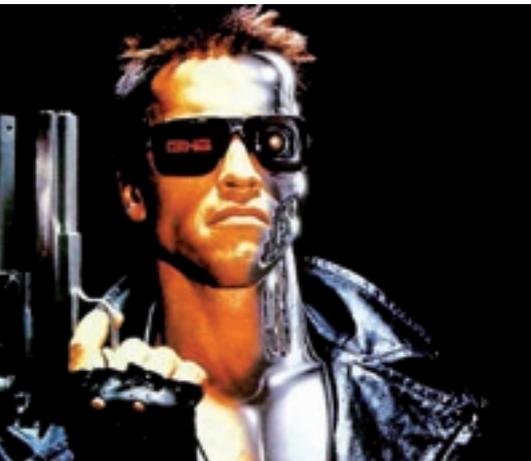
Detection) auch ein Spurführungsassistent (Lane Departure Warning) sowie ein Abstandsregeltempomat (Adaptive Cruise Control). Die beiden letztgenannten Systeme könnten in einem künftigen Entwicklungsschritt mit dem Driver Attention System kombiniert werden. Dann wäre es denkbar, den Sattelzug automatisch in der Fahrspur zu halten und rechtzeitig vor einem Auffahrunfall abzubremsen, bis der übermüdete Fahrer auf die Warnsignale reagiert und wieder alleine die Kontrolle übernehmen kann.

### ► Kontakt

Siemens AG, Siemens VDO Automotive, Schwalbach/Ts.  
Tel.: 06196/8-70  
Fax: 06196/87-6571  
info@siemensvdo.com  
www.siemensvdo.de

# Fusion der Sensordaten

## PMD-Sensorik als Schlüsselkomponente für die Verkehrssicherheit



Trotz steigender Verkehrsdichte ist die Zahl der Verkehrsunfälle mit Personenschäden in den letzten Jahren stetig gesunken. Diese Tendenz ist nicht zuletzt auf passive und aktive Sicherheitssysteme zurückzuführen. Um zukünftige Fahrzeuge sowohl für die Insassen, als auch für andere Verkehrsteilnehmer noch sicherer zu machen, wird eine Umfelderkennung durch das Fahrzeug notwendig. Intelligente Systeme auf Basis solcher multidimensionaler Umfelddaten sind in der Lage, gefährliche Situationen vorausschauend zu erkennen und den Fahrer bestmöglich zu unterstützen, sowie im Falle eines nicht mehr zu vermeidenden Unfalls das Verletzungsrisiko zu minimieren.

Um die reale, dreidimensionale Fahrzeugumgebung sicher erkennen und interpretieren zu können, sind unterschiedliche Informationen über Objekte im Umfeld des Fahrzeugs von Interesse (Art des Objekts, Position des Objektes, relative Bewegung ...). Bislang wurden die vielfältigen Applikationen jeweils durch eine spezielle applikationsspezifische Sensoreinheit abgedeckt. So finden wir heute bspw. reine Entfernungsmesssysteme oder reine elektronische (2D) Kamerasysteme in den ersten Automobilen. Zunehmend wird die Fusion dieser unterschiedlichen Sensordaten über entsprechend optimierte Algorithmen und Systemkonzepte angestrebt; ein Ansatz, der die Unzulänglichkeiten der einzelnen Sensorinformationen zu umgehen versucht. Dieser Lösungsansatz ist verständlich, da es z.B. bislang nicht möglich war, mit nur einem System orthogonale Informationen zu gewinnen, d.h. gleichzeitig Bildinformation zu extrahieren (2D) und parallel Entfernungen zu messen (2D + 1D), da die Information der Entfernung eines Objektes nur in

Verbindung mit der genauen Position im Raum wertvoll wird.

### Sensorprinzip Optik

Um die Voraussetzung einer lateral hoch aufgelösten Bildinformationsgewinnung zu erfüllen, muss man die Suche möglicher Sensorprinzipien auf optische Systeme einschränken, da die Beugungsbegrenzung der verwendeten elektromagnetischen Welle (bei gleichzeitig geforderter kompakter Bauform der Sensoren) nur mit optischen Signalen eine hohe Ortsauflösung erlaubt. Aus dieser Tatsache resultiert das große Interesse an bildgebenden Verfahren, die gleichzeitig auch Entfernungsinformationen liefern können. 3D Stereo-Ansätze werden in diesem Zusammenhang seit Jahrzehnten untersucht, konnten sich aber bislang trotz erheblicher Entwicklungsaufwendungen nicht durchsetzen. Auch wenn teilweise gute Ergebnisse erreicht wurden, verhindern der hohe Materialaufwand und die rechenintensive 3D-Extraktion einen kommerziellen Ein-

satz. Zusätzlich fällt der prinzipbedingte Vorteil dieses passiven Verfahrens aufgrund der notwendigen IR-Beleuchtung bei Nacht weg. Selbst die schon langjährig und intensiv entwickelten Stereo-Kameras und Algorithmen (z.B. für Fahrzeug-Innenraumanwendungen zur Sitzbelegungserkennung und Klassifikation) können sich gegen neuere 3D-TOF-Sensorprinzipien (TOF – Time of Flight) derzeit nicht durchsetzen.

Insbesondere die PMD-Technologie hat sich hierbei als tragfähig herausgestellt. Eine Einführung in die Massenproduktion wurde bereits erfolgreich umgesetzt. Diese neuen 3D-Sensoren liefern zusätzlich zu konventionellen Helligkeitsinformationen ein Grauwertbild der aktiven IR-Beleuchtung und pixelweise die Abstandsinformation zum betrachteten Objekt. Dabei ist insbesondere die inhärente Unterdrückung von unkorrelierten Lichtsignalen (z.B. durch die Sonneneinstrahlung) ein Alleinstellungsmerkmal, das die PMD-Technologie von anderen technologischen Ansätzen in diesem Zusammenhang unterscheidet. PMD-Systeme gewinnen die Entfernungs-



Abb. 1: Komponenten eines PMD-Systems und deren beispielhafte Fahrzeugintegration für Außenraumapplikationen im Frontbereich

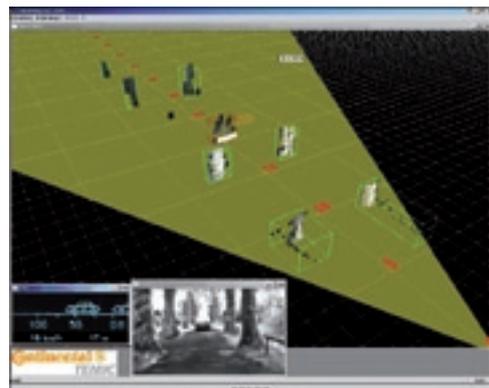


Abb. 2: Entfernungsrohdaten einer PMD-Frontkamera in einer virtuellen 3D-Darstellung

werte direkt im Pixel, sie benötigen keine hohe Rechenleistung in der Nachbearbeitung. Das und der einfache Aufbau des Systems machen PMD-Systeme kostengünstiger und kompakter in der Baugröße als herkömmliche Technologien.

### Dreidimensionale Umfeldfassung

Ein PMD-Sensorsystem bildet ein aktives System, in dem eine Beleuchtungseinheit die zu vermessende Szene mit moduliertem Licht ausleuchtet. Das ausgesandte Licht wird von Objekten in der Szene reflektiert und gelangt mit einer laufzeitabhängigen Phasenverschiebung zurück zu einer Empfangseinheit mit PMD-Detektoren. Die PMD-Detektoren werden ebenfalls mit der Frequenz der Beleuchtungseinheit moduliert und mischen das Modulationssignal mit dem phasenverschobenen Lichtsignal aus der Szene. Aus der infolge der Laufzeit in der Szene aufgetretenen Phasenverschiebung erhält man pixelweise die Entfernung zu den Objekten in der Szene.

Auf einem einzigen Halbleiterchip kann eine Vielzahl von PMD-Detektoren realisiert werden. Eine matrixförmige Anordnung der Detektoren ergibt dann einen 3D-Bildaufnehmer, der zeitgleich für sämtliche Bildpunkte die Rohdaten zur Bestimmung der Entfernungswerte liefert. Die Berechnung der Entfernungswerte erfolgt z.B. in einer nachgeschalteten Recheneinheit im Anschluss an das Auslesen der Rohdaten. Somit erhält man einen kontinuierlichen Strom von Entfernungsdaten, ähnlich wie in einem konventionellen 2D-Bildsensor für die Intensitätswerte. Die erreichbaren Bildwiederholraten hängen von der Belichtungszeit, der Ausleserate, der Wandlungsrate des A/D-Umsetzers sowie der verfügbaren Rechenleistung für die Verarbeitung der Rohdaten ab. In der Praxis werden 3D-Bildwiederholraten bis zu 200 fps (frames per second) erreicht. Damit können auch schnelle

Vorgänge in Verkehrsszenen sicher erfasst werden.

Zusätzlich zum Entfernungswert liefert jedes PMD-Pixel auch den Grauwert im Spektralbereich der PMD-Lichtquelle. Die PMD-Sensorik stellt damit zwei Bilder der jeweils betrachteten Szene bereit, deren Informationsgehalt mit hoher Synergie genutzt werden kann.

### Integration ins Fahrzeug

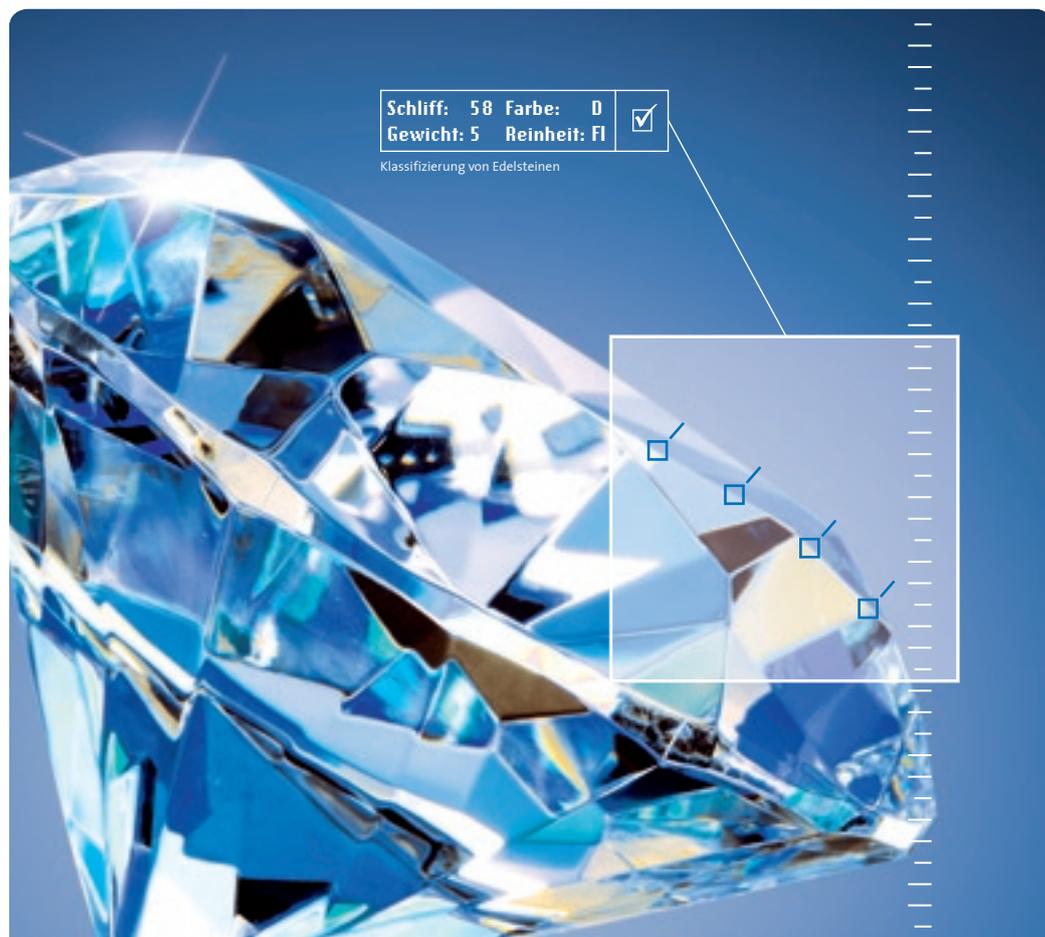
Neben der eigentlichen PMD-Empfangseinheit (bestehend

aus Empfangsoptik, PMD-Chip, Auswerteeinheit und Netzteil) benötigt jedes optische TOF-Verfahren eine aktive Beleuchtung. Im dargestellten Beispiel einer Fahrzeugintegration (Abb. 1) wurde jeweils eine IR-Lichtquelle in die Frontscheinwerfer integriert. Zusätzlich wurden zwei kleinere IR-Lichtquellen mit der PMD-Empfangseinheit zwischen Rückspiegel und Windschutzscheibe eingebaut. Die kleineren Lichtquellen leuchten dabei den Bereich über der Motorhaube bis ca. 5 Meter vor dem Fahrzeug

aus, während die in die Scheinwerfer integrierten IR-Module einen Entfernungsbereich von bis zu 50 m vor dem Fahrzeug ausleuchten können.

In Abbildung 2 sind die Rohdaten einer solchen PMD-Kamera mit 64 (horizontal) x 16 (vertikal) Pixeln dargestellt. Man erkennt die Position der detektierten Objekte im 3D-Raum und kann aus den Änderungen die Bewegungsvektoren im Raum eindeutig extrahieren.

Das konventionelle Videobild im unteren Bereich stellt



### WERTVOLLER – MIT BILDVERARBEITUNG VON STEMMER.

► Entscheiden Sie sich für die Experten. Als Europas größtes Vertriebshaus von Bildverarbeitungs-Komponenten bieten wir Ihnen nachhaltigen Mehrwert: Mehr Service, mehr Nähe, mehr Kompetenz. Und natürlich eine einmalige Auswahl an Komponenten und Herstellern. Für Bildverarbeitungs-Lösungen, die Ihre Prozesse optimieren und Sie weiterbringen. *Imaging is our passion.*

[WWW.STEMMER-IMAGING.DE](http://WWW.STEMMER-IMAGING.DE)

**STEMMER**<sup>®</sup>  
IMAGING

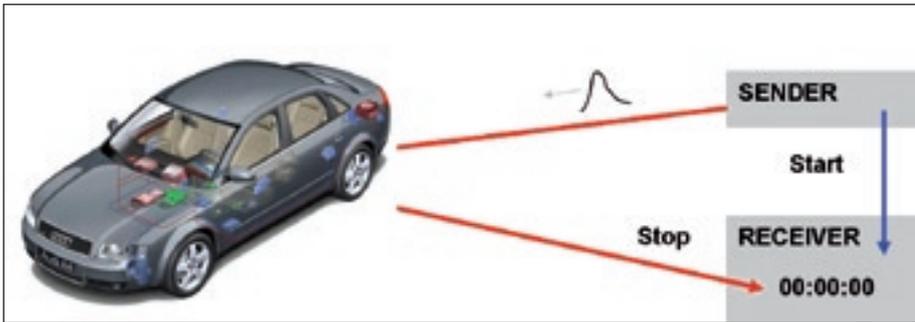


Abb. 3: PMD-Prinzip: Beschreibung des Time-of-Flight Verfahrens

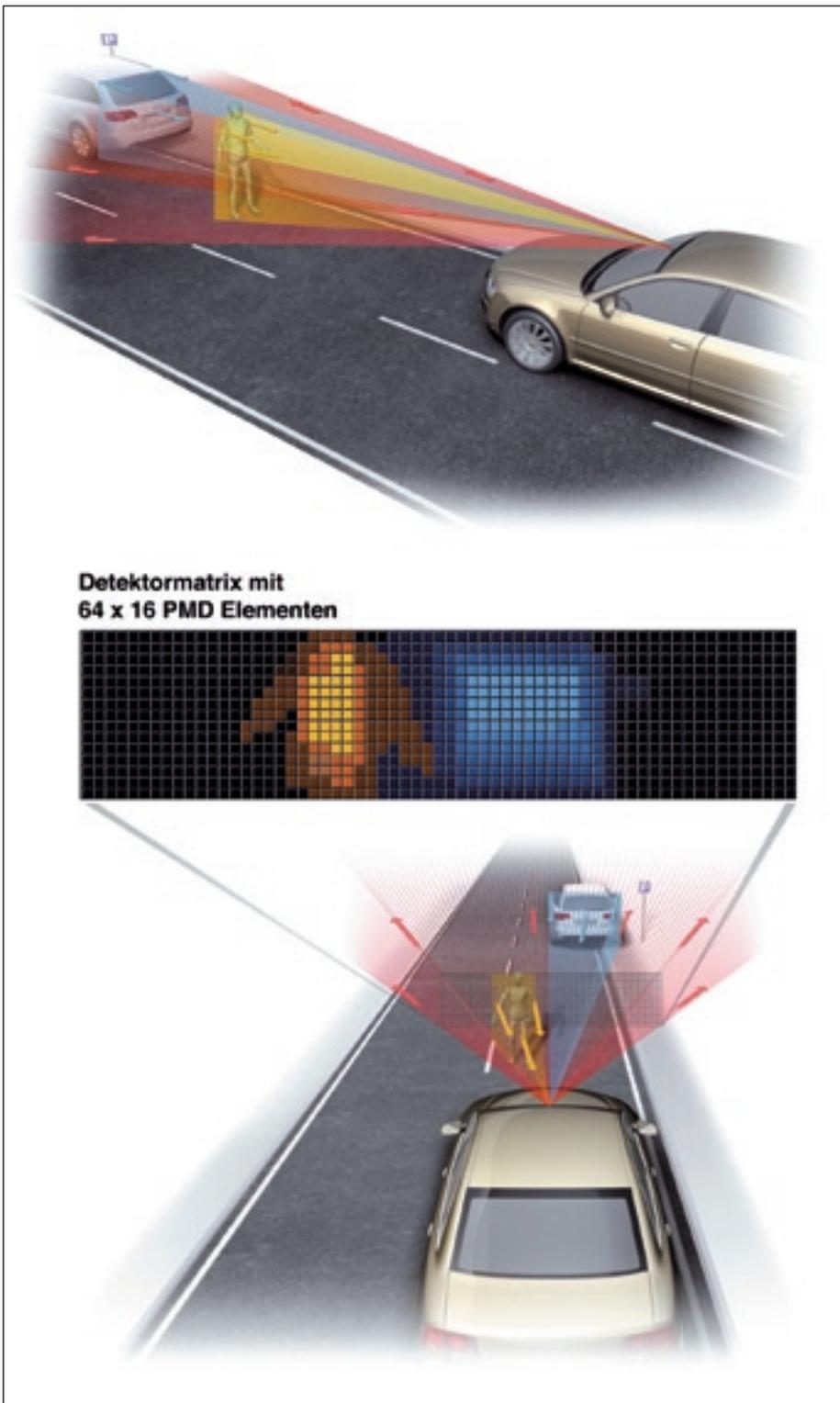


Abb. 4: Fußgängerschutz mit dem PMD-System

synchron die betrachtete Szene dar. Die Alleebäume sind in der 3D-Darstellung rechts und links der Mittellinie als umrandete Punktwolken (bestehend aus den Einzelmessungen der auf das Objekt projizierten PMD-Pixel) zu erkennen. Das vorausfahrende Fahrzeug befindet sich in der virtuellen 3D-Darstellung auf der Mittellinie in einer Entfernung von 20 Metern.

Die Algorithmik zur Objekterkennung unterscheidet im obigen Beispiel lediglich das relevante Objekt (d.h. das Objekt auf der eigenen Fahrspur) von anderen nicht relevanten Objekten. Im BMBF geförderten Projekt 3D-SIAM („3D-Sensorik für vorausschauende Sicherheitssysteme im Automobil“) wurde auf Basis dieser Unterscheidung die Fahrzeugsteuerung (d.h. Beschleunigung und Verzögerung) automatisch geregelt, so dass eine „ACC FSR/Stop&Go“-Funktion erfolgreich demonstriert werden konnte. Darüber hinaus konnte die Unterscheidung von potentiellen Unfallsituationen auf Basis der PMD-Daten erfolgreich umgesetzt werden, so dass auch für Pre-Crash Anwendungen das hohe Potential der Technologie dargestellt werden konnte.

### Großes Potential für Fahrzeuganwendungen

Die bisher durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass PMD-Sensorik für Fahrzeuganwendungen ein großes Potential aufweist. Robustheit gegenüber wechselnden Lichtverhältnissen sowie Unempfindlichkeit gegenüber Fremd- und Hintergrundlicht zeichnen die Sensorik aus. Eine sehr gute Trennung von Objekt und Hintergrund ermöglicht in Verbindung mit 3D-Konturanalysen eine zuverlässige Detektion von Objekten. Die erreichten Bildwiederholraten von 200 fps eröffnen den Weg für Sicherheitsapplikationen bei schnellen Bewegungsvorgängen.

Die PMD-Sensorik eignet sich nicht nur für Applikationen, die auf die Erfassung des Fahrzeugumfeldes abzielen, sondern bietet ebenso Einsatzmöglichkeiten im Fahrzeuginnenraum. Hier kann insbesondere eine hochauflösende Sensorik mit einer Vielzahl an 3D-Pixeln neue Ansätze aufzeigen.

► Autorin  
Bianca Hagebecker,  
Produktmarketing



PMDTechnologies GmbH, Siegen  
Tel.: 0271/238538-0  
Fax: 0271/238538-809  
info@PMDTec.com  
www.PMDTec.com/



# Bildverarbeitungs-Power im Taschenbuch-Format

## High Speed Rechnerarchitektur für Machine Vision Anwendungen

Ein Bildverarbeitungsrechner muss nicht zwangsläufig mit PC-Prozessoren aufgebaut werden. Die VisionBox Quad ist die Rechnergeneration der Zukunft für High Speed Anwendungen in der Bildverarbeitung. Optimiert für hohe Datenraten von Zeilen- und Flächenkameras sind in einem Gehäuse mit dem Formfaktor eines Taschenbuchs bis zu vier Rechner untergebracht. Damit werden neueste High Speed Kameras schlagartig zu intelligenten Kameras. Die VisionBox Quad ist in der Lage, die Kameradaten intelligent auf autarke Bildverarbeitungsrechnermodule zu verteilen, die untereinander kommunizieren können.

Ein Intel Dual Core Prozessor ist in 65 nm Technologie aufgebaut, benötigt knapp 300 Mio. Transistoren und hat einen Leistungsverbrauch von 34 W. Ein hinsichtlich der Rechenleistung mindestens vergleichbarer Prozessor von Texas Instruments (TMS320C6415) wird in 90 nm Technologie hergestellt und benötigt mit seinen 65 Mio. Transistoren gerade einmal 1,65 W. Dieser technologische Unterschied sorgt dafür, dass heute Videoverarbeitung in immer mehr Alltagsgeräten wie Handys und Organizationalgeräten verfügbar wird. Warum sollte man mit diesen Prozessoren nicht auch Bildverarbeitungsrechner für industrielle Anwendungen herstellen?

### Prozessor

Bildverarbeitungsanwendungen sind in der Praxis nichts anderes als in „C“ oder „C++“ geschriebene Mathematik, die auf einem Prozessor ausgeführt wird. Damit der Prozessor diese Mathematik versteht,

übersetzt ein Compiler die Programmiersprache in Maschinencode. Im einen Fall arbeitet der Compiler für einen z.B. Intel- oder AMD-Prozessor, im anderen Fall für einen Texas Instruments Prozessor. Dass die Prozessorarchitekturen unterschiedlich sind, spielt zunächst einmal keine Rolle.

Dass diese Unabhängigkeit der Zielplattform Gültigkeit hat, beweist die Übersetzung von mehr als 1,5 Mio. Codezeilen der BV-Bibliothek Halcon auf einen embedded DSP-basierten Rechner. In der praktischen Arbeit war dies nichts weiter, als den Code mit einem anderen Compiler zu verarbeiten.

Die Namensgebung „Digitaler Signalprozessor“ des Herstellers Texas Instruments hat historische Gründe. Die Architektur kann auch mit einer RISC-Architektur verglichen werden. Neuere für Videoverarbeitung vorgesehene Prozessoren der C64xx-Familie heißen daher auch „Da Vinci“ und zeigen auf, dass man von der Begrifflichkeit des Digitalen Signalprozessors Abschied nimmt.

Abbildung 1 zeigt, wie der Signalprozessor intern aufgebaut ist. Die Daten können von bis zu acht Operationseinheiten parallel verarbeitet werden. Der Prozessor ist heute mit 1 GHz getaktet – führt man jedoch in einem Prozessorzyklus von 1 ns bis zu 8 Operationen gleichzeitig aus, so zeigt dies die Leistungsfähigkeit. Auf die Daten kann in einem 1 MB großen internen Speicher des Prozessors mit dem Takt von 1 GHz wahlfrei zugegriffen werden. Der Compiler sorgt dafür, dass die Daten aus dem C++ Code optimal und schnell verarbeitet werden.

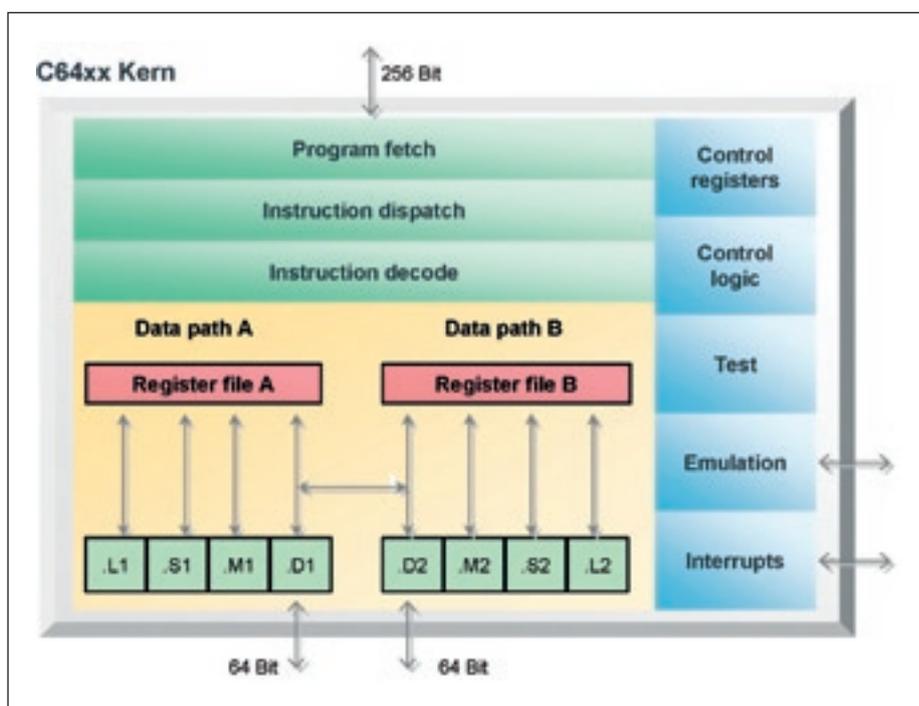


Abb. 1: Interner Aufbau des C64xx Kerns

**Prozessorperipherie**

Abbildung 2 zeigt ein Bildverarbeitungsmodul – dieses beinhaltet den DSP, Arbeitsspeicher von 256 MB, ein Flash EPROM sowie die Schnittstelle zur Peripherie. Die Abmessungen, kleiner als eine Scheckkarte, verdeutlichen die Größe des Bildverarbeitungs-Rechners. Der hohe Integrationsgrad auf einem 12-fachen Multilayerboard, beidseitig bestückt mit BGAs, sorgt dafür, dass mit diesem Rechnermodul komplexere Gesamtsysteme aufgebaut werden können.

**Kommunikationsinterface**

Daten werden über einen 32-Bit breiten Bus mit der Peripherie ausgetauscht. Damit nicht nur Rechner untereinander sondern diese wiederum mit anderen IO-Einheiten wie Ethernet oder Bildeinzug kommunizieren können, ist hierfür eine paketorientierte Vermittlungslogik entwickelt worden. Das Konzept stammt aus dem modularen Rechner VisionBox MPS und wird als „Sun System“ bezeichnet. Datenverkehr und Datenart zwischen verschiedenen Quellen und Senken sind sehr unterschiedlich. Beispiele hierfür sind zeilenorientierte Daten einer CameraLink-Kamera und paketorientierte Daten einer Ethernetschnittstelle. Das „Sun System“ generiert daraus standardisierte Pakete, die, mit einem Header versehen, durch den Rechner laufen. Sämtliche Protokolle sind in FPGAs implementiert – der FPGA-Code wird über den Prozessor geladen. Der Anwender merkt davon nichts, da alles in komfortablen C-Funktionen in der API einer Bibliothek gekapselt ist.

Strategisch relevant wird die Struktur des „Sun System“ bei der Entwicklung einer Produktfamilie. So ist es schon vor Jahren gelungen, damit Clusterlösungen bestehend aus mehreren Einzelrechnern aufzubauen. Das gleiche Prinzip jedoch wird auch in der VisionBox Quad eingesetzt.

**Multirechner in einer kleinen Box**

Aus der Technologie der Embedded Prozessoren, dem multirechnerfähigen Protokoll „Sun System“ sowie umfangreichem Schnittstellen-Know How ist ein Rechner entwickelt worden, der im Formfaktor eines Taschenbuchs vier Bildverarbeitungsrechner beherbergt und insgesamt 32.000 MIPS an Rechenleistung zur Verfügung stellt.

Anwendungen für die Bahnwarenverarbeitung (Papier, Druck, Folie) aber auch die Verarbeitung von Massengütern wie Rohstoffen und Lebensmitteln erfordern die Echtzeitverarbeitung sehr ho-

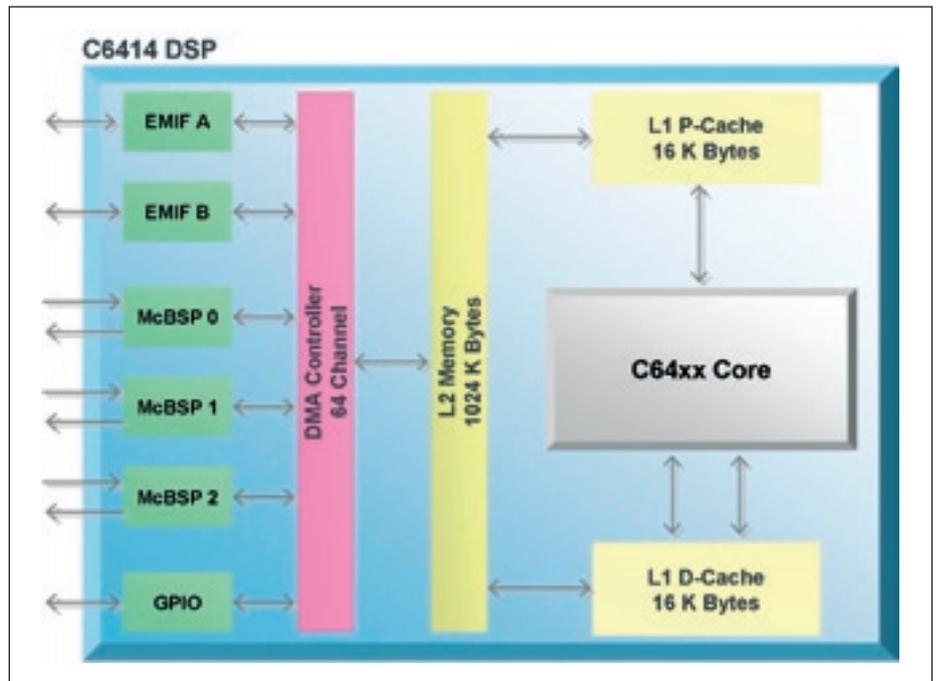


Abb. 2: Interner Aufbau des C64xx Prozessors

her Datenmengen. Diese Bilddaten werden über ein CameraLink-Interface eingezogen, beispielsweise von einer Zeilenkamera mit 4192 Pixeln. Ein FPGA im Signalpfad teilt die Zeile in vier sich überlappende Abschnitte auf. Zur Vereinfachung gehen wir davon aus, dass jeder Abschnitt 1024 Pixel enthält. Die Zeilenfrequenz beträgt 20 kHz, die Gesamtdatenrate beträgt 168 MByte/s.

Jeder der vier Rechner erhält somit ein Viertel der Zeile mit einer Datenrate von 42 MByte/s. Damit können eine Reihe von Algorithmen berechnet werden – im Mittel stehen pro Pixel (8 Bit) 23,8 ns zur Verfügung. Bei optimaler Prozessorauslastung können bis zu 190 Operationen pro Pixel berechnet werden, in der Praxis geläufiger BV-Algorithmen kommt man hier auf Werte zwischen 100 und 140 Operationen/Pixel.

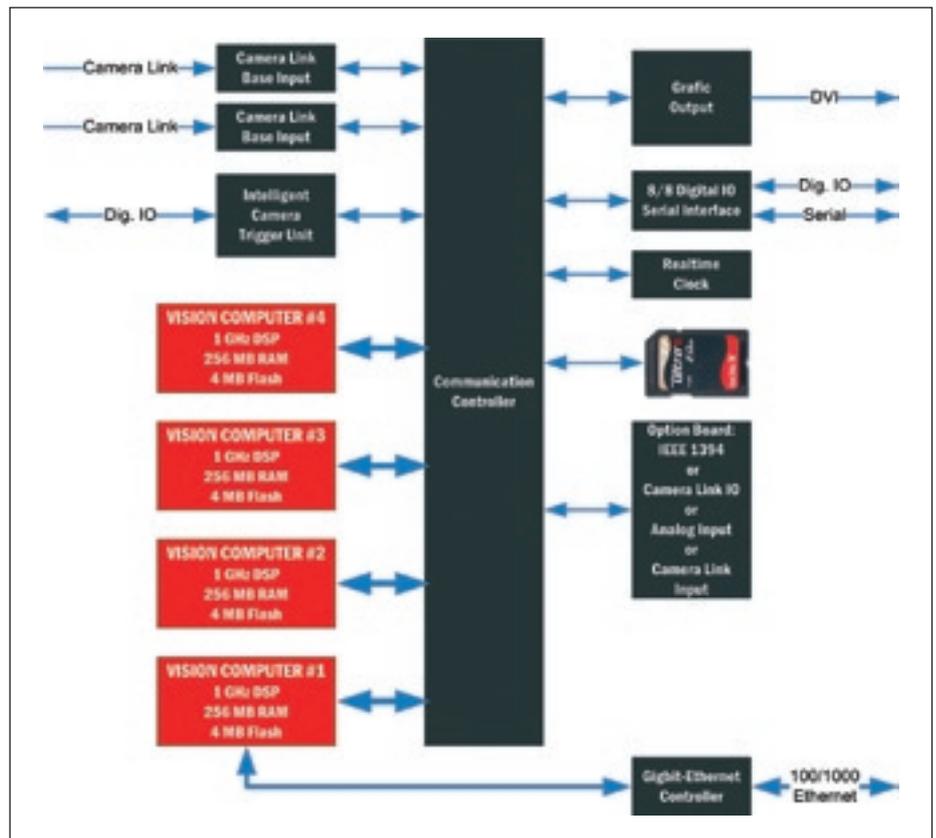


Abb. 3: Blöckschaltbild der VisionBox Quad

Der Austausch der Daten unter den Rechnern kann über einfache Speichertransfers erfolgen. Derart strukturiert kann dann der Rechner als Master für die Zusammenfassung von Ergebnissen dienen und diese z.B. per Gigabit-Ethernet weiterleiten. Das Blockschaltbild in Abbildung 3 zeigt die wesentlichen Elemente der VisionBox Quad.

Mit den Peripherieeinheiten sind Stand Alone Lösungen realisierbar. Programme und Daten können auf einer SD Card gespeichert werden, über digitale IOs und/oder serielles Interface wird z. B. eine SPS bedient und mit einem Grafikinterface stehen Monitor und Tastatur zur Verfügung. Weitere Interfaces wie CameraLink oder IEEE 1394 können optional eingesetzt werden.

Das System hat einen Leistungsverbrauch von weniger als 15 W. Es besteht im Wettbewerb zu mehreren PCs (die nicht echtzeitfähig miteinander kommunizieren können), die mehrere 100 W an Leistung benötigen und in einem großen Schaltschrank untergebracht sind.

## Systeme

Mit dem beschriebenen 4fach-Rechner werden schnelle Kameras schlagartig zu Intelligenten Kameras – diese können



Abb. 4: Einblick in die VisionBox Quad

damit die wesentliche Bildverarbeitung von High Speed Vision Systemen kapseln.

Der Anwender selbst startet mit einem Beispielprojekt in der Entwicklungsumgebung von Texas Instruments und kann darauf basierend umgehend eigene Algorithmen implementieren oder aus anderen Quellen transferieren. Mit di-

rektem Support des Herstellers gelingt es somit, in überschaubarer Zeit sehr aufwändige Multirechnerlösungen zu entwickeln.

## Erfolgsbaustein

Traditionell benötigen Bildverarbeiter stets ein Mehrfaches an Leistung als das, was aktuell am Markt erhältlich ist. Algorithmen und Kameradatenraten sind nun einmal sehr rechenhungrig. Löst man sich jedoch von der traditionellen Denkweise, dass ein Bildverarbeitungs-Rechner gleichgesetzt wird mit einem PC, so erkennt man die technologische Dimension. Hochkomplexe industrielle Bildverarbeitung schrumpft in autarke, abgesetzte Intelligenz, die wiederum per Ethernet mit übergeordneten Steuereinheiten kommuniziert oder direkt Maschinen steuert. Diese vom MaxxVision Partner Strampe entwickelte Technologie ist somit ein Erfolgsbaustein für weltweit wettbewerbsfähige Maschinen.

### Kontakt

MaxxVision GmbH, Stuttgart  
Tel.: 0711/997996-3 · Fax: 0711/997996-50  
info@maxxvision.com · www.maxxvision.com

5 MEGAPIXELN ENTGEHT NICHTS.



www.fujinon.de



kramer kommunikation

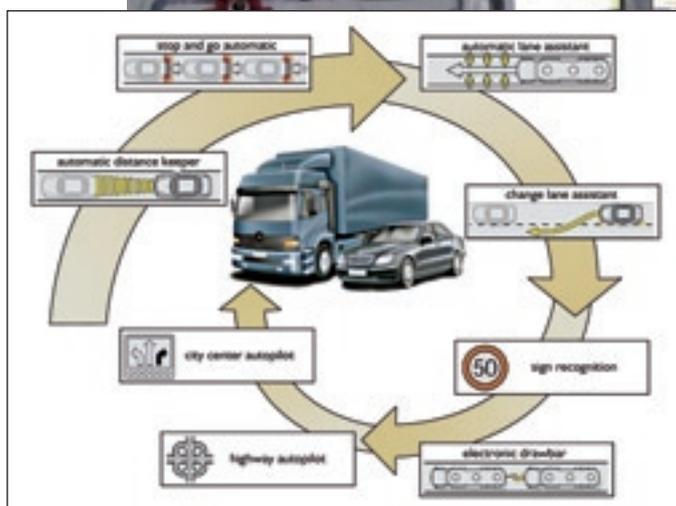
Die hochauflösenden 5 Megapixel Machine Vision Objektive von Fujinon. Behalten Sie den perfekten Überblick mit der industriellen Bildverarbeitung. Die Objektive von Fujinon bieten Ihnen neben der neuen 5 Megapixeltechnologie außergewöhnliche Festbrennweiten von 12,5 mm bis zu 75 mm bei minimalster Bildverzerrung (nur 0,3% bis 0,02%). Zuverlässigkeit und Genauigkeit für gestochen scharfe Bilder in höchster Auflösung von 130 lp/mm bei 2/3" Format. Sehen Sie die Zukunft mit neuen Augen – und sichern Sie sich die 100%ige Qualitätskontrolle. Fujinon. Mehr sehen. Mehr wissen.

Medical TV CCTV Machine Vision Binoculars

# Zeichen der Zeit

## Bildverarbeitungs- FPGAs in der Verkehrszeichenerkennung

Innovationen in der Automobilentwicklung kommen schon seit längerer Zeit weniger aus dem traditionellen Maschinenbau als aus dem Bereich der Elektronik. Ein typisches Beispiel unter vielen sind hierbei die Assistenz- und Komfortsysteme. Bekannt sind ABS und ESP als sicherheitsrelevante Systeme, Night Vision Systeme zur Sichtverbesserung, Abstandsmeßsysteme und Einparkhilfen zur Kollisionswarnung oder auch Navigationssysteme zur logistischen Unterstützung des Fahrers.



Übersicht über Assistenz- und Komfortsysteme von DaimlerChrysler (Copyright DaimlerChrysler AG)

Das Ziel der Forscher und Entwickler von Assistenzsystemen ist der „unfallfreie Straßenverkehr“. Dieser umfasst sowohl die Sicherheit der Autofahrer als auch aller am Verkehr beteiligten Personen. Voraussetzung hierfür ist, dass das Fahrzeug die Welt „verstehen“ kann. Die technische Basis aller Fahrerassistenzsysteme sind Sensoren, die relevante Informationen aus dem Fahrzeug selbst und über das umgebende Verkehrsgeschehen sammeln. Eine große Palette technischer „Sinnesorgane“ steht hierfür bereit, zum Beispiel Kameras, Infrarot-Scanner, Radarsensoren, aber auch Lidar-Sensoren und Mikrofone. Vor- und Nachteile der einzelnen Sensortypen können durch Sensorfusionen kompensiert werden. Ebenso kann ein Sensortyp für unterschiedliche Teilaufgaben eingesetzt werden.

Wichtige Aufgabenbereiche bei den Assistenzsystemen sind die automatische Abstandsregelsysteme, die „Stop and Go“ Automatik, die Fahrzeugspurhaltung, die Überholassistenten und die Verkehrszeichenerkennung.

Innerhalb des Verkehrsraums müssen hierbei Verkehrszeichen sicher erkannt und hinsichtlich der Bedeutung für das eigene Fahrzeug analysiert werden. Aus der Vielzahl der Informationen leitet das System Fahrerhinweise und -warnungen ab oder greift direkt in das Fahrverhalten ein.

Die Verkehrszeichenerkennungssysteme greifen parallel auf zwei koexistierende Informationsquellen für eine Auswertung zurück. Eine Quelle sind die im Navigationssystem vorliegenden statischen Informationen, die andere ist eine Auswertung aktueller Kamerabilder. Bei dem Einsatz von Kameras kommt in den meisten Fällen die klassische, industrielle Bildverarbeitung zum Einsatz.

### Das Projekt

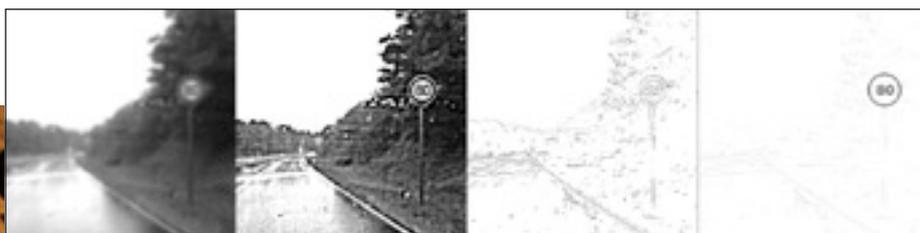
In einem Projekt mit der DaimlerChrysler Forschungs- und Entwicklungsabteilung für „Aktive Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme“ wurde die Verkehrszeichenerkennung auf Basis von



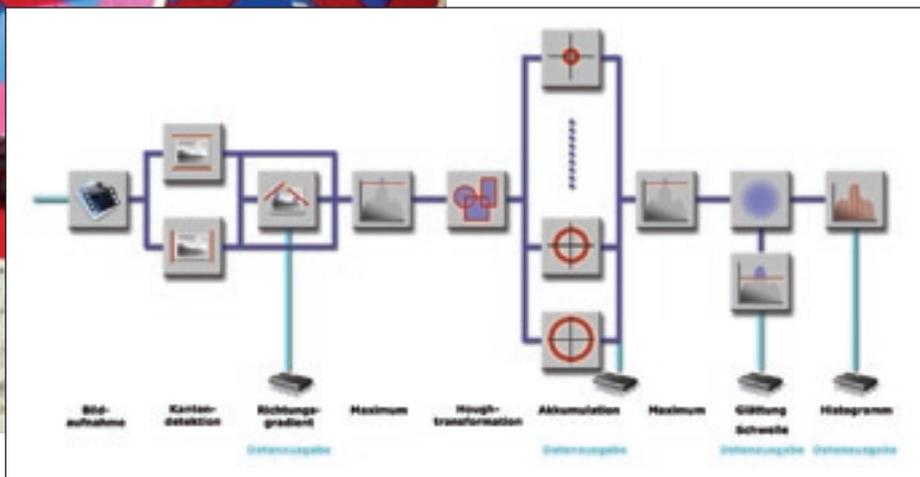
Quelle: www.pixelquelle.de

Algorithmen durchgeführt, die in Hardware implementiert wurden. Für die Bildaufnahmen kam eine industrietaugliche Kamera mit Standardauflösung aber hoher Bittiefe und Bildwiederholfrequenz zum Einsatz. Zielsetzung der Anwendung war die Erkennung relevanter Verkehrszeichentypen und eine Übergabe der Bilder und zusätzlicher, vorverarbeiteter Dateninformation an die Regelelektronik.

Bei der Erkennung der Verkehrszeichen sind sowohl Verbotsschilder als auch Gebotsschilder zu berücksichtigen. Diese sind durch Farbe und Form eindeutig unterscheidbar. Erschwerend kommt in der Praxis die Änderung der Wetter- oder Umgebungsbedingungen hinzu. Hierzu zählen zum Beispiel die Einfahrt in Tunnel und die damit verbundene Erfordernis zur schnellen Adaption an neue Belichtungsverhältnisse. Aber auch Regen- und Schneefälle beeinflussen nicht nur die Sicht der Kamera auf die Umgebung, sondern erzeugen auf der Windschutzscheibe zusätzliche Objekte, die herausgefiltert werden müssen. Weitere Herausforderungen sind verminderte Sicht durch Nebel oder Nachtfahrten mit partieller Ausleuchtung durch Fahr- oder Fernlicht. Während im ersten Fall die Kontraste verflachen, ergeben sich im zweiten Fall steile Kontraste, ein visuell kleiner auswertbarer Bereich und zusätzlich



Darstellung des Originalbildes und der Vorverarbeitungsschritte Bildverbesserung, Bildsegmentierung und Bildklassifizierung



Darstellung der Vorverarbeitungsschritte der Verkehrszeichenerkennung

starke Reflexionen. Sichtverbesserungen durch Infrarot-Kameras mit „Night Vision“ Fähigkeiten kamen nicht zum Einsatz.

Die hardwarebasierte Vorverarbeitung umfasst eine Bildverbesserung, -segmentierung und -klassifizierung der Verkehrszeichen.

## Die Umsetzung

Die Bilder der Kamera werden mit 12 bit Grauwerttiefe und einer Bildfrequenz von 50 Hz aufgenommen und zwischengespeichert. Um das Bild „lesbar“ zu machen und von irrelevanter Information zu befreien, müssen typische Geometrien der Verkehrszeichen freigestellt werden.

Als erster Vorverarbeitungsschritt kommen Sobelfilter zum Einsatz, die unterschiedliche Winkel berücksichtigen und entsprechende Kanten in dem Bild erfassen. Ein lokaler Maximumfilter reduziert die resultierende Ergebnismenge. Die noch relevanten Punkte werden über eine Lookup-Tabelle abgebildet. Gleichzeitig wird aus den Datenströmen der Kantenfilterung die lokale Winkelorientierung (Richtungsgradienten) ermittelt. Das Ergebnis dieser Tabellenoperation ist die Datenbasis für die nachfolgende Hough-Transformation.

Die Hough-Algorithmik ordnet die Information über die geometrischen Form-



Originales Kamerabild

kriterien zu und speichert diese in den Akkumulatoren ab. Die Akkumulatoren beinhalten unterschiedliche Parameterbereiche für Kreisradien. Für die Radiusbereiche werden zusätzlich zu den Richtungsgradienten aus der Lookup-Tabelle, die entsprechenden Kreismittelpunkte als Histogramm eingetragen.

Mittels einer Maximum-Suche unter den Werten der Akkumulatoren wird aus den Maxima ein neues Bild aufgebaut. Eine nachgeschaltete Glättung über einen Mittelwertfilter und eine Schwellwertoperation filtert nochmals das Bild. Über den Aufbau von Grauwert-Histogrammen aus dem gefilterten Bild wird die statistische Verteilung ermittelt.

Die Ausgabe für die weiterverarbeitende Elektronik sind Bilder mit den Richtungsgradienten, Histogramme und Datenlisten, die sich aus den Koordinaten, Größen und korrespondierenden Werten aus dem Hough-Transformations-Akkumulatoren zusammensetzen.

## Die Zukunft

Das Projekt „Verkehrszeichenerkennung“ wurde bereits 2001 als Prototyp auf der Framegrabber Plattform micro-Enable II realisiert. Die Realisierung erforderte eine größtmögliche Unabhängigkeit von Betriebssystemeingriffen, eine sehr hohe Ausfallsicherheit und eine Echtzeitverarbeitung. Für die Implementierung wurde deshalb die FPGA Technologie ausgewählt.

Softwarewerkzeuge wie VisualApplets, die ein graphisches Programmieren der FPGA Prozessoren ermöglichen, bieten sich nicht nur für Zielanwendungen in der Bildverarbeitung an, sondern auch als Werkzeug für ein schnelles Prototyping. Hiermit können nicht nur visuelle Ergebnisse schnell umgesetzt und bewertet werden, sondern auch eine Ressourcenabschätzung ermittelt und das Zeitverhalten evaluiert werden.

Seit dem EU-Forschungsprogramm „Prometheus“ aus dem letzten Jahrzehnt warten wir als Autofahrer gespannt aber noch vergeblich auf die Steigerung von Sicherheit und Komfort durch Fah-



Vorverarbeitetes Bild mit Darstellung der lokalen Winkelorientierung

rerassistenzsysteme. Die Performance, die mit Bildverarbeitungslösungen auf FPGA-Basis erreicht werden kann und die Verkürzung der Time-to-Market durch intelligente Implementierungspakete wie VisualApplets können diese Entwicklungen jedoch sicher beschleunigen.

► **Autor**  
**Michael Noffz**  
 Silicon Software, Mannheim  
 Tel.: 0621/789507-0  
 Fax: 0621/789507-10  
 info@silicon-software.de  
 www.silicon-software.com

# Wenn Zäune fallen

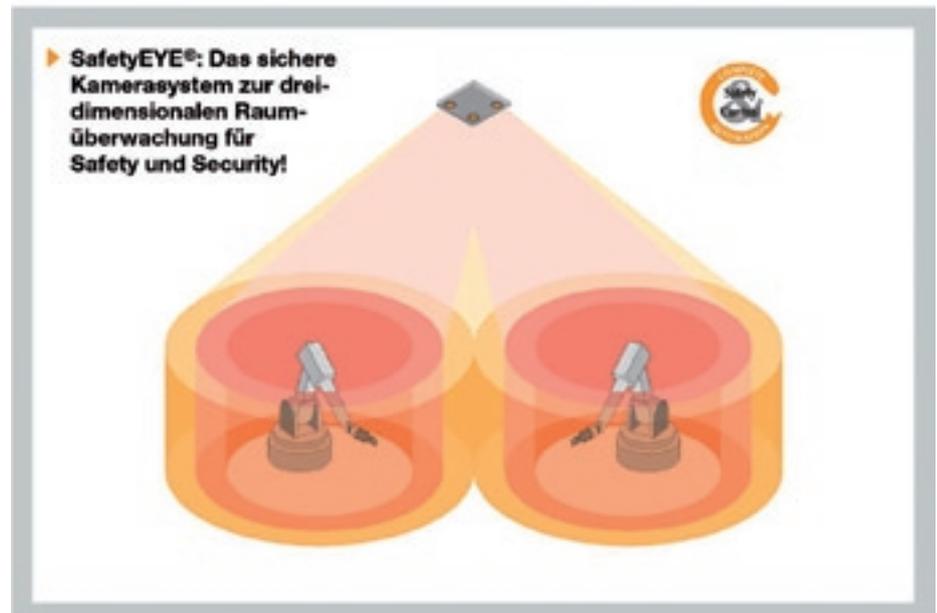
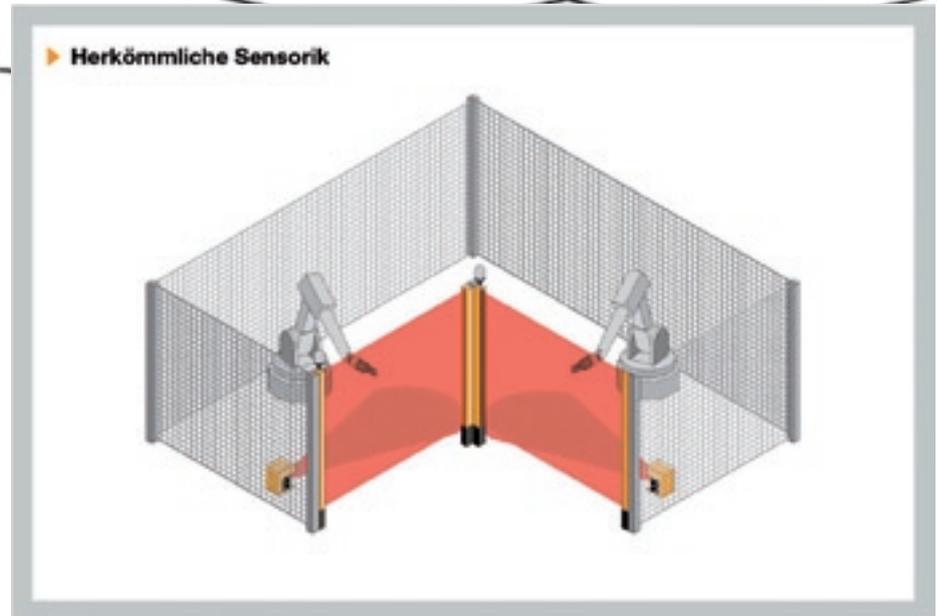
## Dreidimensionale Raumüberwachung aus der Vogelperspektive

Das erste sichere Kamerasystem SafetyEye eröffnet neue Perspektiven für die Factory und die Non-Factory Automation. Wo heute noch eine Vielzahl von Sensoren notwendig ist, umgibt bei SafetyEye ein virtueller dreidimensionaler, maßgeschneiderter Schutzkokon den Gefahrenbereich. Schutzräume lassen sich flexibel und schnell am PC konfigurieren. Im Bereich Safety profitieren Anwender von hoher Flexibilität und Produktivität, im Bereich Security von einer lückenlosen Objektüberwachung und Zutrittssicherung.

Die dritte Dimension der Sicherheit eröffneten Pilz und DaimlerChrysler Mitte November letzten Jahres, als sie ihre gemeinsame Entwicklung erstmalig präsentierten. Das Gesamtsystem besteht aus zwei Einheiten: die Sensoreinheit liefert anhand von drei hoch-dynamischen Kameras die Bilddaten des zu überwachenden Raumes, die Steuereinheit empfängt über Lichtwellenleiter die Bilddaten der Kameras und berechnet anhand hochkomplexer und sicherer Algorithmen ein räumliches Bild. Damit ist es möglich, Objekte räumlich wahrzunehmen und ihre Position exakt zu bestimmen. Diese Informationen werden dann mit den im System konfigurierten Schutzräumen überlagert, um festzustellen, ob bspw. eine Verletzung des Schutzraumes vorliegt. Bestandteil der Steuereinheit ist auch eine Sicherheitssteuerung PSS, die mit ihren Ein- und Ausgängen als Schnittstelle zur Maschinensteuerung dient und den kompletten Betrieb von SafetyEye steuert. Die Anbindung an die Peripherie kann auch über das sichere Bussystem SafetyBus p und in Zukunft über das Ethernet SafetyNet p erfolgen.

### Warn- und Schutzräume am PC konfigurieren

Mit Hilfe des Konfigurations-PCs und eines speziellen Softwarepakets werden Schutz- und Warnräume sowie alle weiteren für den Betrieb des sicheren Ka-



Mit SafetyEye lassen sich Schutzeinrichtungen reduzieren

merasystems notwendigen Parameter eingerichtet. Die dreidimensionalen Warn- und Schutzräume überlagern als farbige, halbtransparente Würfel und Quader die Bilder der Kameras.

Sind für verschiedene Betriebsarten einer Maschine unterschiedliche Raumordnungen notwendig, lassen sich diese während des Arbeitszyklus der Maschine

dynamisch über das sichere Bussystem SafetyBus p oder die digitalen Eingänge der Sicherheitssteuerung PSS umschalten. Anwender bleiben flexibel, denn einmal definierte Schutzräume lassen sich per Mausklick im SafetyEye-Configurator anpassen. Die Überwachung von Schutzräumen orientiert sich damit nicht mehr an den technischen Notwendigkeiten,

sondern an den Anforderungen der Prozessabläufe der Anwender, die sich so äußerst flexibel gestalten lassen.

### Grenzen sicherheitstechnischer Lösungen

Die heutigen Grenzen sicherheitstechnischer Lösungen werden am Beispiel einer Roboter-Arbeitsstation, die einen oder mehrere Roboter umfasst und durch Schutzzäune gesichert ist, besonders deutlich. Um zu erkennen, ob Personen den Gefahrenbereich betreten oder sich darin aufhalten, sind in der Regel zusätzliche Schutzeinrichtungen wie Lichtgitter und Laserscanner in Verbindung mit Bereichsendschaltern an den Robotern erforderlich.

Mit optoelektronischen Schutzeinrichtungen lassen sich jedoch keine Räume, sondern allenfalls Ebenen überwachen. Fehlt zudem eine freie Sichtverbindung, muss die Arbeitsstation zusätzlich mit Trittmatten abgesichert werden. Eine lückenlose Überwachung des Aktionsradius eines Roboters ist so entweder gar nicht oder nur mit großem technischen Aufwand machbar.

Hinzu kommt, dass die üblichen Schutzeinrichtungen im Gefahrenfall einen sofortigen Stillstand des Roboters



SafetyEye schließt „Überwachungslücke“ an Handarbeitsstation

auslösen. Der Neustart kostet Zeit. Anders bei SafetyEye: hier führt eine Schutzraumverletzung nicht automatisch zum Not-Stopp. Vielmehr können bei einer Verletzung des Schutzraums auch Warnfunktionen ausgelöst werden, so dass der Roboter sich zunächst mit extrem reduzierter Geschwindigkeit weiter bewegt. Nur wenn der Mitarbeiter den unmittelbaren Gefahrenbereich betritt, erfolgt der Not-Stopp.

### Im Test bei DaimlerChrysler

Seit November 2006 kommt SafetyEye im DaimlerChrysler Werk Sindelfingen in verschiedenen Applikationen zum Einsatz um das System in der Praxis zu testen.

Im Montagewerk werden an mehreren Handarbeitsstationen die Scheiben für den Einbau in die Karosserien vormontiert. Dafür legen die Mitarbeiter eine Frontscheibe in eine Vorrichtung, Saugnäpfe fixieren die Scheibe, der Mitarbeiter montiert den Licht- und Regensensor. Anschließend bringt er das Haftmittel am Außenrand an, das zur Befestigung der Scheibe an der Karosserie dient. Dann verlässt der Mitarbeiter die Station und startet den automatischen Betrieb.

Die Arbeitsstationen sind ca. drei Meter breit, einen Meter tief und zwei Meter hoch. Die Sicherheit der Mitarbeiter gewährleisten bisher Lichtgitter und Laserscanner. Betritt ein Mitarbeiter eine Station, schaltet das Lichtgitter alle gefährlichen Bewegungen ab. Der Laserscanner ist als Hintertretschutz im Einsatz. Das heißt, erst wenn sich die entsprechende Person aus dem Gefahrenbereich entfernt hat, lässt sich die Station über Fuß- oder Handtaster starten.

Von den Investitionskosten einmal abgesehen, entstehen weitere, zum Teil erhebliche Kosten durch das Engineering und die Installation der einzelnen Systeme sowie die Inbetriebnahme der Anlage. Denn es gilt, sämtliche Sicherheitskomponenten einzeln auf entsprechende Busteilnehmer zu installieren, einzurichten und zu dokumentieren. Auch während des Betriebs entstehen nicht zu vernachlässigende Kosten, unter anderem für die wiederkehrenden Prüfungen der Schutzeinrichtungen im festgeschriebenen Rhythmus.

### SafetyEye spart Kosten bei der Scheibenvormontage

Angebracht in vier Metern Höhe soll SafetyEye bei DaimlerChrysler gleich zwei solcher Anlagen, die im Winkel von 90° zueinander angeordnet sind, absichern. Für jede Station wurde eine Schutzraum-

PREISENKUNGT!  
BITTE INFORMIEREN SIE SICH  
ÜBER UNSERE NEUEN PREISE:  
www.edmundoptics.de

24%

## NEW HOT MECHANICS

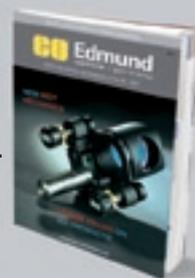


Weltweit größter Lagerbestand an optischen Komponenten

Versand am gleichen Tag

Über 1.000 neue Produkte!

Über 8.000 Produkte im Sortiment. Fordern Sie jetzt den GRATIS-KATALOG an.



Besuchen Sie uns auf der Sensor+Test, Nürnberg, 22.-24.5.2007 Halle 9, Stand 9-227

Telefon: +49 (0)721-627 37 30  
E-Mail: sales@edmundoptics.de  
Internet: www.edmundoptics.de

**ed** Edmund optics | germany

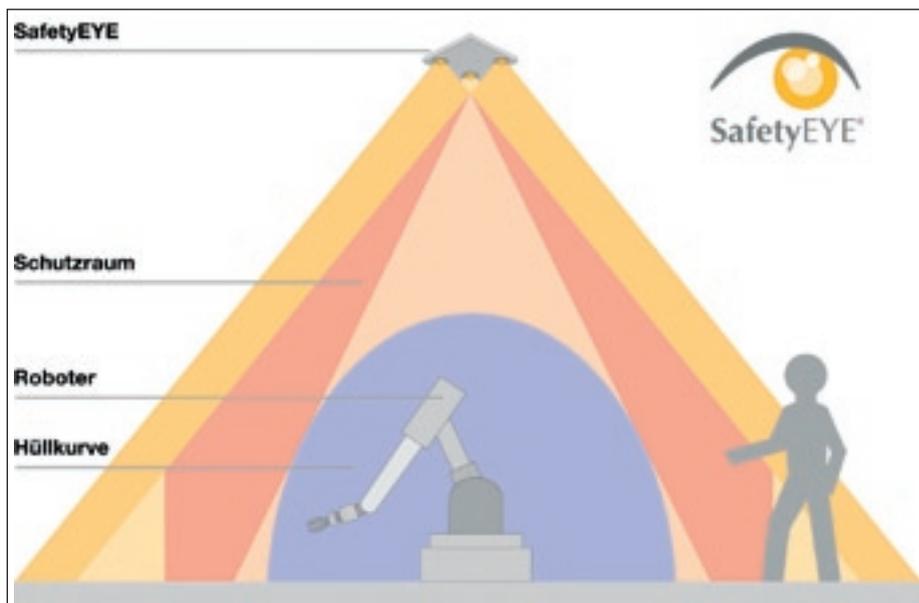
gruppe festgelegt, die unabhängig zur anderen geschaltet wird. Damit können Sicherheitseinrichtungen wie Laserscanner und Lichtgitter entfallen. Die gesamte Station lässt sich wesentlich offener gestalten, da auch die Schutzgitter an der Seite der Anlage überflüssig werden. Zudem ist es möglich, die gesamte Anlage wesentlich besser auf die ergonomischen Bedürfnisse der Mitarbeiter abzustimmen.

In der Gegenrechnung zu den bisher verwendeten Systemen reduzieren sich Investitionskosten und Komplexität der Sicherheitstechnik deutlich. Denn es werden nicht nur Sicherheitskomponenten eingespart, vielmehr ist auch die Busanbindung bereits im System implementiert. Weitere Vorteile: die Verkabelungen zu den Sicherheitskomponenten entfallen komplett und das Programm der Sicherheitssteuerung erfordert weniger Funktionsbausteine als bisher.

„Für Engineering, Installation, Inbetriebnahme und Betrieb eröffnet SafetyEye damit deutliche Einsparpotenziale. Selbst bei der periodischen Nachlaufmessung fallen weniger Kosten an, da nur noch ein System zu prüfen ist“, so Anton Hirzle, Senior Manager der Abteilung Automatisierungs- und Steuerungstechnik bei DaimlerChrysler.

### SafetyEye schließt „Überwachungs-lücke“ an Handarbeitsstation

An dieser Station führt ein Werker, etwa im Bereich des Motorraums, Arbeiten an der noch unverkleideten Karosserie durch. In diesem Fall geht die Gefahr von einem beweglichen Ladungsträger aus, auf dem der Karosserierahmen in die Station einfährt. Dort stoppt er für den



SafetyEye sichert Anlagen aus der Vogelperspektive: ein dreidimensionaler Schutzkokon umgibt maßgeschneidert den Gefahrenbereich

Arbeitsvorgang und fährt danach auf Knopfdruck zur nächsten Station weiter. Der Schlitten mit der Karosserie darf sich erst dann bewegen, wenn sich niemand mehr am Fahrzeug befindet. Die Station ist natürlich gesichert, ein Restrisiko bleibt allerdings. „Denn ein Werker, der z. B. im Motorenraum der Karosserie beschäftigt ist, könnte dabei auf den vorderen Trägern des Karosserieschlittens stehen. Er würde auch dann unentdeckt bleiben, wenn die Bodenfläche darunter mit einer Trittmatte abgesichert wäre“, erläutert Anton Hirzle. Eine optische Sicherung scheidet in diesem Fall aus, da die nach vorne ragenden Karosserieträger den dahinter liegenden Gefahrenbereich verbergen. Der mit SafetyEye maßgeschneiderte Schutzkokon dagegen legt

sich wie eine formbare Hülle um die Karosserie und erfasst daher auch den Motorraum und gegebenenfalls den Werker. „Das sichere Kamerasystem bietet hier den Vorteil, dass wir den kompletten Raum und auch den Innenraum überwachen können“ resümiert Anton Hirzle.

### Mehr Wirtschaftlichkeit und Flexibilität

Im Vergleich zu herkömmlicher Sensorik bietet das sichere Kamerasystem deutlich mehr: Steuern, Schützen und Überwachen mit nur einem System. Das spart Investitionskosten und reduziert die Komplexität. Auch Standardsteuerungsfunktionen kann SafetyEye ebenfalls übernehmen. Der SafetyEye Configurator gewährleistet eine schnelle Planung und Projektierung, die einfache Montage des Systems eine schnelle Installation. Da das System einen Raum aus der Vogelperspektive überwacht, bleibt der Gefahrenbereich frei von Sensorik. Damit steht einer ergonomischen Gestaltung der Arbeitsplätze nichts im Wege. Im laufenden Betrieb zahlt sich die Flexibilität von SafetyEye aus. Bei Änderungen an der Maschine lassen sich Dimension und Schutzräume einfach anpassen.

Mit dem sicheren Kamerasystem lassen sich Anforderungen aus den unterschiedlichsten Branchen realisieren: von Bearbeitungscentern über die Reifen- und Verpackungsindustrie bis hin zu Hochregallagern und automatischen Parkhäusern.



Scheibenvormontage – SafetyEye überwacht zwei Anlagen

#### ► Kontakt

Pilz GmbH & Co. KG, Ostfildern  
Tel.: 0711/3409-158  
pilz.gmbh@pilz.de  
www.pilz.de

### Attraktiver Einstieg in die Bildverarbeitung

Die intelligenten Kamera-Modelle DVT 515, 535 und 545 von Cognex bieten dem Endanwender einen besonders attraktiven Einstieg in die Bildverarbeitung. Der schnelle Aufbau und die Installation von Applikationen werden durch die neuen Vision-Sensoren DVT 515, 535 und 545 weiter vereinfacht. Diese bezüglich ihrer Leistung skalierbaren intelligenten Kameras erschließen preiswerte Lösungen bei hoher Systemflexibilität. Damit haben Sie als Kunde die Möglichkeit, eine für Ihre Aufgabenstellung stets optimale Ausführung des Produktes auszuwählen. Die drei neuen Modelle besitzen eine Auflösung von 640 x 480 Pixeln und stehen mit CMOS- (DVT 515) und 1/3"-CCD-Sensoren (DVT 535, 545) zur Verfügung. Sie ermöglichen Bildeinzugsraten von bis zu 60 Bildern/Sekunde bei Vollbildern. Durch ein partielles Einlesen sind bis zu 500 Bilder/Sekunde möglich.



Stemmer Imaging GmbH

Tel.: 089/80902-0 • info@imaging.de • www.stemmer-imaging.de

### Vertrieb von Megapixel-Kameras übernommen

Sanyo Video Vertrieb hat die Distribution der Megapixel IP-Kameras des amerikanischen Herstellers IQInvision übernommen. Die IQeye IP-Kameras verfügen über eine Auflösung von 1,3 bis hin zu 5,0 Megapixel und bieten so völlig neue Möglichkeiten in der Videoüberwachung. Die IQeye 511 ist eine 1,3 Megapixel Kamera, die ausgezeichnete Bilder – in Auflösungen von D1 bis HDTV – liefert. Die IP-Kameras der IQ-700 liefern hochauflösende Bilder mit bis zu 5,0 Megapixel Auflösung. Mit einer Bildrate von bis zu 30 Bildern/Sekunde und einer sehr hohen Lichtempfindlichkeit eignen sich die Kameras für die verschiedensten Einsätze. Sie verfügen über Power-over-Ethernet und einen CF-Karten Slot für lokale Aufzeichnung in der Kamera. Verschiedene Software Tools erlauben es z. B., einen gewünschten Bildausschnitt in einer gewählten Auflösung aufzunehmen oder Privatzenen festzulegen.



Sanyo Video Vertrieb AG

Tel.: 04102/4798-0 • info@sanyo-video.de • www.sanyo-video.de

### Kameras mit Linux Treiber-Kit und Linux Interface

Speziell für Linux-Anwender bietet IDS einen umfangreichen Softwaresupport für seine Kamerafamilie uEye. Das Paket beinhaltet nun neben einem Software-Development-Kit (SDK) auch ein Interface für die Linux-Version der Standard-Bildverarbeitungsbibliothek Halcon. Das komfortable Software-Development-Kit (SDK) erlaubt die Kontrolle aller kameraspezifischen Parameter. Das SDK ist über die komplette uEye-Kameraserie identisch, d.h. ein Modellwechsel erfordert keine Neuprogrammierung. Ein wichtiger Aspekt, da die Baureihe mittlerweile über 100 Typen sowohl für industrielle als auch nicht-industrielle Anwendungen, z. B. in der Medizin- oder Sicherheitstechnik, umfasst. Die Auflösung reicht von 640 x 480 bis zur fünf Megapixel-Variante mit 2.048 x 1.920 Pixel. Erhältlich sind Modelle mit CCD- oder CMOS-Sensor, in Monochrom- oder Farbversion und mit Rolling- oder Global Shutter.



IDS Imaging Development Systems GmbH • Tel.: 07134/96196-0  
t.schmidgall@ids-imaging.de • www.ids-imaging.de

### Schneller 2D / 3D Zeilen Profil Sensor

Mit dem ZPS-1000 erweitert VDS Vosskühler sein Programm um einen sehr schnellen 2/3D Zeilen Profil Sensor, der nach dem Laser-Triangulationsprinzip arbeitet. Bei einer Auflösung von 500 Pixel/Zeile liefert der Sensor 1.000 Höhenprofile/Sek. Die Auflösung ist zwischen 256 und 1.024 Pixel/Zeile einstellbar. Die erreichbare Messgenauigkeit beträgt ca. +/- 0,2 % des Messbereiches. Die komplette Berechnung und Kalibrierung der Daten erfolgt innerhalb des Sensors, weshalb dieser besonders einfach in Anwender Systeme integrierbar ist. Die direkt vorliegenden Höhendaten können im 32 bit Fließkommaformat über CameraLink oder optional auch über Gigabit Ethernet zum PC übertragen werden.

VDS Vosskühler GmbH

Tel.: 0541/80084-0

L.Kemper@vdsvoessk.de

www.vdsvoessk.de

### Prismenadapter erweitern Einsatzmöglichkeiten

Prismenadapter von Moritex ermöglichen eine Manipulation der optischen Achse von Micro Machine Lenses (MML). Bei Anwendungen mit wenig Platz über dem Objekt ermöglichen die Winkelpismenadapter von Moritex eine Drehung der optischen Achse um 90° und damit einen bequemen Einblick von der Seite. Zum Erkennen enger Teilungen in einem kleinen Bereich sind eine Reihe von Teilungskonversionsprismen für die optische Achse erhältlich, welche die Teilung zwischen zwei MML Objektiven reduzieren. Neue Prismenadapter sind verfügbar, die zwei optische Sichten mit unterschiedlicher Fokussierung ermöglichen. Standard-Prismenadapter gibt es für Objektive mit 16 mm, 18 mm, 25 mm, 35 mm und 37,5 mm Durchmesser. Moritex liefert auch maßgefertigte Prismenadapter für CCD Kameras und optische Geräte.

Moritex Europe Ltd.

Tel.: +44/1223/301148

sales@moritex.com

www.moritex.com

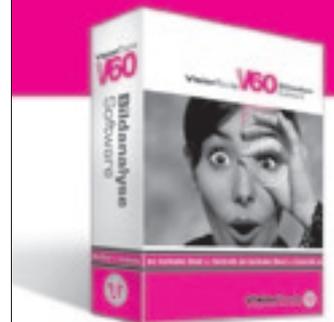
- ✓ **Nachvollziehbare Entscheidungen.**
- ✓ **Das System macht, was Sie wollen.**

**Jetzt kostenlose Schnupperkurse in V60**

Infos unter  
www.vision-tools.com



**V60**  
Bildanalyse  
Software



**VisionTools**  
Bildanalyse Systeme GmbH

Goethestraße 63  
D-68753 Waghäusel

Telefon 0049 (0) 7254-9351-0

Telefax 0049 (0) 7254-9351-20

Internet www.vision-tools.com

E-Mail info@vision-tools.com

## Visionmes: Telezentrische Objektive von Carl Zeiss



Mit den telezentrischen Industrieobjektiven Visionmes® erfassen Sie Ihre Prüfobjekte mit hoher Präzision und in brillanter Bildqualität. Die High-tech-Qualität bspw. unserer Visionmes 300 schafft höchste Messgenauigkeit über das gesamte Objektfeld. Visionmes gibt es für Kamerasysteme mit 1/3"- und 1/2"-, 2/3"- und 1"-CCD-Sensoren.

**Carl Zeiss AG**  
GB Photoobjektive  
Industrieoptik  
Tel.: +49 3641/64-3291  
info.optik@zeiss.de  
www.zeiss.de/optik



We make it visible.

## Sehnerv für Roboter Augen

Multifaserbündel für die optische Datenübertragung, die Schott entwickelt hat, trotzen Temperaturen bis 125°C – spezielle Ausführungen sogar bis 350°. Damit sind sie auch bestens für Anwendungen im Motorraum von Kraftfahrzeugen geeignet. Die neuen Multikern-Glasfaserkabel sind flexibler und völlig immun gegen elektro-magnetische Störfelder. Die Bündel aus haarfeinen Glasfasern erlauben hohe Übertragungsgeschwindigkeiten, sind extrem langlebig und haben sich bereits in vielen Branchen bewährt: in Endoskopen in der Medizin, in industriellen Inspektionssystemen oder in dekorativen Beleuchtungssystemen. Außerdem sind die optischen Kabel resistent gegen aggressive Substanzen und wegen ihres mehrfaserigen Aufbaus für sicherheitskritische Anwendungen geeignet.

Schott AG  
Tel.: 06131/66-4094  
matthias.reinig@schott.com  
www.schott.com

## 100%-Qualitätskontrolle und Reinigung in Echtzeit

Verunreinigte PVC- oder Kautschukgranulatchargen erzeugen in der Weiterverarbeitung, z. B. zu Fußböden, fehlerhafte Produkte, so dass es zu Ausschuss oder zu einem erhöhten Aufwand bei der Nachbearbeitung kommt. Wird keine 100%-Kontrolle durchgeführt, besteht die Gefahr, dass fehlerhafte Produkte an den Endkunden ausgeliefert werden. Qualitätssteigerung, Kostensenkung und mehr Kundenzufriedenheit wird durch die 100%-Kontrolle und Reinigung mittels GranuControl gewährleistet. Die Reinigung der Chargen von andersfarbigen Granulaten erfolgt platzsparend im freien Fall. Seit zwei Jahren ist GranuControl u. a. bei der Firma Freudenberg in Weinheim im Einsatz. Hier werden bis zu 500 kg hochwertiges Kautschukgranulat pro Stunde auf einer Breite von 700 mm geprüft und gereinigt.

Fraunhofer-Allianz Vision  
Tel.: 09131/776-530  
vision@fraunhofer.de  
www.vision.fraunhofer.de

## Neue Treiber-Funktionen

IDS Imaging Development Systems hat seine Treiber-Software für die USB-Kameras der uEye-Familie nochmals erweitert. Wichtigstes neues Leistungsmerkmal des Updates ist die sog. Gain Boost-Funktion. Dieses Feature bringt unter problematischen Verhältnissen Licht ins Dunkel. Wenn Verstärkung und Belichtungszeit nicht mehr ausreichen, wird das analoge Bildsignal so verstärkt, dass das Bild – je nach Kameramodell – um den Faktor 1,4–2,0 aufgehellt wird. Die Funktion ist für alle CCD-Monochrom-Modelle und für viele CMOS-Versionen der uEye-Serie verfügbar. Darüber hinaus stellt die neue Treiber-Software für spezielle Modelle noch weitere Funktionen bereit, für die CMOS-Kamera UI-1220 z. B. die Möglichkeit der Langzeitbelichtung bis 5,5 Sekunden sowie für die CCD-Version UI-2340 eine erweiterte Bildschirmauflösung von 1360 x 1024 Pixeln.

IDS Imaging Development Systems GmbH • Tel.: 07134/96196-0  
sales@ids-imaging.de • www.ids-imaging.de



## Kompakter, leistungsfähiger Smart-Vision-Sensor

Mit dem neuen VisiCube, der lediglich 65 x 45 x 45 mm misst und 170 g wiegt, bietet Vision Components eine höchst kompakte Bildverarbeitungslösung für industrielle Umgebungen. Kernstück der Smart Kameras, die komplett mit Messbeleuchtung und Objektiv geliefert werden, ist ein 400 MHz-(3.200 MIPS)-Prozessor von Texas Instruments. Sie sind mit einem 1/4"-CCD-Sensor ausgerüstet, der eine Auflösung von 640 x 480 Pixeln bietet und bis zu 32 Bilder in der Sekunde aufnehmen kann. Zur Programm- und Datenspeicherung dienen 32 MB DRAM und 4 MB Flash-EPROM. Mittels einer RS422- und einer 100-Mbit-Ethernetschnittstelle, die auch die Livebildausgabe auf einem PC ermöglicht, lassen sich VisiCube-Kameras in vorhandene Automatisierungsumgebungen einbinden.

Vision Components GmbH • Tel.: 07243/2167-0  
najlaa.hussein@vision-comp.com • www.vision-components.com



## Wärme-unempfindliches IR-Linsen-System

Speziell konstruiert für ungekühlte Infrarotsensoren, ist das wärme-unempfindliche f/1.3 IR-Linsen-System von Lightpath mit einer Brennweite von 14,9 mm ab sofort bei AMS Technologies verfügbar. Diese Linsen sind als Primäroptik für Wärmebildkameras entworfen. Sie kommen in einer großen Bandbreite von Einsatzgebieten wie der nationalen Sicherheit, der Brandbekämpfung, der vorsorglichen Instandhaltung und in Sichtverstärkungssystemen in Kraftfahrzeugen zur Anwendung. In diesen neuen Linsen-Systemen sind Lightpath's exklusive, gepresste Black Diamond-Linsen integriert, die eine kostengünstigere Alternative zu diamant-geschliffenen Optiken darstellen. Das passiv Wärme-unempfindliche Design bietet Temperatur-Stabilität ohne zusätzliche Kosten.

AMS Technologies AG  
Tel.: 089/89577-0 • eoverbeck@ams.de • www.ams.de



### Doppelband Zeilenkamera für IR und VIS

Neu im Produktprogramm von AMS Technologies ist die Doppelband Zeilenkamera der Firma Princeton Lightwaves. Dank zweier unabhängiger Sensorelemente, die optisch zusammengefasst werden, kann die Kamera gleichzeitig Bilder im Sichtbaren (400–900 nm) und im IR Bereich (1.000-1.700 nm) aufnehmen. Im Sichtbaren wird ein 2.048 Element eingesetzt, im Infraroten ein InGaAs Element mit 512 Pixeln. Dadurch ergibt sich eine gleichzeitige Bilderfassung mit einer 4:1 Auflösung. Jedes Photoelement besitzt zwei analoge Ausgänge, die mit korrelierender Doppelprüfung und mit Methoden zur Dunkelstromkorrektur bearbeitet werden. Die Daten werden dann in ein 12-bit Digitalsignal gewandelt und in einem RAM für die Synchronisierung und für die weitere digitale Signalverarbeitung gespeichert.



AMS Technologies AG • Tel.: 089/89577-0 • craith@ams.de

### Intelligente GigE Vision-Kamera

Die neuen Hochgeschwindigkeitskameras der Serie MC132X von Mikrotron bieten durchgreifende Vorteile: Mit GigE Vision-Schnittstelle und FPGA-Logik wurden zwei der aktuell wichtigsten technologischen Entwicklungen industrieller Bildverarbeitung in einer leistungsfähigen und zugleich anwenderfreundlichen intelligenten Kamera kombiniert. Damit wird der entscheidende Vorteil des GigE Vision-Standards genutzt: mit 1.000 Mbit/s bietet er die notwendige Bandbreite für die Übertragung von Hochgeschwindigkeits-Videos in Echtzeit. Das sind bei der MC132X pro Sekunde 80 Bilder in 1,3 Megapixel-Vollbildqualität – ohne spezielle Hardware direkt in den PC/Laptop und über eine Distanz bis zu 100 m. Mit dem neuen – unmittelbar dem CMOS-Bildsensor nachgelagerten – FPGA-Logikbaustein und der entsprechenden Programmierung können die großen Original-Bilddateien bereits in der Kamera in Echtzeit vorverarbeitet werden.



Mikrotron GmbH • Tel.: 089/726342-00 • info@mikrotron.de • www.mikrotron.de

### Color-Zeilenkamera-Serie für optimale Farbwiedergabe

Die Piranha Color-Farbzeilenkameras basieren auf einem von Dalsa neu entwickelten trilinearen Zeilensensor mit Auflösungen von 2.048 bzw. 4.096 Pixel/Zeile und einer maximalen Zeilenrate von 33 kHz. Für optimale Farbwiedergabe wurde der räumliche Abstand zwischen den Farbreihen mit 10 µm (4k-Variante) minimal gehalten. Die Kamera führt onboard eine Korrektur des Farbversatzes in Echtzeit durch. Zusammen mit der Flat Field Correction, der Programmierung von Gain/Offset und verschiedenen Algorithmen für den Weißabgleich ist immer höchste Bildqualität und Farbtreue garantiert. Das Camera Link Interface in Base oder Medium Konfiguration ermöglicht das einfache Interfacing an eine große Auswahl an Framegrabbern.



Rauscher • Tel.: 08142/44841-0 • info@rauscher.de • www.rauscher.de

### Kompakter Powerlaser für die Bildverarbeitung

Die Powerline-Serie von Laser 2000 gilt als die Nachfolge-Generation der Alleskönner-Serie bis 100 mW. Damit Kamerasysteme entsprechende Merkmale erkennen können ist viel Licht notwendig. Die hohen Bildraten verbunden mit der hohen Dichte der Bildinformationen benötigen viel Licht. War vor einigen Jahren noch ein Laser mit 1 mW ausreichend, so stoßen derzeit bereits die Standardlaser mit 100 mW bereits an ihre Grenzen. Rot ist nach wie vor die Wellenlänge, die in Kombination mit den handelsüblichen Kamera-Chips die beste Wahl ist. Für Spezialanwendungen stehen grüne und blaue Quellen parat. Das Powerline-System ist wie alle Lasiris Laser ein anwenderfreundliches Komplettsystem und benötigt lediglich noch eine Energiequelle, die Spannung und Strom zur Verfügung stellt. Das Management der Temperatur erfolgt im Gehäuse.



Laser 2000 GmbH • Tel.: 08153/405-0 • contact@laser2000.de • www.laser2000.de

weitere Produkte unter www.PRO-4-PRO.com

### CCD-Zeilenkameras

512 bis 10 680 Pixel, sw und Farbe  
 CCD-Zeilenkamera mit modularem  
 Schnittstellenkonzept: Analog: RS422  
 Digital: LVDS  
 CameraLink  
 USB 2.0



New  
 VI library for  
 LabVIEW® 8.2

### Machine Vision Components

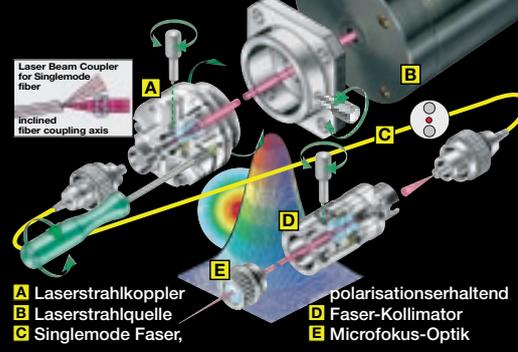
### Laserlinien-, Mikrofokus- und Laser-Pattern-Generatoren



Wellenlänge 635 – 980 nm (optional 405 und 1550 nm)  
 • Linienbreite  $\geq 0,008$  nm • Laserlinien mit homogener Intensitätsverteilung und konstanter Linienbreite  
 • Strahl- und Intensitätsprofile P1 + P2

### Faseroptik

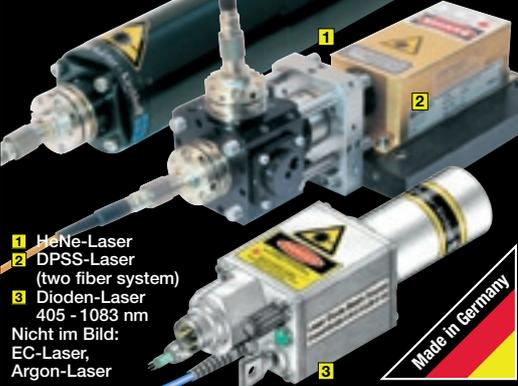
polarisationserhaltend, für  
 Laserstrahlquellen 370-1700 nm



A Laserstrahlkoppler  
 B Laserstrahlquelle  
 C Singlemode Faser,  
 D polarisationserhaltend  
 E Faser-Kollimator  
 F Microfokus-Optik

### Laserstrahlquellen

mit Faseroptik von Schäfter+Kirchhoff



1 HeNe-Laser  
 2 DPSS-Laser  
 (two fiber system)  
 3 Dioden-Laser  
 405 - 1033 nm  
 Nicht im Bild:  
 EC-Laser,  
 Argon-Laser



Schäfter + Kirchhoff GmbH  
 Kieler Straße 212 • D-22525 Hamburg / Germany  
 info@SukHamburg.de www.SuKHamburg.de

LASER 2007  
 World of Photonics  
 Visit us in hall B1, booth 102  
 June 18. – 21. | New Munich Trade Fair Centre



PIONEERS IN  
IMAGE ACQUISITION

PicSight.com

The Image you want,  
the Way you want!



Gigabit  
Ethernet

CAMERA  
Link USB2.0  
GEN<i>CAM

Digitale Kameras  
für die industrielle  
Bildverarbeitung,  
Sicherheits-, Verkehrs-  
und Medizintechnik

28 Sensoren

- CMOS oder CCD
- Farbe oder Monochrom
- Auflösung bis 5 MPixel
- Bildrate bis 200 Bilder/s

4 Schnittstellen

- Gigabit Ethernet
- Camera Link
- USB 2.0
- Smart

Leutron  
Vision

Leutron Vision GmbH  
Macairestrasse 3  
Tel.: ++49 7531 59 42 0  
Fax.: ++49 7531 59 42 99  
desales@leutron.com

www.leutron.com

VISION

### Virtuelle Instrumente auf Basis neuester .NET-Technologie

Data Translation stellt die neue Version 2.0 seiner Software-Treiber LV-Link für LabView vor. Diese Sammlung mit virtuellen Instrumenten (VIs) ermöglicht die einfache und zeitsparende Anbindung der USB- Messmodule und PCI-Messkarten von Data Translation an LabView. Die Treiber, die auf der DT-Open Layers .NET Klassenbibliothek basieren, sind mit den virtuellen Instrumenten von NI kompatibel, d. h. nach Austausch der VI's kann sofort die Messhardware des Herstellers genutzt werden. Unterstützt wird LabView ab Release 8.0, für Anwender älterer Pakete steht nach wie vor die bisherige LV-Link-Version zu Verfügung. Die Software-Treiber sind speziell für die Erfassung und Ausgabe mit hohen Datenraten ausgelegt und integrieren alle Subsysteme und Funktionen der Messhardware.

Data Translation GmbH  
Tel.: 07142/9531-0  
wklass@datx.de  
www.datatranslation.de

### Schnelle Bildvorverarbeitung

Ein neues Halcon-Interface von MVTec ermöglicht es jetzt, Filteroperationen direkt auf dem microEnable III Framegrabber von Silicon Software laufen zu lassen. Damit werden Bildverarbeitungsanwendungen mit Halcon erheblich beschleunigt. Durch die Bildvorverarbeitung auf dem FPGA (Field Programmable Gate Array) des Framegrabbers wird erhebliche Rechenzeit auf dem Computer eingespart. Dabei kann mit Hilfe einer graphischen Benutzeroberfläche die Bildvorverarbeitung flexibel konfiguriert werden, beispielsweise eine Medianfilterung zur Rauschunterdrückung. Der Anwender benötigt keinerlei Expertenwissen zur FPGA-Programmierung und hat trotzdem die Wahl, welche Bildverarbeitungsalgorithmen bereits vom FPGA übernommen werden und was in der nachfolgenden Applikation verbleibt.

MVTec Software GmbH  
Tel.: 089/457695-0  
info@mvtec.de  
www.mvtec.de

### Reihe der 12k Zeilenobjektive um ein Modell erweitert

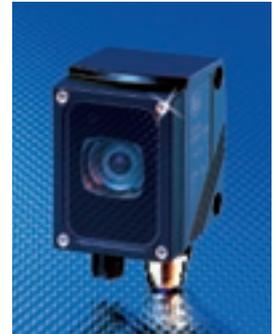
Schneider Kreuznach führt ein weiteres Modell der 12k Zeilenobjektive mit 90 mm Brennweite und Blende 4.5 ein. Das neue Apo-Componon CPN 4.5/90 erweitert die Objektivserie für moderne CCD und CMOS Kameras mit einem Modell für einen Abbildungsmaßstab von 0,2 x bis 0,4x. Die Brennweite von 90 mm verkürzt den Arbeitsabstand, wodurch die Baulänge der Kamera-Objektiv-Baugruppe reduziert werden kann. Das neue Apo-Componon 4.5/90 erlaubt den Systemingenieuren, die Maschinen kompakter und stabiler zu gestalten, da Baugruppen mit kürzeren optischen Wegen unempfindlicher gegen Vibrationen und Temperaturschwankungen sind. Die Blendenöffnung von 4.5 erhöht die Bildhelligkeit und senkt die Systemkosten aufgrund von Einsparungen bei der Beleuchtung.



Jos. Schneider Optische Werke GmbH • Tel.: 0671/601-389  
industrie@schneiderkreuznach.com • www.schneiderkreuznach.com

### Kompakter, industrieller 3D-Sensor

Der efactor pmd 3d von ifm electronic ist der erste industrielle 3D-Sensor, der auf einen Blick Objekte räumlich erfasst. Die eingesetzte PMD-Technologie ermöglicht die Bewertung geometrischer Eigenschaften wie zum Beispiel Volumen, Abstand, Füllhöhe oder Flächenmaß. Der efactor pmd 3d basiert auf der Technologie der Lichtlaufzeitmessung. Das Besondere: Lichtlaufzeitmessung und Auswertung sind zusammen auf einem Chip integriert. Die Abmessungen des somit außergewöhnlich kompakten Sensorgehäuses betragen gerade einmal 60 x 42 x 35 mm. Der Sensor verfügt über 64 x 48 Bildpunkte. Jeder Bildpunkt dieser Matrix wertet den Abstand zum Objekt aus. Somit erhält man zeitgleich 3.072 Abstandswerte. Das Abbild des Objektes auf der Matrix und die zugehörigen Abstandswerte entsprechen einem 3D-Bild. Aus diesen Werten ergeben sich die geometrischen Eigenschaften des Objektes.



ifm electronic gmbh  
Tel.: 0201/2422-0 • info@ifm-electronic.com • www.ifm-electronic.com

### Einstieg leicht gemacht

Unter diesem Motto bietet Matrix Vision ein umfassendes Komplettpaket mit intelligenter Kamera mvBlueLYNX, vielseitigem Zubehör und der Bibliothek mvImpact Base, um Entwicklern einen schnellen Einstieg in die industrielle Bildverarbeitung zu ermöglichen. Das mvBlueLYNX Starterkit enthält neben der intelligenten Kamera vielseitiges Zubehör wie Objektiv, Stativ, Netzteil und eine Schnittstellen-Box sowie alle erforderlichen Entwicklungstools für die Erstellung eigener Applikationen. Das Kernstück des Starterkits bildet die intelligente Kamera. Mit 400 MHz PowerPC-Prozessor und 64 MB ist das Embedded Linux-OS enthaltene System hinlänglich dimensioniert, um sämtliche Bildverarbeitungsschritte direkt auf der Kamera ausführen zu können. Ausreichende Schnittstellen ermöglichen eine optimale Netzwerkintegration sowie eine einfache Geräteanbindung.



Matrix Vision  
Tel.: 07191/9432-0 • info@matrix-vision.de • www.matrix-vision.de

weitere Produkte unter www.PRO-4-PRO.com



### 3D-Sensor R-Evolution



3D-Digitalisierung in einer r-evolutionären Form: Mit dem neuen Comet5 Sensor präsentiert Steinbichler Optotechnik ein System, das sich perfekt an die ständig wachsenden Ansprüche in den unterschiedlichsten Industriebereichen – besonders in Produktentwicklung und

Qualitätssicherung – anpasst. Basierend auf einem bewährten Konzept erreicht Comet5 mit seiner völlig neuen Projektionstechnologie eine herausragende Messgeschwindigkeit und Datenqualität. So können jetzt Digitalisierungsaufgaben mit extrem kurzen Datenaufnahmezeiten (< 1 Sek.) erledigt werden. Zusätzlich bietet das System eine Kameraauflösung von bis zu 11 MPixel. Es erledigt alle Messungen schnell und präzise und ist für den effektiven Einsatz zur produktionsnahen Qualitätssicherung hervorragend geeignet.

Steinbichler Optotechnik GmbH

Tel.: 08035/8704-0 • sales@steinbichler.de • www.steinbichler.de

### Optische Rauheit- und Formmessung

InfiniteFocus ist ein optisches 3D Messgerät zur Qualitätskontrolle im Mikro- und Nanobereich. Steile Flanken, große Rauheiten und stark reflektierende Oberflächen werden mit einer vertikalen Auflösung von bis zu 20 nm gemessen. Nun stellt Alicona Imaging die Neuheiten und zusätzlichen Möglichkeiten vor, die dem Anwender seit der Release von InfiniteFocus 2.0 geboten werden. 3D Rekonstruktionen werden noch schneller berechnet, ohne etwas von ihrer Robustheit und Dichte einzubüßen. Der maximale vertikale Scanbereich, auch über große Flächen, ist massiv erhöht und wird lediglich durch den Arbeitsabstand der Objektive limitiert. Die Scangeschwindigkeit wurde mit der neuen Version verdoppelt, wodurch Messungen noch schneller und benutzerfreundlicher werden.



Alicona Imaging

Tel.: +43/316/4000-700 • info@alicon.com • www.alicon.com

### Windows Vista-fähig

Die Softwarebibliothek Halcon für die industrielle Bildverarbeitung von MVTec kann ohne weiteres auf dem neuen Betriebssystem Windows Vista von Microsoft eingesetzt werden. Als einer der Marktführer für Bildverarbeitungssoftware hat MVTec bereits frühzeitig sein Softwarepaket in der aktuellen Version 7.1.2 auf der neuen Vista-Plattform erfolgreich getestet. Damit steht mit der Markteinführung von Windows Vista allen Windows-Usern die gewohnt zuverlässige Halcon-Bibliothek ohne Umstellungen zur Verfügung.

MVtec Software GmbH

Tel.: 089/457695-0 • info@mvtec.de • www.mvtec.de

### Produktneuheit zur Prüfung von Druckerzeugnissen

Die Hamburger Firma deltaE imaging entwickelte zwei neue Bilderfassungssysteme zur optimalen Überprüfung qualitativ hochwertiger Druckerzeugnisse. Besonders interessant für die Druckereien der Pharma-, Lebensmittel- und Kosmetikindustrie ist der antares Quality Control, der Vorlagen bis zu einer Größe von DIN B1 erfasst.



Dieses Prüfgerät scannt berührungslos, so dass strukturierte und empfindliche Vorlagen optimal erfasst werden können. Der Schwerpunkt des antares Quality Control liegt auf der Wareneingangskontrolle und eignet sich für Vorlagen bis DIN A 2. Beide Geräte können Brailleschrift prüfen und überzeugen durch enorme Bildqualität, hohe Scangeschwindigkeit und einfache Bedienbarkeit. Durch die hohe Präzision können kleinste Abweichungen in Schriftbild, Größe oder Braillepunkten erkannt werden.

deltaE imaging GmbH

Tel.: 040/87971335 • info@deltae-imaging.de • www.deltae-imaging.de

### Intuitive Steuerung für komplexe Überwachungssysteme

Cedip Infrared Systems bringt ein neues Produkt auf den Markt: Sentinel, eine hochentwickelte Windows-basierte Kontroll- und Steuerungssoftware für komplexe Überwachungssysteme. Die Software wurde speziell für die Steuerung von multisensorischen, beweglichen Systemen, wie bspw. der Cedip Pharos mit motorisierter Schwenk- und Neigeplattform, entwickelt. Mit der intuitiv bedienbaren Steuerungskonsole kann der Anwender aktive Sensoren auswählen, den Zoom und Fokus justieren, voreingestellte Positionen wählen oder auch ein automatisches Scannen der gesamten Umgebung starten. Ein virtueller Joystick vereinfacht die vertikale und horizontale Ausrichtung der Kameras. Außerdem kann mit Sentinel ein Videostream angezeigt und gesteuert werden, der von den Kameras im Sicherheitssystem über eine Ethernetverbindung übertragen wird.

Cedip Infrared Systems GmbH

Tel.: 089/3219770-0 • info@cedip-infrared.de • www.cedip-infrared.de

## VERGLEICHBAR?

Für ein ganzes Jahr kostenlos im direkten Vergleich mit Ihren Mitbewerbern und den Kontaktdaten Ihres Unternehmens mit einem Eintrag in die Marktübersichten bei



[klick]

[www.PRO-4-PRO.com](http://www.PRO-4-PRO.com)

### Interface für Kameras

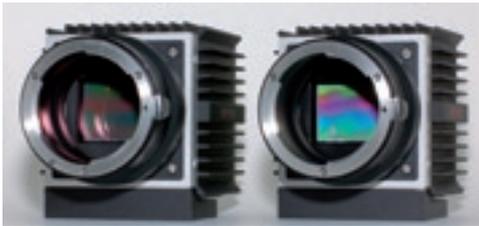
MVtec Software hat eine Schnittstelle veröffentlicht, die den Betrieb der umfangreichen Halcon Software-Bibliothek für die industrielle Bildverarbeitung mit der neuen scout Kamerafamilie von Basler ermöglicht. Das Halcon 7.1 pylon Interface spricht alle Modelle der scout-Serie an, die mit dem Übertragungsstandard GigE Vision kompatibel sind. Dabei baut das neue Interface bereits auf dem GenICam-Standard auf, der es ermöglicht, alle Kameraeigenschaften generisch anzusprechen. GigE Vision und GenICam gelten als die zukunftsträchtigen Standards rund um den digitalen Bildeinzug, die zunehmend im industriellen Umfeld und in Machine-Vision-Systemen eingesetzt werden. MVtec ist stets darauf bedacht, Industrietrends aufzugreifen und entsprechende Schnittstellen bereitzustellen.

MVtec Software GmbH

Tel.: 089/457695-0 • info@mvtec.com • www.mvtec.de

## 16 MegaPixel mit GigE oder CL Interface

Cosyco präsentiert die neueste Entwicklung von Imperx, die IPX-16M3. Die Kamera ist wahlweise mit Camera Link oder GigE Schnittstelle erhältlich. Bei der Auflösung von 4.872 x 3.248 schafft sie 3 Bilder/s. Über Software lässt sich die Grauwertauflösung von 8, 10 oder 12 Bit auswählen. Der Sensor hat bei einer Pixelgröße von 7,4 µm die Größe von 24,5 x 36,07 mm und entspricht so den Abmessungen des bekannten Kleinbild-Formats. Dafür sind die Objektive von Nikon bestens geeignet. Die Kamera verfügt, wie alle Modelle von Imperx, über viele besondere Merkmale wie Single/Dual Tap Betrieb, Binning, programmierbare Auflösung, einstellbare Shutterzeiten und Bildraten, Langzeit-Integration, Pre-Exposure, Double Exposure, schnelle Triggerung, Blitz-Ausgang, Gain und Offset Korrektur, Window-Technik und auf Wunsch sogar Auto-Iris Steuerung.



Cosyco GmbH • Tel.: 089/847087 • info@cosyco.de • www.cosyco.de

## Schnelle Konfiguration und einfacher Betrieb

Ein einfach zu verwendender Bildsensor in zwei Konfigurationen für eine breite Palette von Anwendungen in der Fertigung, Prozesstechnik und Verpackungsindustrie wurde von Banner Engineering vorgestellt.

Käufer können zwischen dem einteiligen PresencePlus P4 OMNI Color oder dem PresencePlus ProColor mit kleiner Kamera und separatem Controller für DIN-Schienenmontage wählen. Eine Kamera nach IP-68-Spezifikation ist für den Pro Color Bildsensor erhältlich zum Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen. Der Sensor prüft unendlich viele Farbunterschiede im Sichtfeld, um das Vorhandensein oder Fehlen der spezifischen Farbe zu ermitteln, die ihm mittels der integrierten Farbfunktion beigebracht wurde.



Banner Engineering Belgium BVBA • Tel.: +32/2/4560780  
mail@bannereurope.com • www.bannereurope.com

## Neue Version der bekannten Softwarebibliothek



Nach zwei Jahren bringt MVTec Software die neue Version ihrer Softwarebibliothek Halcon auf den Markt. Halcon 8.0 beschreitet viele neue Wege, sowohl was neue Möglichkeiten für die industrielle Anwendung angeht, als auch was die Benutzerfreundlichkeit betrifft. Die Softwarebibliothek gilt weltweit seit der Markteinführung vor zehn Jahren als ein Technologiezugpferd für Bildverarbeitungssoftware. Die Entwicklung der neuen Version 8.0 ist bereits abgeschlossen, die abschließende Testphase läuft gerade und die Markteinführung wird für den Sommer 2007 vorbereitet. Anspruchsvolle industrielle Bildverarbeitung wird noch schneller und außerdem leichter zu programmieren. Neben den mehr als einhundert neuen Operatoren konnte die Geschwindigkeit der gesamten bestehenden Softwarebibliothek für typische Applikationen um durchschnittlich 25 % erhöht werden, einzelne Operatoren bis zu 500 %.

MVTec Software GmbH

Tel.: 089/457695-0 • info@mvtec.de • www.mvtec.de

weitere Produkte unter [www.PRO-4-PRO.com](http://www.PRO-4-PRO.com)



## 60 Entwickler in jeder Box.

Unser Team von Programmierern hat in über 100.000 Arbeitsstunden pro Jahr die Matrox Imaging Library (MIL) entwickelt. Wir haben unsere Arbeit getan, damit Sie sich auf die Erstellung Ihrer Anwendung konzentrieren können.

Unsere praxiserprobte industrielle und wissenschaftliche Bildverarbeitungsbibliothek:

- bietet eine einheitliche Programmierschnittstelle mit Unterstützung der gesamten Hardwarepalette von Matrox Imaging
- wurde direkt von Matrox für die Verwendung der Intel® MMX™/SSE/SSE2 Technologie optimiert
- entlastet transparent mit der ASIC/FPGA-basierten Matrox Verarbeitungshardware
- läuft unter Microsoft® Windows® oder Linux

**Bestellen Sie Ihre kostenlose 30-tägige MIL Demo-CD: [www.matrox.com/imaging/de/produkte/mil/home.cfm](http://www.matrox.com/imaging/de/produkte/mil/home.cfm)**



Matrox Imaging Library (MIL) 8.0  
Jetzt mit Metrologie-Modul!

» Nehmen Sie heute noch Kontakt zu uns auf!

089/621 70-520  
imaging.info@matrox.com  
[www.matrox.com/imaging/de](http://www.matrox.com/imaging/de)



## ZF: Objektive mit F-Mount von Carl Zeiss



Besuchen Sie uns auf der  
Control 2007 in Sinsheim  
Halle 4, Stand 4004

Die ZF-Objektive Distagon® T\* (2,8/25 und 2/35), Planar® T\* (1,4/50 und 1,4/85) sowie Makro-Planar® T\* (2/50 und 2/100) mit Nikon F-Mount erschließen für Technik und Industrie die Bildqualität professioneller Fotografie. Sie sind mit manueller Fokussierung höchster Präzision, robustem Design und hervorragender Bildqualität ausgestattet.

**Carl Zeiss AG**  
GB Photoobjektive  
Industrieoptik  
Tel.: +49 3641/64-2183  
info.optik@zeiss.de  
www.zeiss.de/optik



We make it visible.

### Neuer Sensor mit 1.3 MPixel

Point Grey Research hat den brandneuen Sony ICX445 1/3" progressive scan CCD in seiner Dragonfly2 Serie integriert. Das neue Dragonfly2 DR2-13S2 Modell erreicht eine Bildrate von 20 Hz mit einer Auflösung von 1280x960 Pixel. Der Sony ICX445 EXview HAD CCD hat eine erhöhte Empfindlichkeit auch im Infraroten Bereich. Der C/CS mount Adapter wurde auf Gewicht und Größe optimiert und ein neuer 12 bit AD Wandler ermöglicht schnelleres digitalisieren und besseres Timing für zeitkritische Anwendungen. Die DR2-13S2 bietet alle Merkmale der Dragonfly2 Serie wie „on-board“ Farbverarbeitung, „on-board“-Speicher, programmierbare LUT, asynchrones Trigger bei voller Geschwindigkeit, 4 I/Os mit programmierbarer Verzögerung, Binning für noch schnellere Aufnahmen und/oder erhöhte Empfindlichkeit, automatisches Synchronisierung zwischen Kameras, einfaches Firmware Upgrade und komplette Software Steuerung.

Point Grey Research  
Tel.: 089/45463224  
eu-sales@ptgrey.com  
www.ptgrey.com

### Hochaufgelöste Bilder aus dem Rennwagen

Der Zuschauer vor dem Fernseher verfolgt das Autorennen live aus Sicht des Fahrers und sieht die Umgebung am Wagen vorbeisausen. Bisher ging das nur in üblicher Fernsehaufklärung. Jetzt haben diese Bilder den Sprung in die hohe Auflösung High Definition TV (HDTV) geschafft: Möglich macht dies eine Mini-Kamera, die Forscher des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelt haben und die von Lizenznehmern künftig serienmäßig produziert wird. Mit vier mal vier mal acht Zentimeter ist die Kamera kleiner als eine Seifenschachtel und findet auch im engen Rennauto-Cockpit oder auf dem Helm eines Schanzenspringers Platz. Die Kameraelektronik hat eine sehr geringe Verlustleistung – es entsteht also wenig Wärme, so dass das Gehäuse sehr klein gehalten werden kann. Indem hoch integrierte Bauteile verwendet werden, konnten alle Komponenten wie Bildsensor, Analog-Digital-Umsetzer, Farbaufbereitung und Schnittstellen auf kleinstem Raum in der Kamera realisiert werden.

Fraunhofer-Institut für  
Integrierte Schaltungen IIS  
Tel.: 09131/776-0  
info@iis.fraunhofer.de  
www.iis.fraunhofer.de

### Kompatibel zu GigE-Vision und GenCam

Die neueste Version von Common Vision Blox von Stemmer Imaging entspricht als europaweit erste Bildverarbeitungs-Bibliothek den neuen Standards GigE-Vision und GenCam. CVB 9.0.1 stellt zudem nun auch Wizards für VB.Net, VC.Net und C#.Net zur Verfügung. CVB 9.0.1 enthält Updates für den Image Manager, das Foundation Package und für viele Tools aus dem gleichnamigen Werkzeugkasten. Um die Unterstützung der meisten Compiler noch zu verstärken, wurden Wizards für die MS .NET-Entwicklungs-Plattformen entwickelt. Die Geschwindigkeit des Displays konnte noch einmal um fast 50% gesteigert werden. Die Datenübertragungsrate zwischen Speicher und Display erhöht sich damit auf 120 MByte/s. Dank eines neuen Dateiformates kann man nun eine Vielzahl von Bildern von der Festplatte oder aus dem Netzwerk laden.



Stemmer Imaging GmbH  
Tel.: 089/80902-0 • info@imaging.de • www.stemmer-imaging.de

### USB2.0 CMOS Kamera-System



Die neue CMOS Kamera von EHD imaging ermöglicht es, Bilder mit einer Auflösung von 2.208 X 3.000 Pixel (6.6 Megapixel; IBIS4-6600 von Cypress) mit 6 Bilder/s darzustellen. Das 1"-Format des Sensors und der C-Mount-Anschluss bei einer Größe der Kamera von 54 x 54 x 33 mm ermöglicht Anwendungen in Forschung und Wissenschaft sowie in der Industrie. Mit CMOS-Bildaufnahme wurde der technische Durchbruch bzgl. Rauschen, Empfindlichkeit und Dynamik erreicht. Die Kamera erreicht mit ihrem 10 Bit A/D-Wandler eine Auslesegeschwindigkeit von 48 Mpixel/s oder 6 Bilder/s bei voller Auflösung über die USB2.0-Schnittstelle. Reduziert man die Auflösung werden Videodarstellungen von bis zu 426 Bilder/s (320 x 240) möglich. In der mitgelieferten Software können Einstellungen zur Sensor Kontrolle, Auflösung, Dunkelbild-Subtraktion, Histogramm und einfache Bildbearbeitungsfunktionen etc. vorgenommen werden.

EHD imaging GmbH • Tel.: 05491/2090 • info@ehd.de • www.ehd.de

### Digitalkameras für Software-Einbindungen

Die PS-Digitalkameras von Kappa sind speziell für Software Einbindungen konzipiert. Das passende Kappa Sdk3 steht für modernste Software Umgebung auf Basis .net und C-API. Mit Sdk oder ausführlicher Schnittstellenbeschreibung überzeugen die PS-Kameras als leistungsstarke Komponente in allen Mess- und Prüfmaschinen. Die Serie basiert auf einer variablen Kameraelektronik, geringer Leistungsaufnahme, fortschrittlicher Schaltungstechnik und extrem hoher Widerstandsfähigkeit bei exzellenter Signalqualität. Der Integrator hat die Auswahl zwischen Farb- und Schwarzweiss-Systemen, hochwertigen CCD Sensoren von Sony und Kodak mit Megapixel-Auflösung sowie verschiedenen Schnittstellen (FireWire/IIDC kompatibel, CameraLink und in Vorbereitung GigE Vision). Bauform und Board-Layout sind individuell anpassbar. Die Serie ist in dem markanten 6-Eck Designgehäuse oder in der Standard-Würfelbauform (60 x 60 x 47 mm) und als Kameraboard erhältlich.



Kappa opto-electronics GmbH  
Tel.: 05508/9740 • info@kappa.de • www.kappa.de

# AUTOMATION

MESSEN - PRÜFEN - IDENTIFIZIEREN - STEUERN

# INSPECT

## Einäugiges Sehen auf der Überholspur

Robot Vision erhöht die Flexibilität in der Produktion



### *kontakt*

ISRA VISION AG  
Industriestr. 14 · 64297 Darmstadt  
Tel.: 06151/948-0 · Fax: 06151/948-140  
info@isravis.com · www.isravis.com

### ISRA VISION IN KÜRZE

Wenn heute weltweit in der Industrie von Robot Vision oder Oberflächeninspektion gesprochen wird, befindet sich ISRA VISION stets unter den zuerst genannten Adressen. Von 1D bis hin zu 3D bzw. 6D ist ISRA seit zwei Jahrzehnten ein Innovationsmotor der Roboterautomatisierung mit Machine Vision. Mit rd. 300 Mitarbeitern, einer weltweiten Vertriebs- und Service-Organisation sowie Standorten in Europa, Amerika und Asien ist das Unternehmen ein global ausgerichtetes, führender Anbieter von Machine Vision für die Industrieautomatisierung.

### Robot Vision Produkte

Intelligenz, Lernfähigkeit sowie einäugiges 3D- bzw. Multikamerasehen sind typische Innovationsmerkmale der ISRA Robot Vision Systeme. Ausgestattet mit Photogrammetrie, Stereometrie oder Mehrfachlinienmatching bzw. konturbasierten Verfahren mit automatischer Kalibrierung, können sie mit nahezu jedem Roboter kommunizieren. Die Systeme ermöglichen in der Roboterführung wirtschaftliche Lösungen für hohe Leistungsfähigkeit und Erkennungsrobustheit. Verbunden mit einer einfachen Bedienung und einer hohen Effizienz im täglichen Einsatz sind dies für unsere Kunden entscheidende Investitionsgründe.

### VIVA verheiratet Robot Vision & Qualitätskontrolle

Eine einmalige Kombination aus Roboterführung, Messtechnik, Vollständigkeitskontrolle und Identifikation bietet das umfassende Automatisierungswerkzeug VIVA (Versatile Intelligence for Vision Automation). VIVA ist ein komplettes Paket, das basierend auf einer endkundenorientierten, flexiblen und modularen All-In-One-Software-Plattform die durchgängige, blitzschnelle Erstellung beliebiger Applikationen für die industrielle Automatisierung ermöglicht. Anwender können die Gesamtplattform oder einzelne Module, beliebig kombiniert, nutzen. Aus der Kompatibilität der Module resultieren optimierte Applikationen für den industriellen Produktionsprozess, mit denen sich die Produktivität spürbar erhöhen lässt.

3D-Sensoren und intelligente Algorithmen ermöglichen MONO3D (Einäugiges Sehen) mit Robot Vision

# Einäugiges Sehen auf der Überholspur

## Robot Vision erhöht die Flexibilität in der Produktion

Für nahezu alle Anforderungen in der modernen Fertigung stehen optimierte Bildverarbeitungslösungen von Isra Vision zur Verfügung. Vor allem zur Führung und zur Positionierung von Robotern erweisen sich die Vision-Systeme als unentbehrliche Helfer. Neue Anwendungsbereiche konnten mit den Mono3D-Systemen erschlossen werden, die mit nur einer Kamera alle sechs Freiheitsgrade eines dreidimensionalen Objekts genau bestimmen. Damit lassen sich unter anderem die wachsende Teilevielfalt im Automobilbau beherrschen und wirtschaftliche Lösungen für Roboteranwendungen realisieren, wie zwei Beispiele bei General Motors und bei Daimler-Chrysler in den USA zeigen.



Roboter können Tätigkeiten nur dann ausführen, wenn bei jeder Wiederholung exakt die gleichen Bedingungen vorliegen. Sie sind sozusagen „blind“ und damit nur sehr eingeschränkt nutzbar. Erst mit einem Vision-System verfügen Roboter über „Augen“, und nur dann können sie auch mit unbekanntem Situationen umgehen. Die Roboterführung, auch Robot Vision genannt, erlaubt höhere Produktionsraten, verbessert und sichert die Qualität und senkt die Kosten der Fertigung. Allein unter diesem Aspekt kann sich die Investition in Bildverarbeitungssysteme oft in wenigen Monaten amortisieren.

Vor allem in der Automobilindustrie wachsen die produzierten Stückzahlen bei steigendem Kostendruck. Gleichzeitig nimmt auch die Variantenzahl erheblich zu. Dies lässt sich am Beispiel von Audi zeigen: Produzierte das Unternehmen noch 1996 knapp 500.000 Fahrzeuge, waren es 2005 bereits deutlich über 800.000 Stück. Für 2015 er-

wartet das Unternehmen sogar 1,4 Mio. produzierte Fahrzeuge. Parallel erweitert sich die Produktpalette dramatisch: Im Jahre 1994 gab es sieben Audi-Modelle; elf Jahre später konnten Autokäufer bereits zwischen 22 Modellen wählen und für 2015 werden laut Audi-Quellen 40 verschiedene Modelle erwartet. Kontinuierlich wird die Produktpalette mit neuen Modellreihen, Derivaten und Nischenfahrzeugen ausgebaut. Diese Entwicklung, die bei anderen Automobilherstellern ähnlich verläuft, verlangt eine hochflexible Produktion, die nur mit Robotereinsatz im Zusammenhang mit intelligenten Bildverarbeitungslösungen zu bewältigen ist. Diese Systeme sorgen dafür, dass die Roboter auch mit „unsicheren“ Situationen zurechtkommen. Dies ließe sich ohne „intelligente Augen“ nur mit erheblichen Investitionen in mechanische Vorrichtungen realisieren, die für die entsprechende Reproduzierbarkeit sorgen müssten.

### Optimale Lösung für jede Anforderung

Vision-Systeme flexibilisieren daher den Robotereinsatz und die gesamte Produktion, leisten nachweislich einen wichtigen Beitrag zur Kostenreduzierung und ermöglichen darüber hinaus einen Nachweis der Fertigungsqualität, der ohne sie gar nicht erbracht werden könnte. Der Bildverarbeitungsspezialist Isra Vision stellt Vision-Systeme basierend auf unterschiedlichen Technologien für alle Anforderungen zur Verfügung, die in allen Prozessstufen der Produktionskette in der Automobilindustrie für mehr Produktivität und Effizienz sorgen.

Bereits mit 2D-Systemen lassen sich Positionen bestimmen, Typen identifizieren und Bauteile auf Bändern sortieren. Einen weiteren Schritt nach vorn ermöglicht die 2 1/2 D-Technik, die aus einer Kamera-Position die Entfernung der erfassten Objekte als „halbe“ dritte Dimension berechnet. Damit können robuste und wirtschaftliche Lösungen beim Pa-

Miniaturisierte Kameras und Beleuchtungseinheiten im komplexen Greifwerkzeug integriert



Automatisierte Entstapelung von Pressteilen im Rohbau



Wo Qualität und Effizienz von hochautomatisierten Roboter- und Handlingsystemen durch schnelle und präzise Positionsbestimmung gesteigert werden soll, kommt die 3D-Projektionsmesstechnik zum Einsatz. Das 3D Form Matching verbindet Roboterführung und Inline-Messtechnik mithilfe von Mehrlinien-Projektionssensoren und integrierter Flächenbeleuchtung.

lettieren und Depalettieren oder Sortieren aus Behältern umgesetzt werden.

Einen besonderen Schub nach vorn verhalf der Robot Vision die dreidimensionale Bildverarbeitung. Isra stellt ein umfassendes Programm an „echten“ 3D-Verfahren zur Verfügung, mit denen sich de facto alle Aufgaben abdecken lassen. Der 3D-Stereo-Sensor ermittelt Positionen und vermisst Objekte in allen sechs Freiheitsgraden; er kann stationär oder mobil am Roboterarm montiert werden. Die 3D-Photogrammetrie-Systeme kommen meist dann zum Einsatz, wenn sehr große oder mehrere Teile mit sehr hoher Auflösung erfasst werden sollen. 3D Robot Vision nutzt dafür die Informationen mehrerer Kameras. Die Lage ganzer Automobilkarossen kann so, zum Beispiel in Lackierstraßen, hochgenau und blitzschnell erfasst werden.

**Mit einer Kamera dreidimensional sehen**

Eine auch aus wirtschaftlichen Aspekten interessante Ergänzung für Robot Vision steht nun mit einer weiteren Innovation zur Verfügung: hocheffizient, platzsparend und dazu noch kostengünstig ist das Mono3D-System, das Isra Vision vor gut zwei Jahren auf den Markt gebracht hat. Das auf einer neu entwickelten Software basierende Vision-System benötigt nur eine Kamera, um mehrere Punkte im 3D-Kamerafeld mit einer Genauigkeit und Geschwindigkeit aus einer Position zu messen, die sonst nur mit teureren Multi-Kamera- oder Laser-basierten Systemen erreichbar sind.

Das System generiert bei niedrigen Zykluszeiten 3D-Positionsdaten, in dem drei oder mehr Merkmale eines Objekts

ortet, die räumlichen Beziehungen zwischen diesen Merkmalen bestimmt und das Ergebnis mit einem gespeicherten 3D-CAD-Modell vergleicht. Alle im Kamerabild erkennbaren Objektmerkmale können zur Messung herangezogen werden. So lassen sich alle sechs Freiheitsgrade (Position und Ausrichtung) eines beliebigen Punkts im Kamerafeld präzise bestimmen.

Diese Vorgehensweise reduziert nicht nur drastisch die Materialkosten, sondern auch den Aufwand für Installation, Kalibrierung und Betrieb des Systems. Bei geometrischen Unzulänglichkeiten können mehrere Kamerapositionen miteinander kombiniert werden. Das System arbeitet problemlos auch bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten. Aufgrund der übersichtlichen Bedieneroberfläche kann es einfach kalibriert und eingerichtet werden.

**Automatisierung in der Motorengießerei**

Das Mono3D-System ermöglicht die Ausweitung des Einsatzes von Robotern in vielen weiteren, aus wirtschaftlichen Gründen bisher verschlossenen, Anwendungsbereichen. Die unter Kostendruck stehende Automobilindustrie und deren Zulieferer haben schnell die Vorteile dieser Systeme erkannt und setzen Mono3D bereits in vielen Applikationen ein, so zum Beispiel in einer Motorengießerei von General Motors in Saginaw/Michigan in den USA. In dieser Gießerei im Zentrum der US-amerikanischen Kraftfahrzeugindustrie nordwestlich von Detroit werden Gussteile für unterschiedliche Motoren im Sandformgießverfahren hergestellt. Dazu werden aus gebundenem Sand gepresste Formen verwendet. Diese Sandformen nehmen das flüssige Metall

BECAUSE INNOVATIONS ARE ALWAYS NEEDED. ANYTIME. EVERYWHERE.

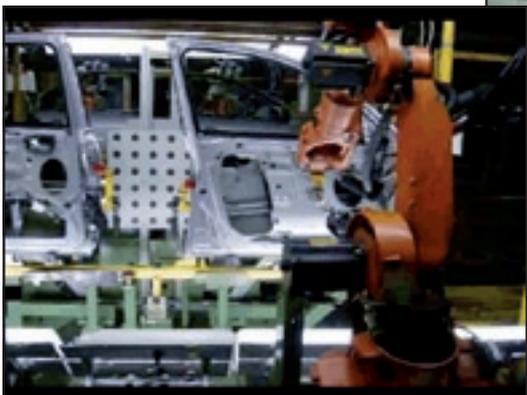
Image Acquisition and Processing on PCI and PCI Express



VISUALAPPLETS



microEnable IV product line



▲ Mono3D im Einsatz bei der automatischen Türmontage

auf und es entstehen komplette Motor-Gussteile.

Bisher waren in dieser Gießerei immer noch manuelle Tätigkeiten erforderlich: dazu zählten die Entnahme der empfindlichen Sandformen aus dem Zwischenlager, einem Regal, und der Zusammenbau zur Komplettform. Der Robotereinsatz mit den Mono3D-Systemen ermöglicht nun erstmalig einen vollautomatisierten Gießereibetrieb.

Die Sandformen werden nun von Robotern aus dem Regal entnommen und auf Förderbänder gesetzt, damit sie später zum kompletten Guss-Negativ zusammengesetzt werden können. Um die genaue Position der richtigen Form zu bestimmen, ist auf dem Arm des ABB-Roboters oberhalb der Greifvorrichtung das Mono3D-System installiert. Zu dieser Positionsbestimmung fährt der Roboter am Regal zuerst nach unten. Dabei ist höchste Genauigkeit gefordert, damit die Sandformen vom Greifer korrekt aufgenommen werden können. Danach fährt der Roboterarm mit dem Greifergestell in das Regal und entnimmt die Sandform, die mithilfe eines Pneumatikmoduls am Greifer fixiert wird. Mono3D-Systeme dienen auch zum Lokalisieren der Form-Elemente auf dem Förderband. Insgesamt befinden sich 40 dieser BV-Systeme in der Motorengießerei in Saginaw im Einsatz.

### Einfache Anwendung hat überzeugt

Auch Comau Pico, einer der führenden US-amerikanischen Integratoren von Automatisierungssystemen für die Automobilindustrie mit Hauptsitz in Southfield/Michigan (USA), ist von der Wirtschaftlichkeit und Effektivität der Mono3D-Systeme überzeugt. Das 1939 in den USA gegründete und vor sieben Jahren von der Comau Group übernommene Unternehmen setzt die Systeme für DaimlerChrysler an mehreren Produktionsstandorten in den USA ein. Vor allem die



▲ Hohe Prozessgeschwindigkeiten durch state-of-the-art Robot Vision

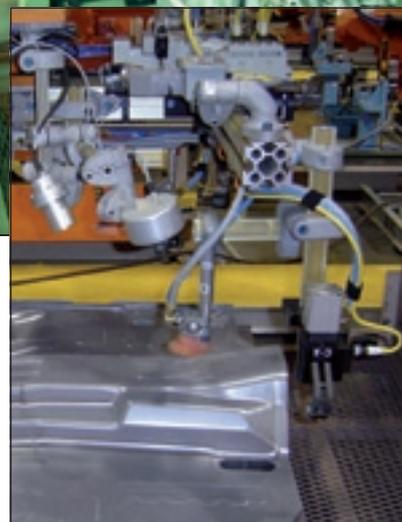
Einfachheit des Systems hat maßgeblich zu dieser Entscheidung beigetragen.

Das Mono3D-System wird in den DaimlerChrysler-Werken im Rohbau zur Entstapelung von Pressteilen eingesetzt. Mithilfe von Robotern konnte dieser Entladevorgang automatisiert werden. Dabei sind unterschiedliche Entstapelungsszenarien möglich: die Bleche können auf dem Behälterboden liegen, auf Racks hängen oder auch stehen. Da auch Blechteile mit unterschiedlicher Form an dieser Stelle geliefert werden, mussten bisher für solche Aufgaben Behälter teilweise mit aufwändigen mechanischen Separierungsvorrichtungen ausgerüstet werden.

Mit dem Mono3D-System können diese Separierungsmechaniken eingespart werden, da das Bildverarbeitungssystem den Roboter sicher mit allen Informationen über das Bauteil versorgt. Zum Einsatz kommen hier Mono3D-Systeme mit neuen Miniatur-Kameras und kompakten Hochleistungs-LED-Spots, die sich einfach in das Greifersystem des Roboters integrieren lassen.

### Weltweite Verfügbarkeit

Intelligente Bildverarbeitungssysteme sind der Schlüssel für mehr Effizienz und



▲ Aufwändige mechanische Separierungsvorrichtungen können entfallen durch „sehende“ Roboter

höhere Produktivität in der Automobilindustrie. Isra Vision zählt Robot Vision seit mehr als 20 Jahren zu ihren Kernkompetenzen und bietet ein komplettes Portfolio an Bildverarbeitungssystemen für die Roboterführung. Vor allem die Mono3D-Systeme ermöglichen sehr wirtschaftliche Bildverarbeitungslösungen, die jedem Vergleich standhalten. Aufgrund der globalen Ausrichtung steht das Unternehmen in allen relevanten Märkten als Partner für perfekt auf die Anforderungen abgestimmte Vision-Lösungen zur Verfügung.

#### ► Kontakt

Isra Vision AG, Darmstadt  
Tel.: 06151-948-0  
Fax: 06151-948-140  
info@isravision.com  
www.isravision.com

# Anforderungen der **Automobilhersteller**

## Online Qualitätssicherung an Laserverbindungen

Seit dem Jahr 2000 setzt die Volkswagen AG im großen Umfang, lasergestützte Verbindungstechniken im Karosseriebau ein. Die Steigerung der Schweiß- und Lötverbindungen nahm mit dem Polo, über den Touran, den Golf und den aktuellen Passat deutlich zu. Im aktuellen Golf sind rund 50 m Laserschweißnaht zu finden. Die Schweißnähte sind alle als Überlappverbindung ausgelegt. Trotz des weiten Parameterfensters und der Sicherheit der Schweißprozesse, ist eine kontinuierliche Kontrolle der Verbindungsqualität nötig. Am Markt sind Systeme erhältlich, die die Prozesse automatisch überwachen und im Fehlerfall eingreifen können. Trotzdem sind in der Fertigung nur wenige dieser Systeme im Einsatz, da hier das Angebot der Qualitätssensoren, die tatsächlichen Bedürfnisse der Automobilhersteller noch nicht befriedigt.

Schon bei der ersten serienmäßigen Laserschweißanwendung bei Volkswagen (am Passat 1995), kam die Forderung nach einer automatisierten Qualitätskontrolle der Schweißverbindung. Hierbei handelte es sich um die Verbindung zwischen Dach und Seitenteil, die als Kehlnaht mit einem Laserstrahl ausgeführt wurde und mit einem optischen Nahtfolger geführt wurde. Bei den folgenden Fahrzeugmodellen wurde meistens die Überlappnaht angewandt, bei der zwei übereinander liegende Bauteile durch Laserstrahl miteinander verschweißt werden (Abb. 1) und auf die optische Nahtführung verzichtet werden konnte. Eine solche Schweißnaht lässt sich von außen nur bedingt in der Gänze ihrer Qualität beurteilen, da nur sichtbare Unregelmäßigkeiten erkannt werden können.

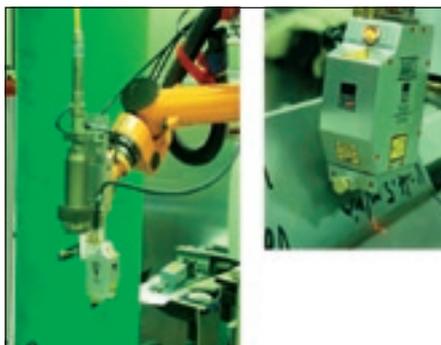


Abb. 2: Optischer Lichtschnittsensor im Vorlauf eines Laserschweißkopfes



Quelle: www.pixelquelle.de

nen. Die Qualität der Verbindungen muss daher in regelmäßigen Abständen zerstörend kontrolliert werden.

### Angebot an Qualitätssensoren

Wenn man heute den Markt nach Qualitätssensoren für Verbindungen mittels Lasertechnik analysiert, teilen sich die Angebote in Pre-Process, In-Process und Post-Process Verfahren.

Die Pre-Process Verfahren analysieren die Verbindungsstelle vor dem Fügeprozess. Auf diese Weise lassen sich also die Vorbereitungen für den Fügeprozess feststellen um gegebenenfalls Prozessparameter anzupassen. Dabei wird darauf abgezielt, dass bei optimaler Vorbereitung einer Fügestelle die Wahrscheinlichkeit für eine einwandfreie Verbindung sehr hoch ist. Zum Einsatz kommen häufig optische Systeme, die entweder mittels Bildverarbeitung oder Lichtschnittverfahren geometrische Größen der Fügestelle wie Kantenversatz, Spalt, Nahtverlauf, usw., vor dem Fügen ermitteln (Abb. 2). Ein Beweis für eine einwandfreie Verbindung ist dies allerdings nicht. Es erhöht nur die Prozesssicherheit, indem auf die Randbedingungen zum Fügen individuell reagiert wird. Einflussgrößen, die sich zwischen den Blechen befinden, lassen sich auf diese Weise nicht erfassen. Zu diesen Einflussgrößen gehört der Spalt zwi-



Abb.1: Schnittdarstellung einer lasergeschweißten Überlappverbindung von zwei 1mm starken Blechen

schen den Blechen, Oberflächenverschmutzungen, Schwankungen der Beschichtung, usw.

Die In-Process Verfahren nehmen Signale aus dem Fügeprozess während des Fügens auf. Bei den Laserprozessen sind dies meistens die Wechselwirkungen beim Schweißen oder Löten mit der Umgebung, die als Prozessleuchten sichtbar werden. Dieses Leuchten kann mittels Photodioden integral in verschiedenen Wellenlängenbereichen oder orts aufgelöst mit einer Kamera analysiert werden. Die interessanten Wellenlängenbereiche ergeben sich dabei aus der reflektierten Laserstrahlung, der Wärmeverteilung um den Laserfokus, durch das Abkühlverhalten der Naht und mit dem Prozessleuchten im sichtbaren Bereich. Diese Systeme erfassen die Stabilitätsänderungen im Prozess. Die Sensoren sind entweder am Prozesskopf oder im Lasererzeuger eingebaut und gegen beeinflussende Verschmutzungen aus dem Prozess gut geschützt (Abb. 3). Dabei bedeutet eine Prozessänderung aber

nicht zwangsläufig eine Unregelmäßigkeit in der Fügeverbindung und auch nicht einen relevanten Fehler in der Verbindung. Prozessstörungen, die im Fokus des Laserstrahls auftreten, werden häufig von der umgebenden Schmelze wieder ausgeglichen. Hinzu kommt, dass eine integrale Messmethode zwar in Kombination mit der Führungsmaschine, z. B. einem Roboter, den Ort der Unregelmäßigkeit feststellen, aber keine Aussage über die geometrische Größe der Unregelmäßigkeit machen kann.

Bei den Post-Process Verfahren analysieren die Sensoren die Fügeverbindungen nach dem Prozess. Dabei kommen häufig Lichtschnittsensoren und Bildverarbeitungsverfahren zum Einsatz, die die von außen erkennbaren Unregelmäßigkeiten finden können. Innenliegende Unregelmäßigkeiten bleiben diesen Sensoren verborgen. Erste Weiterentwicklungen im Bereich der Thermografie sind in der Lage, über das Abkühlverhalten der Verbindung auf geometrische Größen im Inneren der Verbindung zu schließen (Abb. 4). Die Auflösung ist aber noch nicht ausreichend, um die Nahtlänge und die Nahtbreite in den geforderten Toleranzen zu erkennen. Sehr gut hingegen lassen sich Anbindungsfehler in der Schweißnaht erkennen. Da aber auch hier die Messauflösung noch nicht ausreicht, um die geforderten Toleranzen zu erfüllen, lassen sich nur Bereiche mit fehlender Anbindung identifizieren.

**Anforderungen der Automobilhersteller**

In Summe zeigt sich, dass die Masse der Sensorsysteme die Prozessumgebung oder die Prozessstabilität analysiert. Den Automobilhersteller interessieren jedoch vorrangig geometrische Größen der Verbindung, die in herstellereigenen Regelwerken festgelegt sind. Bei Überlapp-Schweißverbindungen ist z. B. die Länge und die Breite der Verbindung zwischen den Blechen ein Qualitätsmerkmal. Auch die Lage, Anzahl und Größe von Poren sind Qualitätsmerkmale. Alle diese festgelegten Qualitätsmerkmale haben Toleranzen in denen sie sich bewegen dürfen, ohne dass die Funktionalität des Produktes beeinträchtigt ist. D.h., dass eine gewisse Menge an Imperfektionen in einer Verbindung zulässig ist. Die Qualitätsmerkmale unterteilen sich in innere und äußere Merkmale, die – wie der Name es schon sagt – auch für den Menschen sichtbar oder verborgen sind. Die Summe an Imperfektionen entscheidet, ob eine Verbindung in Ordnung oder nicht in Ordnung ist und die Summe an Verbindungen, die nicht in Ordnung sind, entscheidet, ob

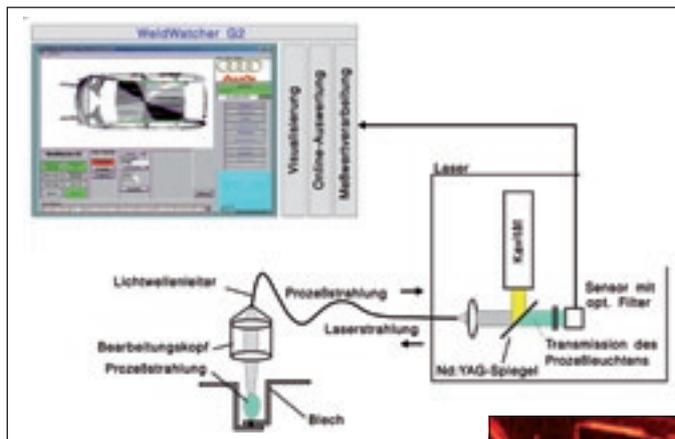


Abb. 3: Beispiel eines In-Process Sensors im Laseraggregat beim Laserschweißen

das Bauteil nachgearbeitet werden kann oder verschrottet werden muss.

Der Automobilhersteller ist also an einem automatischen System interessiert, dass in der Lage ist, die vom Automobilhersteller festgelegten geometrischen Größen in den angegebenen Toleranzen während oder kurz nach dem Fügeprozess zu erfassen und gemäß den Qualitätsanforderungen in i.O und n.i.O. Klassen einzuteilen. Auf diese Weise kann der Hersteller die aufwendige und kostenintensive Qualitätskontrolle durch Mitarbeiter reduzieren und somit die Herstellungskosten senken. Der Qualitätssensor muss vom Anlagenfahrer beherrschbar sein und sollte keine Expertenbetreuung erforderlich machen. Auch die Investitionen dürfen die Kosten für die manuelle Kontrolle nicht überschreiten, da sich sonst kein Rationalisierungseffekt für den Hersteller ergibt. Denn die Qualitätssicherung der Produkte ist ja heute schon gegeben. Wir stehen somit nicht vor einer ungelösten Aufgabe, sondern vor einer Rationalisierungsaufgabe. Eine Automatisierung dieser Funktion ist nur dann sinnvoll, wenn die Herstellkosten für die Fahrzeuge gesenkt werden können.

**Warum überhaupt prüfen**

Ein anderer Weg wären absolute sichere Fügeprozesse, in denen es unter gar keinen Umständen zu Unregelmäßigkeiten kommen kann. Eine solche 100%ige Prozesssicherheit bei den Fügeprozessen ist bisher nicht absehbar und auch eher unwahrscheinlich, da alle Bauteile und auch Fertigungsverfahren mit Toleranzen behaftet sind.

Aus technischer Sicht ist das größte Hindernis dabei die Prozesszeit, die von der Erfassung der Störung bis zur Anpassung des richtigen Parameters vergeht. Nur die Laserparameter lassen sich in Bruchteilen von Sekunden anpassen. Mechanische Anlagenteile wie eine Roboterbahn oder die Spanntechnik sind eher nur in Sekunden anpassbar. Doch in

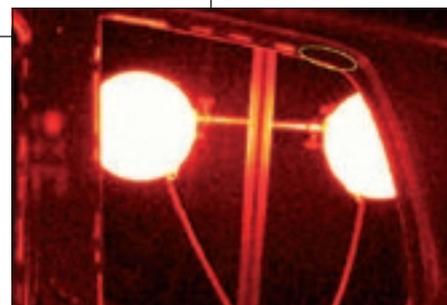


Abb. 4 : Thermografische Untersuchung eines Touran Seitenteils mit fehlender Anbindung

diesem Zeitbereich ist der Regelvorgang so lang, dass er die Unregelmäßigkeit in der Schweißnaht nicht mehr verhindern kann. Im Vorlauf lassen sich ausschließlich Randbedingungen, wie in den Pre-Process Verfahren beschrieben, erkennen. Mechanische Stellelemente können in der Nähe des Fügeprozesses geometrische Randbedingungen für den Prozess anpassen, unterliegen dabei aber immer einem Vorlauf zum eigentlichen Fügeprozess und können somit die Gegebenheiten zum Zeitpunkt des Fügens nicht erfassen.

Es zeigt sich, dass die Rahmenbedingungen zur absoluten Reproduzierbarkeit nicht einzuhalten sind. Es wird also immer zu Unregelmäßigkeiten in den Verbindungen kommen. Das Qualitätsregelkonzept muss diese Unregelmäßigkeiten erkennen und entsprechend reagieren. Ein automatisiertes Qualitätsregelkonzept wäre für den Hersteller der beste Weg, solange die Sensoren die tatsächlich für die Qualität festgelegten Größen erfassen und entsprechend den Regelwerken interpretieren können.

► **Autor**  
**Dr. Torsten Jäckel,**  
**P1K/F Fügetechnik,**  
**Volkswagen AG**



Volkswagen AG, Wolfsburg  
 torsten.jaekel@volkswagen.de  
 www.volkswagen.de

# Sichtbare Qualität

## Spalt- und Bündigkeitsmessung in Fügeprozessen

Die Spalt- und Bündigkeitsmaße am Fahrzeug sind ein Qualitätsmerkmal für den Automobilbauer. Dichtigkeit, niedriges Geräuschniveau beim Fahren, leichtes Schließen der Türen und Klappen und vor allem die durch schmale und exakt parallele Spalte für den Kunden sichtbare Dokumentation der Passgenauigkeit und Verarbeitungsqualität des Autos sind gewichtige Gründe Spalt und Bündigkeit in der Produktion zu prüfen. Mit dem innovativen Spaltmesssystem von inos werden die Spalt-, Übergangs- bzw. Bündigkeitsmessungen in der Bewegung durchgeführt. Ob im Rohbau oder in der Endmontage, an unlackierten oder lackierten Karossen bei unterschiedlichen Farbvarianten und Umgebungslichtsituationen. Das System gewährleistet bei Fügeprozessen an Türen, Klappen und Dächern eine optimale Prozessstabilisierung.



Die inos Automationssoftware GmbH (kurz: inos) steht für die Entwicklung und Vermarktung von innovativen, sensitiven Automationslösungen, vorrangig für die Automobilindustrie und andere Branchen im Bereich der Automatisierungstechnik und Qualitätssicherung. Die Technologie basiert auf modernsten Software-Paradigmen. Flexible und leistungsfähige Software-Architektur, in Verbindung mit kreativer Ingenieurkunst, ermöglicht die Entwicklung leistungstarker, individueller Systemlösungen. Das Ergebnis ist eine anpassungsfähige, intelligente Produktion mit modernster Technologie und kostensenkenden Sys-

temlösungen in hoher Qualität mit exzellentem Preis-, Leistungsverhältnis.

Das Konzept des inos iMS Inline Spaltmesssystems bietet einen ganzheitlichen Einsatz derselben Sensorik in allen Gewerken, auch für mehrere Einsatzarten: Inline als stationäre Anlage, Inline auf einem Roboter oder Offline zum Audit.

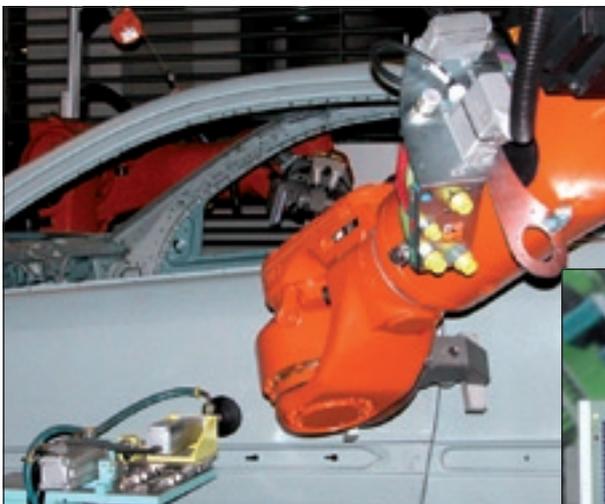
Die Qualitätsmaße werden mit Hilfe von optischen Messsensoren erfasst und von einem Bildverarbeitungssystem ausgewertet, wobei die Positionen im Raum berechnet werden. Aus den 3D-Positionen der optischen Kantenübergänge wird dann die Spaltbreite und der Übergang ermittelt. Die Ergebnisse werden in einer Datenbank gespeichert und auf dem Monitor an einer Nachbearbeitungsstelle angezeigt.

Das System misst sowohl im Rohbau als auch in der Montage die Spalt-

maße und Übergänge von Klappen und Karosserieaußenhautteilen mit einer Messgenauigkeit von +/- 0,1 mm.

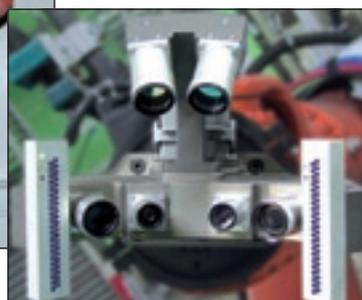
### Spaltmessroboterstation

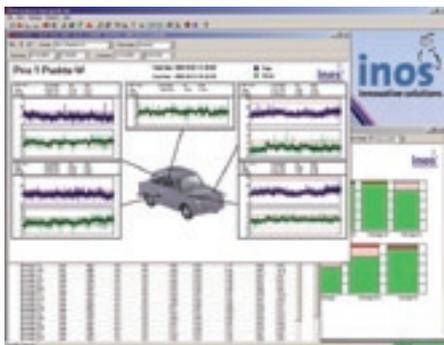
Die Spaltmessstationen können aus einem oder mehreren Messrobotern bestehen. In einer Messzelle sind je nach Anzahl der Messpunkte und Taktzeit pro Karosserie ein oder mehrere Messroboter mit jeweils einem inos-Multisensor installiert. Die Roboter dienen dazu, die Multisensorköpfe optimal an den Messstellen der jeweiligen Karosse zu positionieren, um Spalt- und Übergangsmessungen durchzuführen. Somit kann die Roboteranlage an verschiedene Fahrzeugtypen auch im Mischbetrieb angepasst werden. Das System kann sowohl stationär als auch in der Bewegung eingesetzt werden. Es sind bis zu 30 Messungen pro Fahrzeugseite, d. h. bis zu 60 Messungen pro Karosse möglich. Die Anlage speichert alle durchgeführten Messungen dauerhaft in einer Datenbank. Die Vorteile der roboterbasierten Spaltmessanlage sind u. a. die Flexibilität bei der Wahl der Messpunkte, verschiedene Fahrzeugmodelle auf einer Linie, die erweiterte Messfunktionalität mittels redundanter Lasertriangulation und IR-Lichtliniensensoren über ein patentiertes Verfahren, höhere Messgenauigkeit sowie einfache Handhabung und stark verkürzte Einrichtzeiten.



▲ Die Roboteranlage kann an verschiedene Fahrzeugtypen auch im Mischbetrieb angepasst werden

### ▼ Multisensor-Prinzip in den Spaltmessköpfen





Dank seiner umfangreichen, leistungsstarken und benutzerfreundlichen Menüs, gewährleistet der iMS-Analyser die Integrität und Verfügbarkeit der wichtigsten Produktionsdaten im Berichtswesen

### Multisensor-Prinzip

Das inos Messsystem besteht aus einem Schaltschrank mit Industrie-PCs zur Steuerung der Multisensorköpfe. Die Multisensor-Messköpfe umfassen je zwei Laser-Triangulations-Sensoren, einen Stereo-Lichtliniensensor und integrierte Elektronik für die Kameras, Laser und Infrarot-Beleuchtung. Zwei Infrarotblitzlampen und zwei CCD-Videokameras bilden den Stereo-Lichtlinienmesskopf. Die IR-Strahlen erzeugen an den Objektkanten Lichtlinien die den optischen Spalt in der gleichen Weise messbar machen, wie er mit dem Auge wahrgenommen wird.

Aus Gründen der Redundanz, damit beim Ausfall eines Sensors weiterhin vollständig gemessen werden kann, und bestmöglicher Ausrichtung zu den Messstellen (tiefe Einsicht in die Spaltgeometrie), sind zwei Lasersensoren nebeneinander angeordnet. Diese bestehen je aus einem Laser und einer CCD-Videokamera.

Mehrere optische Messsensoren sind in einem Spaltness-System kombiniert. Dadurch können unterschiedliche Messpositionen auf einem in der Produktionslinie sich bewegenden Fahrzeug gemessen werden, ohne in den Produktionsvorgang einzugreifen.

Die Sensoren basieren auf Standardkomponenten und können entsprechend den individuellen Applikationsbedürfnissen „konfektioniert“ werden. Der Mehrwert für den Anwender neben der Hardware-Kosteneffizienz ist, dass man durch die geeignete Auswahl von Optiken, Lichtquellen, Fixierungen, Algorithmen etc. die unterschiedlichsten Messgenauigkeiten, Messbereiche, Messabstände, Aufstellbedingungen und Wartungskonzepte realisieren kann.

### Qualitätsmanagement Software

Mit dem inos iMS Analyser, lassen sich die Messergebnisse der Spaltnessanlage bequem und anwenderfreundlich in Tabellen und Diagrammen darstellen sowie

z. B. für Präsentationen auf Knopfdruck exportieren. Mit dem Softwarepaket kann sowohl auf die aktuellen Produktionsdaten als auch auf die Daten der letzten Tage und Monate zugegriffen werden. Es können sowohl Messergebnisse für eine einzelne Karosserie, als auch aufwendigere Statistiken und Trends zur längerfristigen Überprüfung der angelieferten Qualität der Karossen dargestellt werden. Bei Einsatz jeweils einer Anlage im Rohbau und in der Montage ist außerdem auch der langfristige Vergleich der Messergebnisse zwischen Rohbau und Montage bzw. der direkte Vergleich der Differenz von Spalt- und Übergangsmaßen zwischen zwei Spaltnessstationen möglich.

**Kontakt**  
 inos Automationssoftware GmbH, Stuttgart  
 Tel.: 0711/686897-00  
 Fax: 0711/686897-09  
 info@inos-automation.de  
 www.inos-automation.de

# SHOWTIME FOR YOUR PRODUCTS

[www.PRO-4-PRO.com](http://www.PRO-4-PRO.com)

- Täglich neue Anbieter und Produkte
- Übersichtliche Darstellung aller Inhalte
- Branchenspezifische Produkt-Newsletter
- Keine Registrierung notwendig



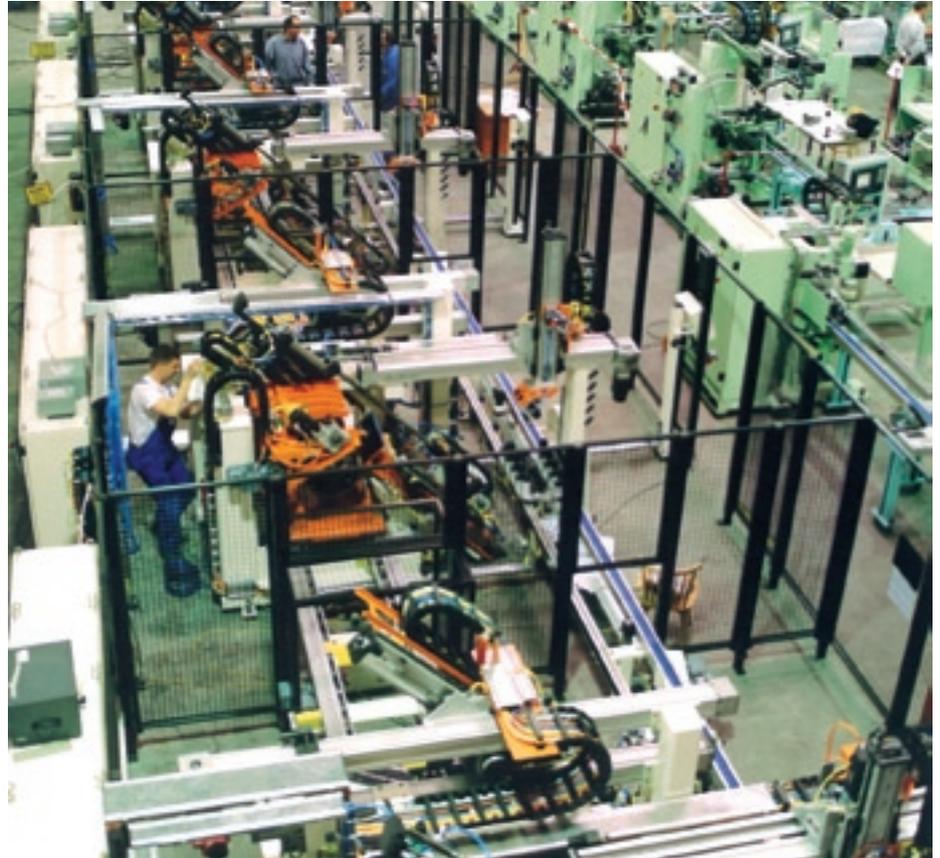
**GIT VERLAG**  
 A Wiley Company  
[www.gitverlag.com](http://www.gitverlag.com)

# Optimierte Qualitätssicherung über die vollständige Fertigungskette

## Bildverarbeitung als integrierter Erfolgsfaktor im Anlagenbau

Die Optimierung der Montage über die komplette Prozesskette liefert im globalen Wettbewerb entscheidende Vorteile in Qualität, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit. Im anspruchsvollen Bereich komplexer Automatisierungstechnik bewegt sich die ThyssenKrupp Krause GmbH aus Bremen mit nachhaltigem Erfolg. Das Unternehmen entwickelt, konstruiert, fertigt und liefert schlüsselfertige Montagesysteme, einschließlich der dazugehörigen Prüf- und Testanlagen, für die Automobil- und Zuliefererindustrie. Die modulare Produktpalette enthält alle Komponenten für die manuelle, halb- und vollautomatische Montage von Motoren, Getrieben und Achsen und deren Unterkomponenten, sowie die komplette Messtechnik für integrierte Messungen und die Endprüfung. Im integrierten Qualitätssicherungskonzept der Krause Montageanlagen spielt die Bildverarbeitung eine entscheidende Rolle.

Die ausgeprägte Leistungsfähigkeit im Engineering aus unterschiedlichen Bereichen der Automation wird bei Krause konsequent in die gesamte Fertigungslinie verzahnt. Ergebnis ist eine optimierte Qualitätssicherung über die komplette Prozesskette (Integrated Quality Assurance, IQA), bis hin zum gesamten Komplex der fertigungsbezogenen Unternehmenskommunikation, durchgängigen Fertigungsdokumentation sowie dem Datenbankmanagement. Mit rd. 600 Ingenieuren am Standort Bremen verfügt das Unternehmen über ein sehr breites technologisches Know-how und große Erfahrung in der Auslegung, Konstruktion,



Entwicklung, sowie Zusammenstellung von komplexen Fertigungslinien der Montagetechnik. Das gilt insbesondere für umfangreiche Automatisierungsprojekte für die Automobilindustrie.

### Strategie effektiver Synergie

Die Automobilindustrie und deren Zulieferer sind geprägt von harten Anforderungen in der Systemzuverlässigkeit,

Wirtschaftlichkeit und Qualität von Fertigungsanlagen. Wenn diese Kunden schon in der Planungsphase neuer Montagelinien die qualifizierte Unterstützung für weitere sinnvoll einzubindende Prozessschritte erhalten, dann wird dadurch frühzeitig ein deutlicher Mehrwert erzielt. Auf diesen Kundenservice mit effektiven durchgängigen Konzepten legt das Bremer Unternehmen großen Wert und ist damit recht erfolgreich. Das erfordert aber auch von den einzubindenden Systemtechnologien, wie der Bildverarbeitung, höchste Zuverlässigkeit und Qualität. Im Sinne des Sprichwortes „Eine Kette ist so stark wie sein schwächstes Glied“ werden deshalb sehr hohe Anforderungen an die integrierte Qualitätssicherung (IQA) gestellt. Die Bildverarbeitung ist dabei sowohl ein zentrales Element der Qualitätssicherung als auch ein sehr wichtiger Bestandteil in der Optimierung vieler Prozessschritte.

Innerhalb des Zeitraumes von 2001 bis Ende 2006 wurden am Standort Bremen mehr als 320 Vision-Sensoren der Produktfamilie In-Sight und rund 24 PC-ba-



Gleichzeitig vier Vision-Sensoren der Produktfamilie In-Sight 5000 übernehmen am Roboterarm die Vollständigkeitskontrolle der Motoren



Das Lesen von 2D Codes ist eine wichtige Technologie um die vollständige Rückverfolgbarkeit von Produkten sicher zu gewährleisten und Produktionsfehler frühzeitig in der Wertschöpfungskette zu vermeiden

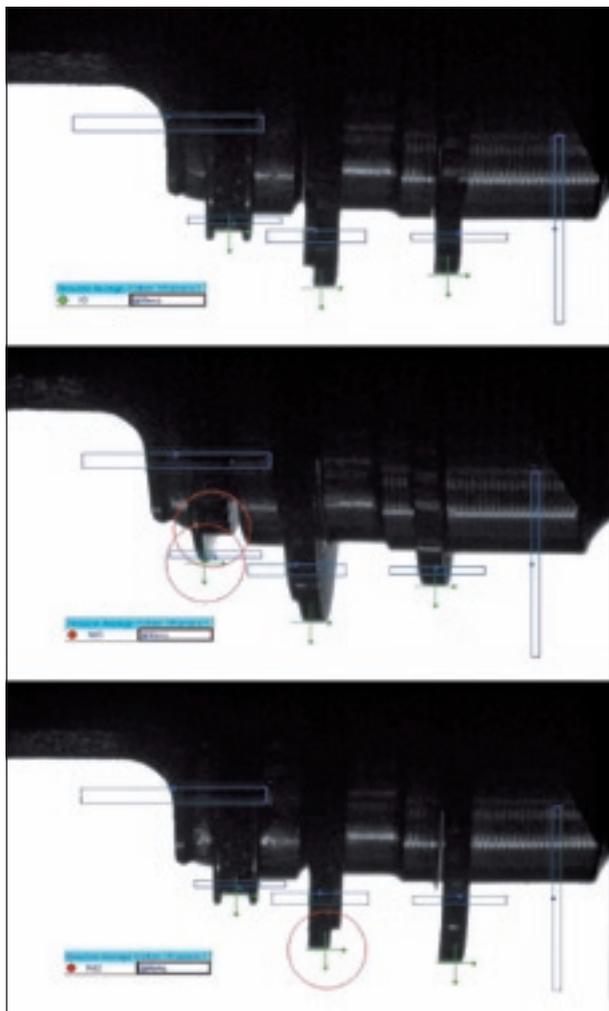
sierte Systeme mit VisionPro integriert. All diese Systeme kommen aus dem Hause Cognex. In zwei aktuellen Projekten werden einmal rd. 54 und im anderen 30 weitere Vision-Sensoren der Produktfamilie In-Sight in den Montagelinien integriert. Bis zum Ende des Jahres 2007 wird man am Standort Bremen insgesamt etwa 120 In-Sight installieren. Eine derartig ausgeprägte Ausrichtung auf einen Lieferanten für Bildverarbeitung muss sehr gewichtige Gründe haben.

Vor sieben Jahren stand für Krause die Entscheidung an, sich auf der Basis eines detaillierten Pflichtenheftes für einen Bildverarbeitungs-Lieferanten festzulegen. Dazu bemerkt Dr.-Ing. Thomas Trittin, verantwortlich in der Abteilung „Controls Department“: „Wir und unsere Gruppe von Tochterunternehmen sind global aufgestellt. Deshalb war eine Standardisierung der Bildverarbeitungs-Komponenten in Hard- und Software unumgänglich.“ Kern der Anforderungen war: Die Bildverarbeitungs-Tools und -Algorithmen mussten höchste Zuverlässigkeit bieten, die Bedienung und Installation sollte denkbar einfach sein, die System-Verfügbarkeit und schneller Support war weltweit auf höchstem Niveau zu gewährleisten.

In Cognex fand man den global aufgestellten Partner, der all diesen Anforderungen mit Abstand am Besten gerecht wurde. „Mit hunderten von weltweit installierten Systemen verfügt dieses Unternehmen über eine enorme Erfahrungsbasis und einen effizienten international ausgebauten Support“, bemerkt Dr. Trittin. An der Entscheidung für Cognex war er maßgeblich beteiligt.

**Unbestechliche Präzision**

In komplexen Fertigungslinien müssen viele unterschiedliche Aufgaben der Bildverarbeitung mit hoher Sicherheit bewältigt werden. Aus der in Jahrzehnten gewachsenen großen Bibliothek von Bildverarbeitungs-Tools mit äußerst präzise arbeitenden Algorithmen sowie mächtigen Vision-Softwarepaketen wie PatMax bietet Cognex für fast jede Aufgabe eine zuverlässig arbeitende Visionbasis. PatMax ist sowohl in den neuen Vision-Sensoren In-Sight integriert als auch in den PC-basierten Systemen auf Basis von VisionPro. Im Gegensatz zur Bildverarbeitung mit einfacher Grauwertkorrelation verwendet PatMax die geomet-



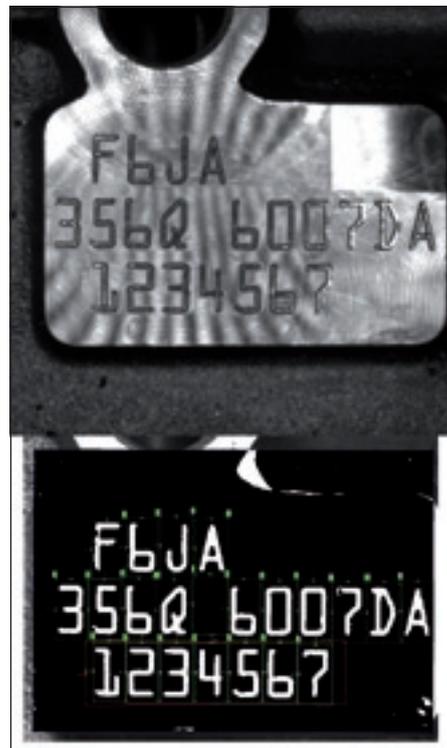
In den Fertigungslinien der Automobilindustrie wird die durchgängige Qualitätssicherung auf höchstem Niveau gefordert: extrem zuverlässig arbeitende Visiontools in der Merkmalsfindung sind unabdingbar

rischen Grundstrukturen der betrachteten Objekte. Die Analyse dieser geometrischen Informationen aus den Merkmalen selbst als auch deren räumliche Relation zueinander, bestimmt die Position des Objektes eindeutig und mit höchster Genauigkeit. Das Visiontool ist invariant gegenüber Lage-, Orientierungs- und Maßstabsveränderung des Objektes. Auf dieser Technologie basieren weitere Softwarepakete wie z.B. PatInspect und PatFlex, bis hin zu OCVMMax zur fortschrittlichen Schriftzeichenverifizierung. Auf der soliden Basis dieser bewährten und äußerst exakt arbeitenden Werkzeuge bietet Cognex eine übersichtlich strukturierte Architektur und ist damit für die Kunden von ThyssenKrupp Krause leicht beherrschbar.

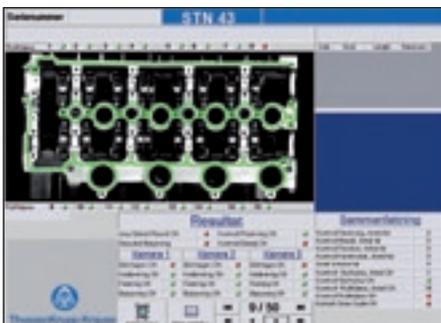
Bei den Kunden kommt ein Großteil des Inbetriebnahme- und Wartungspersonals aus der SPS-Welt. Diese Mitarbeiter sind in der Regel weder Bildverarbeiter noch Hochsprachen-Programmierer. Deshalb ist die einfache Bedienung der Visionssysteme ein sehr wichtiger Faktor für die Akzeptanz und für den problemfrei

laufenden Betrieb. Die Anpassung der Applikation durch einfaches Parametrieren, die komfortable Verzahnung der Visiontools mit den Prozesssteuerungen, und die intuitive Entwicklungsumgebung ist von großer Bedeutung für die effektive Prozessgestaltung. Die ausgesprochen komfortable Entwicklungsumgebung In-Sight Explorer hat sich für die Programmierung ganzer Netzwerke von Vision-Sensoren und insbesondere deren Einbindung in den Automatisierungsprozess und die Unternehmenskommunikation vielfach bewährt. Das gilt auch für die sehr anspruchsvollen Visionanwendungen mit PC-basierten Systemen und deren Entwicklungsumgebung VisionPro.

Die Kunden von ThyssenKrupp Krause sind weltweit tätig und werden teilweise über eigene Tochterunternehmen in diesen Ländern betreut. Im eigenen Interesse und auch ganz im Sinne der Kunden kann es aber von großem Vorteil sein, das man zusätzlich einen Systemintegrator vor Ort in ein Projekt mit einbindet. Deshalb erwies sich die weltweite Verfügbarkeit und Akzeptanz des ausgewählten Bildverarbeitungs-Systems von zentraler Bedeutung. Cognex verfügt über ein global breit gefächertes



Die besonders anspruchsvolle OCV-Zeichenkontrolle (Optical Character Verification) muss auch unter ungünstigen Umgebungsbedingungen absolut sicher gewährleistet werden



Die einfache Parametrierung von Anwendungen wie z. B. der Klebstoffauftragsinspektion hat sich als großer Vorteil in der effektiven Prozessgestaltung erwiesen

Netz von Systemintegratoren: ein wichtiger Aspekt in der System-Verfügbarkeit und letztendlich auch in der Investitionssicherheit. Überall wird die gleiche standardisierte und vertraute Basis in Hard- und Software für die Bildverarbeitung eingesetzt. Die jederzeitige Austauschbarkeit und Vernetzbarkeit der Komponenten ist ein entscheidender Beitrag um das gesamte Engineering flexibler und kostengünstiger zu gestalten.

### Denken in Prozessketten

Im Hinblick auf die hohe Typenvielfalt im Fertigungsprozess der Kunden muss das Bremer Unternehmen flexibel reagieren und die gesamte Bandbreite der Bildverarbeitung anpassungsfähig gestalten können. Im hausinternen, gut ausgestatteten Bildverarbeitungs-Labor, erfolgen sowohl Machbarkeitsstudien als auch applikationsspezifische Entwicklungen für anspruchsvolle kundenspezifische Aufgaben. Auch in diesem Zusammenhang hat sich die Partnerschaft mit Cognex bewährt. Die Zusammenarbeit und Unterstützung mit dessen kompetenter Entwicklungsabteilung erwies sich als Vorteil und wurde in jüngster Zeit intensiv erweitert. In konsequenter Wettbewerbsstrategie muss aber das hausinterne Angebot der BV-Abteilung mit den Angeboten externer Systemintegratoren konkurrieren. Letztendlich ist der optimale Mix von interner und externer Leistung entscheidend. Aufgrund spezieller Kundenwünsche gibt es auch eine Reihe von Mitbewerbern mit denen man projektbezogen zusammenarbeitet.

Entlang der vollständigen Prozesskette werden alle einzelnen Vision-Anwen-

dungen im Sinne einer integrierten Qualitätssicherung miteinander verzahnt, bis hin zu den Anforderungen einer vollständigen Rückverfolgbarkeit (Traceability). Diese sieht man aber nur als kleinen Teil innerhalb des Spektrums eines durchgängigen Qualitätsmanagements. So verwendet man beispielsweise 2D Codeleser einerseits um nachzuvollziehen welches Bauteil wo eingebaut wurde und andererseits um das richtige Bauteil für die Montage zu bestimmen; zum Beispiel Einspritzpumpen einer bestimmten Klasse, spezifisch abgestimmt auf das entsprechende Steuermodul der Einspritzdüse. Dadurch können Produktionsfehler über nachfolgende Fertigungsschritte verhindert werden. Die Auswertungen der vielfältigen Prozessinformationen bieten dem Produktionsleiter auf Kundenseite die Möglichkeit die Qualität des gesamten Prozesses zu beurteilen.

### Erfolge transferieren

Die umfangreichen Erfahrungen in der Erstellung von kompletten Fertigungslinien mit IQA für die Automotive-Industrie haben im Unternehmen ThyssenKrupp Krause dazu geführt, dass man das erarbeitete Know-how und technologische Potential auch für andere Branchen ausbauen möchte. So arbeitet das Unternehmen seit einem Jahr an Projekten für die Luftfahrtindustrie, um Fertigungslinien zur kompletten Montage von Segmenten für Flugzeuge zu realisieren. Auch hier geht es um die Einbindung eines Qualitätsmanagementsystems und der entsprechenden Organisationsstruktur. Für die Logistikbranche wurden komplette Systeme entwickelt und gefertigt, um für internationale Logistikkonzerne die Containerentladung vollautomatisch zu bewerkstelligen.

Das Fotomaterial wurde von der Thyssen-Krupp Krause GmbH zur Verfügung gestellt.

#### ► Autor

Dipl.-Ing. Kamillo Weiß  
KW-PR Presse-Service, Leinfelden  
Tel.: 0711/755956  
kamillo.weiss@kamillo-pr.de



#### ► Kontakt

Dr.-Ing. Thomas Trittin  
ThyssenKrupp Krause GmbH,  
Bremen  
Tel.: 0421/6888-5914  
thomas.trittin@thyssenkrupp.com  
www.thyssenkrupp-krause.de

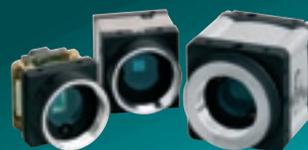


Cognex Germany, Inc., Karlsruhe  
Tel.: 0721/6639-0  
sales@cognex.de  
www.cognex.de



**uEye®**  
**Neue Perspektiven**  
für die Bildverarbeitung

uEye®  
Robuste Kameras  
für alle industriellen  
Anwendungen.  
Einfach zu integrieren  
dank breiter Software-  
Unterstützung.



**ids**

Your Imagination is our Challenge.

IDS Imaging Development Systems GmbH  
Telefon +49(0)7134/96196-0 · sales@ids-imaging.de  
www.ids-imaging.de



# Griff in die Kiste

## Automatisierungslösung mit optischen Scannern

Der sog. „Griff in die Kiste“ ist eines der meist gesuchten Systeme in der Industrie, um Produktionsabläufe zu automatisieren und dadurch die Kapazitäten zu steigern und die Kosten zu senken. Aus diesem Grund hat die VMT Bildverarbeitungssysteme GmbH in Weinheim den Fokus in den vergangenen Jahren unter anderem sehr stark auf die Entwicklung in diesem Bereich gelegt. Der Grundstein dafür wurde durch die Strategie, für jede Prüfung den dafür optimalen Sensor einsetzen zu können, geprägt.

Quelle: www.photocase.com

Das VMT-System bietet Projekt-ingenieuren heute die Möglichkeit, unter einer Vielzahl von verschiedenen Sensoren zu wählen, die an die eigenentwickelte Software angebunden werden können. Dabei handelt es sich neben dem Bereich Bildverarbeitung (typisch Flächen- und Zeilenkameras) auch um Triangulations- und Laserlichtschnittsensorik, Laserlaufzeitsensoren und Ultraschallsensorik der neuesten Generation.

Die Anforderungen an die Palettierung und Depalettierung von Objekten aus Behältern sowie von Paletten und das Handling von Teilen und unterschiedlichen Gebinden allgemein sind

- verschiedenste Oberflächen der zu handelnden Objekte
  - Erkennung der Behälter, Zwischenlagen ggf. auch Fremdobjekte und Störkonturen
  - Fremdlichtbeeinflussung
- Um allen Forderungen für ein störungsfrei laufendes und prozessstabiles System gerecht zu werden, hat VMT sich neben den bewährten BV-Systemen für den Einsatz von Laserlichtschnitt- und Laserlaufzeitsensorik entschieden.

Diese Art von Sensorik bietet zum einen die weitgehende Fremdlicht-Unabhängigkeit der Prüfung zum anderen aber auch die notwendige Geschwindigkeit und erfüllt die Genauigkeitsanforderungen. Weiterhin stehen zusätzliche Informationen wie zum Beispiel Stapelhöhe und Fremdkörpererkennung zur Verfügung, auf die bei der klassischen Bildverarbeitung oft verzichtet werden muss.

### Robotergestützte Entnahme unbehandelte Bremsscheiben

In einer Applikation bei einem weltweit führenden Automobilkonzern müssen unbehandelte Bremsscheiben aus Behältern entnommen und einem weiteren Verarbeitungsprozess zugeführt werden. Diese Tätigkeit wurde bis vor kurzem durch Mitarbeiter durchgeführt, die die Bremsscheiben in Handarbeit aus dem Behälter entnom-

men haben. Aufgrund der Anforderungen an die Genauigkeit kam eine Lösung mittels eines Magnetgreifers nicht in Frage. Die Aufgabenstellung hat die folgenden Randbedingungen und Komplexitäten:

- Unbehandelte Bremsscheiben, die in ihrem Erscheinungsbild stark variieren. Die Variationen reichen dabei von unterschiedlichem Verschmutzungsgrad bis hin zu Rostflecken und unterschiedlichen Oberflächen
- Inkorrekt liegende Bremsscheiben müssen erkannt werden, da diese mechanisch nicht greifbar sind.
- Mögliche Kollisionspunkte mit der Behälterwandung müssen erkannt werden und eine Entnahmevergabe muss zusammen mit den Lagedaten an den Roboter gesendet werden.
- Die Behälter weisen, bedingt durch das Handling und den robusten Gebrauch im Produktionsprozess, unterschiedliche Formen (Beschädigungen) und Farben auf.
- Die Behälterposition und Deformierungen, die die Entnahme der Bremsscheiben beeinflussen, müssen erkannt werden und als Information für die Entnahme durch den Roboter bereitgestellt werden
- Der Befüllungsgrad der Behälter ist unterschiedlich
- Es können unvorhersehbar nicht definierte Gegenstände im Behälter liegen,

die eine Kollisionsgefahr mit dem Roboter greifer darstellen. Das Erkennen dieser Gegenstände muss gewährleistet sein

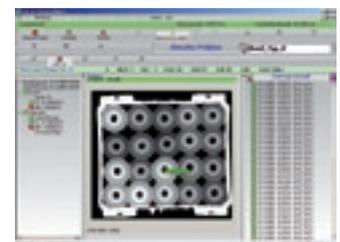
Nach dem Einstellen der Behälter in die Entnahmestation wird ein Laserlaufzeitsensor, der oberhalb des Behälters an einer Linearachse geführt ist, über den Behälter gefahren. Während dieser Messfahrt werden alle in der obersten Behälterschicht befindlichen Objekte als 3D-Datensatz aufgezeichnet und vom Bildverarbeitungssystem ausgewertet. Dabei werden die 3D-Lagen der Objekte und die freie Zugänglichkeit ermittelt. Diese Daten werden dem Roboter über eine standardisierte Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Der Roboter führt entsprechend dieser Daten eine Lagekorrektur durch und entnimmt das erste Objekt aus dem Behälter. Da es bei dieser Entnahme zu einem Verrutschen der restlichen Bremsscheiben kommen kann, wird die Messung in jedem Zyklus wiederholt. Die Messung selbst ist dabei nicht taktzeitrelevant, da sie während der Zeit erfolgt, in der der Roboter das



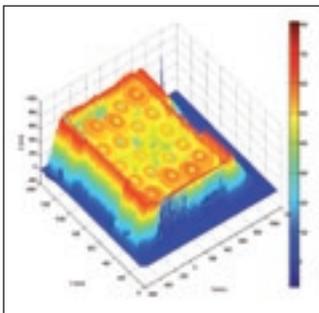
Robotergestützte Entnahme unbehandelte Bremsscheiben

sehr komplex. Die wesentlichen Herausforderungen dieser Aufgabenstellungen stellen sich durch:

- Komplexität und Unterschiedlichkeit der Objekte



Benutzeroberfläche für die Bremsscheiben-Entnahme



Höhendarstellung aus dem 3D-Datensatz des Laserlaufzeit-Sensors

gegriffene Objekt dem Verarbeitungsprozess zuführt. Bei jeder Messfahrt wird auch die Form des Behälters geprüft und die Daten zur Kollisionsvermeidung in die Kommunikation mit Roboter oder Handlungseinheit integriert.

Gegenstände, die nicht in den Behälter gehören, werden bei diesen Messungen ebenso in 3D erfasst. Sollte etwas erkannt werden, wird sofort eine Meldung an die Steuerung gesendet, um einen Bedieneringriff zu ermöglichen.

### Depalettierung unsortierter Felgentypen

Das zweite Anwendungsbeispiel beschäftigt sich mit der Depalettierung von Felgen und deren Zuführung in den nachfolgenden Produktionsprozess. Bei dieser Anwendung werden die auf einer Palette mit mehreren Schichten befindlichen Felgen unterschiedlichen Typs mittels des gleichen Verfahrens, das zuvor beschrieben wurde, erkannt und die Lagekorrekturen für den Roboter bzw. die Handlungseinheit ermittelt. In beiden Applikationen kommen spezielle durch VMT entwickelte und patentierte Verfahren und Tools zum Einsatz, die für die sehr komplexen Aufgabenstellungen und Randbedingungen geeignet sind.

VMT arbeitet derzeit mit Hochdruck an weiteren Pro-

jekten, denen der „Griff in die Kiste“ zugrunde liegt. Diese Applikationen sind speziell im Bereich des Reifenhandlings, der Lebensmittelindustrie, der Verpackungsindustrie und der Lagertechnik angesiedelt, um nur einige Anwendungsbeispiele zu nennen.

### Das VMT-Bildverarbeitungssystem

Der Bildverarbeitungsrechner basiert auf einem leistungsfähigen Industrie-PC mit einem TFT-Bildschirm zur Visualisierung und dem Betriebssystem Windows XP. Als mögliche Kopplung zur Robotersteuerung oder SPS bietet das System nahezu alle in der Industrie eingesetzten Schnittstellen an. Dazu zählen digitale I/Os, serielle Schnittstellen, Interbus, Profibus, TCP/IP und CAN-Bus.

Das eigentliche Herz des Systems ist aber die VMT IS-Software, die in jahrelanger Entwicklung in über 600 Projekten gemeinsam mit Kunden aus der Automobil- und Zulieferindustrie weiterentwickelt wurde. Dabei wurde sehr hoher Wert auf eine einfache und intuitive Bedienung gelegt, die es dem Anwender schon nach wenigen Tagen ermöglicht selbst Prüfungen durchzuführen.

Die Bedienung und Einrichtung des Systems erfolgt, komplett ohne Programmierung, über die grafische Oberfläche und ist für unterschiedlichste Anwendungen wie Robotersichtführung, Vollständigkeitsprüfung und Klarschriftlesen vollkommen einheitlich. Die Benutzersprachen (standardmäßig Deutsch und Englisch) sind jederzeit online umschaltbar und offen für Erweiterungen auf andere Sprachen.

**blitzschnell  
und interaktiv**



Bildverarbeitungssystem proCHECK:  
Einfache Bedienung, hohe Effizienz.  
Für Pharmazie-Anwendungen wie Farbring-  
überwachung-/Kontrolle, Blister-Verpackungs-  
inspektion, Etikettenprüfung und mehr..  
Validierfähig gemäß GAMP 4. Die Software  
erfüllt FDA-Anforderungen nach  
21 CFR Part 11.



Machine Vision System  
proCHECK

Leuze electronic GmbH + Co KG • D-73277 Owen/Teck  
Tel. (07021) 5730 • Fax (07021) 57 31 99  
E-mail: info@leuze.de

► **Autor**  
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Tarnoki, Vertriebsleiter,  
VMT Bildverarbeitungssysteme



VMT Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme GmbH, Weinheim  
Ein Unternehmen der Pepperl+Fuchs Gruppe  
Tel.: 06201/9027-0 • Fax: 06201/9027-29  
sales@vmt-gmbh.com • www.vmt-gmbh.com

# Perfekte Fügung

## Klebstoffauftragsinspektion in der Automobilindustrie



Der Anteil der Klebe- und Dichttechniken an den Standard-Fügetechniken in der Automobilindustrie steigt stetig. Im Roh- oder Karosseriebau werden Bauteile aus unterschiedlichen Metallen gefügt, die sich anders nicht verbinden lassen, im Bereich Powertrain sind es die Flansche von Motor- und Getriebegehäusen und bei der Scheibenmontage haben PUR-Klebenähte längst die dichtenden Gummiprofile an den Glasscheiben ersetzt. Damit Klebe- und Dichttechniken auch halten, was sie versprechen, müssen sie zuverlässig überwacht und gleichzeitig angesichts des zunehmenden Wettbewerbs immer wirtschaftlicher gestaltet werden. Dies gelingt mit der Systemserie RTVision von Quiss, einer Reihe aufeinander aufbauender Inspektions- und Kontrollsysteme, die mit ihren unterschiedlichen Modulen und Funktionsmöglichkeiten bestens auf spezifische und kritische Anforderungen der Automobilhersteller eingestellt sind.



RTVision – Inspektion von Klebstoff- und Dichtmittelauftrag

Klebetekniken gibt es in der Automobilindustrie schon seit einigen Jahrzehnten. Als eine der ersten Anwendungen dürfte wohl das Verkleben von Frontscheiben zu sehen sein, das bereits Anfang der 70er Jahre erstmals eingesetzt wurde. In den Folgejahren erweiterte sich der Anwendungsbereich auf das Bördelfalzkleben, während heute praktisch in allen Bereichen der Automobilproduktion Klebe- und Dichttechniken eingesetzt werden. Gründe hierfür sind unter anderem eine teilweise höhere strukturelle Steifigkeit, eine verlängerte Lebensdauer, besseres Crashverhalten, die Möglichkeit, unterschiedliche Materialien zu fü-

gen, verbesserte Leichtbaumöglichkeiten und viele mehr. Nicht zuletzt sind beim Einsatz von Klebetechniken Kostenvorteile erzielbar.

Ein bedeutender Einsatzbereich für Klebeapplikationen ist der Karosserie- oder Rohbau. Anwendungsbeispiele sind hier Strukturkleben, Bördelfalzkleben und andere. Während im Bereich Lack und Powertrain vorwiegend Dichtapplikationen im Mittelpunkt stehen, steht in der Montage das Kleben wieder im Vordergrund. In Summe werden bei modernen Fahrzeugen heute zwischen 100 und 200 m Klebeverbindungen verwendet.

## Herausforderungen beim Kleben

Bei allen Vorteilen, die moderne Klebetechniken mit sich bringen, sind auch einige Herausforderungen bei der Anwendung zu meistern. So können zu fügende Bauteile Maßtoleranzen aufweisen, die auf die Position des Klebstoffauftrags Einfluss haben. Des Weiteren können Bauteile verschmutzt sein, beispielsweise einen zu starken Ölfilm aufweisen, für den Auftrag nicht exakt positioniert oder gar beschädigt sein, oder die Robotik und Fördertechnik kann Störungen aufweisen. Die häufigsten Störungen im Klebe- oder Dichtprozess werden jedoch durch die Auftragsysteme selbst ausgelöst, auch wenn deren Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit ein sehr hohes Niveau hat. Ursachen sind Temperatureinflüsse auf den Klebstoff mit daraus resultierender schwankender Viskosität, Luft- oder andere Einschlüsse im Klebstoff, Verschmutzungen der Auftragsdüsen und anderes mehr. Die Folgen davon können fehlende oder fehlerhafte Klebenähte oder deren falsche Positionierung sein, alles Abweichungen, die im Regelfall nicht akzeptabel sind.

Welche Konsequenzen fehlerhafte Klebeverbindungen nach sich ziehen können, zeigen zwei Beispiele von deutschen Automobilherstellern:

- Einige hundert Oberklassefahrzeuge mussten nachgearbeitet werden, weil die Frontscheibe nicht sauber verklebt war
- Einer der teuersten Fehler – ein fehlerhafter Klebstoffauftrag beim Verkleben der Seitenwand – führte zur Verschrottung einer großen Anzahl von Luxusklassefahrzeugen

Die Lösung für nahezu alle diese Probleme ist die durchgehende Überprüfung des Klebstoffauftrags mit modernen und leistungsfähigen Bildverarbeitungssystemen, die Lage, Breite und Unterbrechungsfreiheit von Klebstoff-

raupen ebenso ermitteln wie das exakte Raupenprofil und damit das Volumen beim Verkleben von Scheiben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass diese Systeme die Anforderungen heutiger Produktionsprozesse uneingeschränkt erfüllen und neben unterschiedlichen Anlagensetups vor allem die Onlineinspektion ermöglichen, so dass in Echtzeit Prüfergebnisse geliefert werden können. Darüber hinaus bedarf es mittlerweile auch effizienter Reparaturkonzepte, wenn der Klebstoff-

auftrag fehlerhaft erfolgen sollte. Ein umfassendes Programm leistungsfähiger Inspektionssysteme für alle typischen Aufgabenstellungen wird von Quiss aus München zur Verfügung gestellt.

## RTVision – Flexibles Basis-system

RTVision ist ein System für die nachgelagerte Kontrolle, das sich einfach in jede beliebige Fertigungslinie integrieren lässt. Für die flexible Anpassung sorgen verschiedene

Sensor- und Bauvarianten. RTVision prüft mit 100%iger Genauigkeit den Klebstoff- oder Dichtmittelauftrag auf Position, Breite und Unterbrechungsfreiheit, protokolliert und speichert die Ergebnisse, bereitet daraus die relevanten Daten für das Qualitätsmanagement auf und zeigt die entscheidenden Ansatzpunkte für die Verbesserung des Fertigungsprozesses auf. RTVision beschränkt sich also nicht nur auf die Funktion eines Prüfsystems, sondern identifiziert ebenso ef-



## Die Erfahrung aus weltweit über 5000 Applikationen.

NeuroCheck ist die effiziente Lösungs-Plattform 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 Sichtprüfaufgaben. 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)



**NEURO  
CHECK**  
Industrial Vision Systems



RTVision.t – Online-Inspektion mit 360°-Rundum-Blick

fektiv Fehlerquellen und hilft, Abläufe zu optimieren. Das macht sich schnell bezahlt, da zum einen weniger fehlerhafte Bauteile anfallen und zum anderen die Kosten für Nachkontrolle und Nacharbeiten spürbar sinken. Dieses „Rentabilitätskonzept“ – im Übrigen der Dreh- und Angelpunkt der Quiss-Innovationsphilosophie – gilt gleichermaßen für alle Produkte der RTVision-Serie.

#### RTVision.t – Online-Variante spart Taktzeit

Bei der nachgelagerten Kontrolle liegt eine Verlängerung der Zykluszeit in der Natur der Sache – die Wegzeit zur Prüfstation und die Prüfzeit lassen sich allenfalls beschleunigen, aber nicht auf Null reduzieren. Eine „flottere“ Alternative ist RTVision.t, ein System für die „Online-Kontrolle“, also die zeitgleiche Prüfung von Klebstoff- oder Dichtmittelspur während des Auftrags. Die Sensorik mit integrierten Kameras und einer wartungsfreien Beleuchtungseinheit wird direkt am Auftragskopf befestigt und erfasst den gesamten Bereich rund um die Düse. Damit die Bildauswertung auch bei schneller Roboterfahrt 100%ig korrekt funktioniert, arbeitet RTVision.t mit einer sehr hohen Bildaufnahmefrequenz. Das System kann problemlos auch nachträglich integriert werden, selbst in komplexen Umgebungen, weil es dank der kompakten Bauweise auch bei engen Verfahrenswegen nicht „aneckt“ und auch



RTVision.h – Online-Inspektion mit zusätzlicher Höhen- und Querschnittskontrolle

mit hohen Robotergeschwindigkeiten Schritt hält.

#### RTVision.tr – Automatische Raupenreparatur

Müssen Bauteile aufgrund fehlerhaften Kleberauftrags zur Nachbesserung ausgeschleust oder sogar vernichtet werden, steigen sowohl Produktionszeit als auch -kosten, was angesichts immer rigiderer Produktivitätsanforderungen nicht einfach hingenommen werden kann. „Reparieren statt Wegwerfen“ heißt die Devise von RTVision.tr, das entstehende Auftragslücken an die Auftragssteuerung meldet. In einem zweiten Durchlauf können diese dann ausgebessert werden – und zwar nicht etwa segmentweise, was im Überlappungsbereich zu einem unerwünschten Mehrauftrag führen würde, sondern es wird exakt nur die vorhandene Lücke gefüllt.

#### RTVision.ts – Inspektionssystem mit „Führungsqualitäten“

Ebenfalls problematisch ist es, wenn Bauteile unterschiedlich groß ausfallen. Maßtoleranzen bis zu 5 mm sind im Automobilbau möglich, insbesondere bei großen Karosserieteilen. RTVision.ts sorgt dafür, dass die Kleberauppen trotz dieser Bauteildifferenzen nicht „neben der Spur“ verlaufen, indem es die dynamische Feinkorrektur der Roboterbahn während des Auftrags ermöglicht.

#### RTVision.h – Online-System zur Höhen- und Querschnittskontrolle

Eine besondere Herausforderung ist die Prüfung von Profilauppen, wie sie vor allem zum Scheibenkleben verwendet werden. Eine Anwendung, die immer häufiger und anspruchsvoller wird, weil die Scheibe nicht selten Teil des statischen Systems des Fahrzeugs ist. Das Klebervolumen muss dazu an jeder Stelle der Raupe einem definierten Sollwert entsprechen. Bisher boten kostspielige laserbasierte Systeme oder unpräzise Teilprüfsysteme die einzige automatische Kontrollmöglichkeit, aber keine 100%ige Zuverlässigkeit, weil sie nicht alle Seiten der Dreiecksraupe zuverlässig erfassen können.

Das neue System RTVision.h arbeitet mit mehreren Kameras, die rund um die Auftragsdüse angeordnet sind. Wo der Blickwinkel einer Kamera ungünstig ist, übernimmt eine andere – jede Dimension der Raupe wird so zuverlässig erfasst, Basis und Höhe an jeder Stelle exakt vermessen und daraus der Querschnitt und das tatsächliche Volumen der Raupe berechnet. Zeitgleich wird die Raupe auf Unterbrechungsfreiheit und ihre korrekte Position auf dem Bauteil überprüft.

Das Zusammenspiel der Kameras im RTVision.h macht es außerdem überflüssig, das Prüfsystem bei Änderungen der Roboter-Fahrtrichtung mitzudrehen, wie es bei anderen Systemen der Fall ist, deren Optik eine mechanische Drehvorrichtung erfordert. RTVision.h hat den 360°-Rundum-Blick in einen kompakten Sensor eingebaut, der fix am Auftragskopf befestigt wird und dort unabhängig von der Roboter-Fahrtrichtung in Position bleibt. Das spart nicht nur Wartungszeiten, sondern auch die Kosten für Ersatzteile. RTVision.h ist weltweit das einzige System, das eine lückenlose und 100% zuverlässige Prüfung einer Dreiecksraupe zeitgleich während des Auftrags leistet.

► Autor  
Rudolf Johann Resch,  
Geschäftsführer, Quiss



Quiss GmbH, Puchheim  
Tel.: 089/89459-0  
Fax: 089/89459-111  
automotive@quiss.com  
www.quiss.de

# Zukunftsweisend

## Preisgekrönte 3D-InLine-Messtechnik in der Automobilfertigung

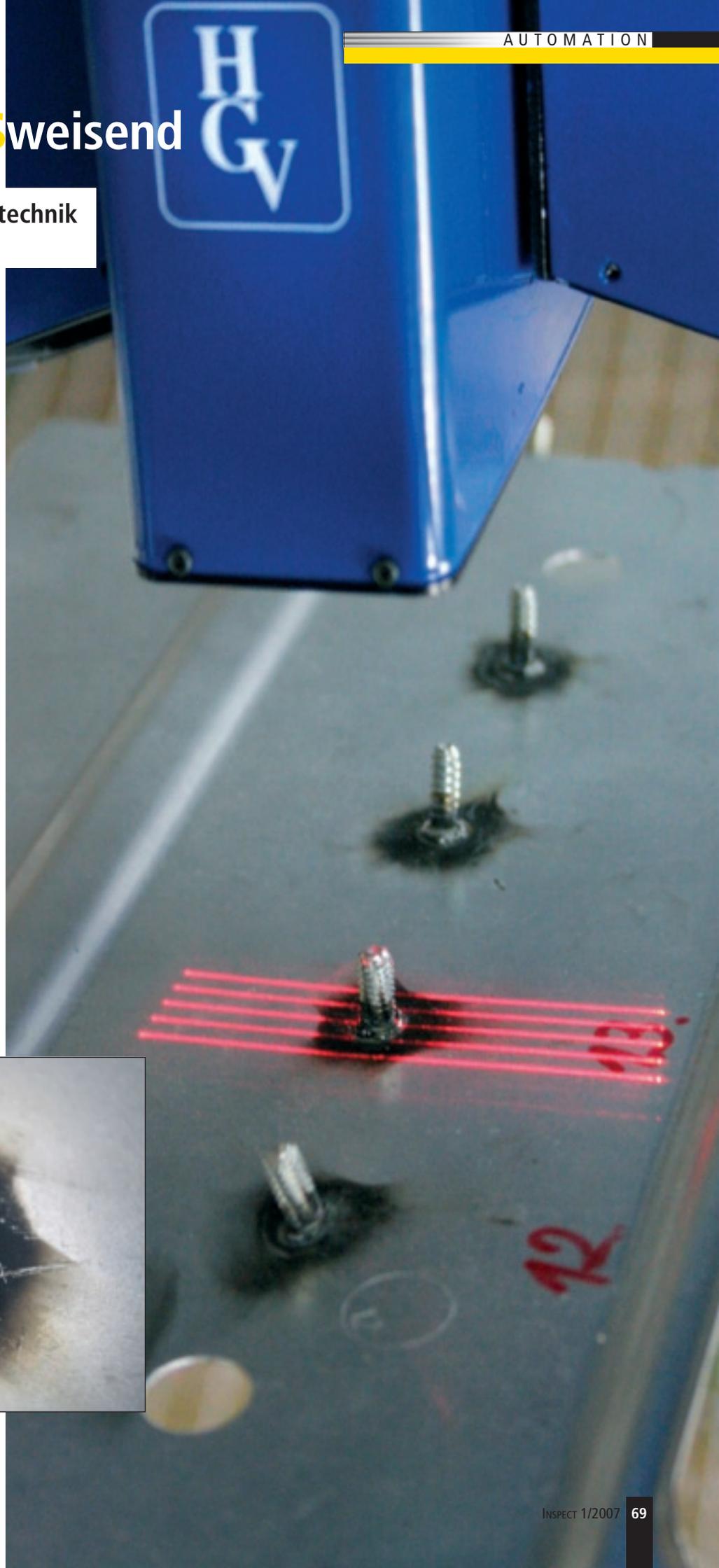
Neben Spitzen-Technologie sind Qualität und Präzision das Aushängeschild des deutschen Automobilbaus. Die Karosserie – maßgebend für das Erscheinungsbild eines Automobils – ist das zentrale Element, an dem alle anderen Komponenten aufgehängt sind und das Gerüst, das alles zusammenhält. Deshalb wird in der Produktion jede einzelne Karosserie auf ihre Fertigungsqualität und Maßhaltigkeit geprüft. Im modernen Rohbau erfolgt dies mit Systemen der 3D-InLine-Messtechnik.

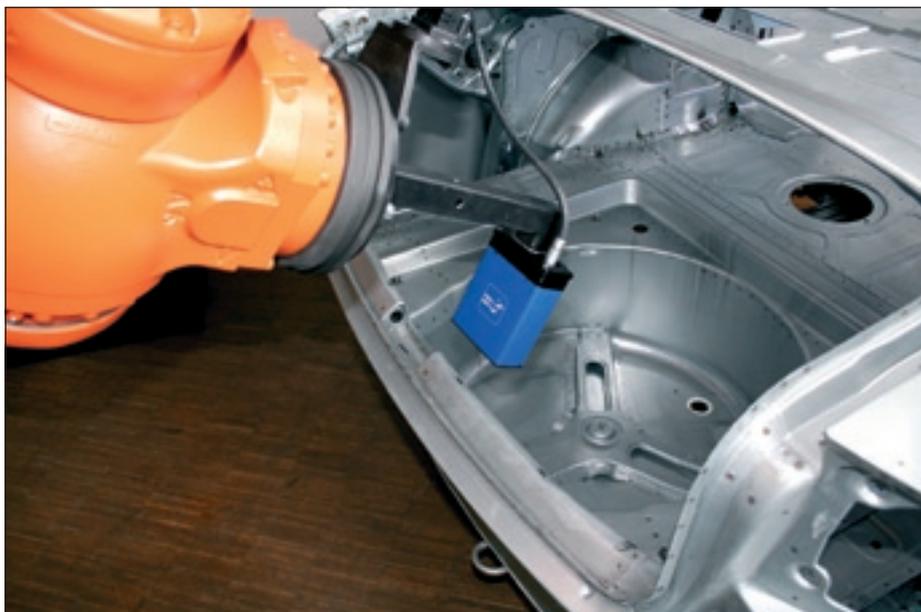
Unter dem Begriff 3D-InLine-Messtechnik versteht man jene „elektronische Augen“, die in einen Fertigungsprozess integriert werden, um jedes Fahrzeug oder einzelne Komponente einer 100%-Prüfung zu unterziehen. Das Ziel ist es die Qualität zu dokumentieren und bei etwaigen Prozessschwankungen sofort korrigierende Maßnahmen einleiten zu können.

Auf Industrie-Robotern integriert, machen sie aus diesen flexible Messsysteme (FMS) und prüfen ein Auto von außen und von innen intensiv auf seine Maßhaltigkeit. Bei der stationären InLine-Messtechnik werden Karosserien mittels einer Vielzahl von Sensoren aus verschiedenen Blickrichtungen betrachtet. Dabei wird jedes einzelne funktions- und qualitätsbestimmende Merkmal (Blechkanten, Bohrungen, Bolzen) geprüft, ob diese die



Ruß- und Schmauchspuren, die beim Schweißen entstehen, haben keinen Einfluss auf das Messergebnis





Flexibles Messsystem: Roboter mit elektronischen Augen

richtigen 3D-Raumkoordinaten gemäß den CAD-Vorgaben aufweisen.

Um diese Aufgabe erfolgreich zu lösen, hat das Öhringer Unternehmen HGV Vosseler eine Gesamtlösung entwickelt, die aus einer 3D-Sensor-Familie und Auswertesystemen besteht, sowie die Gesamtkompetenz und ein Team auf die Beine gestellt, das für die Installation und den Support umfangreicher Projekte zur Ausrüstung kompletter Fertigungsstrassen mit optischer Prüftechnik in der Automobilindustrie erforderlich ist. Nach einer umfangreichen Validierung, konnte sich die 3D-InLine-Messtechnik der HGV bei Daimler Chrysler als Messkonzept für die Rohbaukarosserien der neuen C und E Klasse durchsetzen. Mit diesem Durchbruch folgten im Jahr 2006 auch erste Installationen bei AUDI und BMW.

Neben der Auszeichnung, die jeder Systemlieferant durch zufriedene Kunden erfährt, wurde die HGV für die Entwicklung dieser ausgeprägten 3D-InLine-Messtechnik Ende des letzten Jahres von Wirtschaftsminister Ernst Pfister mit dem Innovationspreis des Landes Baden-Württemberg ausgezeichnet.

### Die Ausgangslage

Vor zwei Jahren suchte der Konzern DaimlerChrysler Partner, um ein neues Mess-System zu entwickeln. Es sollte die Karosserieteile prüfen und Komponenten mit fehlerhafter Form aussondern. Außerdem musste es für verschiedene Modelle flexibel einsetzbar sein, bedienerfreundlicher und wirtschaftlicher als bisherige Lösungen.

Letztendlich entschied sich der Autobauer für die optischen Sensoren der Fa.

HGV Vosseler. Gemeinsam mit der Firma KUKA-Roboter, die die Sensoren auf Robotern integrierte und der Hochschule Augsburg, die die aufwendigen Tests und Validierungsprozeduren wissenschaftlich begleitete, wurde eine Messtechnik realisiert, die dann 2006 in den Werken Sindelfingen, Bremen und Südafrika erfolgreich installiert wurde.

### Die Innovation

Die Innovation des neuen Messsystems besteht in einem ganzheitlichen Messkonzept mit bildgebenden Verfahren für die Qualitätssicherung im Karosseriebau. Dazu mussten eine Reihe technisch innovativer Ansätze miteinander kombiniert werden, um so – ohne die Komplexität zu erhöhen – ein leistungsfähiges und robustes System zu realisieren.

Auf der Basis der Mehrlinien-Triangulation wurde die schnelle automatische Erfassung von Größe, Position und Orientierung von Merkmalen aus einer einzigen Bildansicht entwickelt. Das System muss dabei so robust sein, dass produktionsbedingte Farbänderungen der Prüfobjekte oder etwa Schleifspuren oder auch eine Ölbenetzung dem Messergebnis nichts anhaben können. Darüber hinaus erlaubt die Mehrlinien-Projektion eine redundante Informationsgewinnung im Kamerabild, so dass das System unempfindlich auf partielle Störungen reagiert.

Das Herz des InLine-Mess-Systems – der „Controller“ – wurde so ausgelegt, dass eine flexible und einfache Erweiterbarkeit möglich ist, umgesetzt durch eine lineare Anschlusslogik. Durch ein neu entwickeltes Vision-Bus-System kann ein 3D-Sensor direkt mit dem

nächsten über ein vorkonfektioniertes Kabel verbunden werden. Eine schnelle Bilderfassung stellt sicher, dass in der verbleibenden Netto-Taktzeit für das Prüfsystem möglichst viele Merkmale gemessen werden können.

Zur Gewährleistung der erforderlichen Messgenauigkeit wird jeder einzelne optische 3D-Sensor in seinem Messvolumen ab Werk kalibriert und einem mehrtägigen Klimakammer-Test unterzogen, in dem die erwartbaren Temperaturschwankungen in der Industrieumgebung simuliert und kompensiert werden. Neben den zu messenden Standardmerkmalen wie etwa Bohrungen, Kanten und Abständen, ist für die Qualität eines Karosserie-Bauteils die Prozesssicherheit einer Vielzahl weiterer Merkmale von Relevanz. Dieses können z. B. die Durchgangsöffnungen von Lenkrädern oder/und Befestigungspunkte von Stoßdämpfern sein, die unterschiedlichste Ausprägungen und geometrische Formen (z. B. Trapeze, Zapfen, Bolzen) besitzen. Auch für diese Merkmale sind Strategien gefordert, um eine Messbarkeit sicherzustellen, ohne dass jeweils neue Algorithmen entwickelt werden müssen. Dazu wird dem Anwender ein Werkzeugkasten zur Verfügung gestellt, der es erlaubt, komplexe Merkmale aus standardisierten Bausteinen zusammenzusetzen. Eine Sammlung vorgefertigter „Templates“ – Schablonen – erlaubt es dem Benutzer, die Sensoren sehr einfach einzurichten.

Ebenso nach dem Baukastenprinzip wurde eine ganze Sensorfamilie mit verschiedenen Abständen und Baugrößen, z. B. mit 80 mm für Nahbereichsmessung



Den Anforderungen der Messtechnik unerschrocken ins Auge geblickt



**Innovativer patentierter Bolzen-sensor 3D-BoltSense**

und den Einsatz auf Robotern bis hin zu Sensoren mit über 1.400 mm Arbeitsabstand aufgelegt, die für die individuelle Aufgabenstellung beliebig „aus dem Regal“ genommen werden können.

**Patentierter 3D-Bolzen-sensor**

Bolzen stellen eines der wichtigsten Befestigungselemente im Karosseriebau dar. Für einen reibungslosen Ablauf der Montage ist es wichtig, die Vollständigkeit der Bolzen sowie deren richtige Position und Lage in einem Ferti-

gungsprozess sicherzustellen.

Diese Prüfaufgabe, die bislang mit Grenzlehren realisiert wurde, kann jetzt mit einem optischen 3D-Sensor in 100%-Messungen im Produktionstakt wirtschaftlich gelöst werden.

Die Messung erfolgt mit einer unvergleichlichen Robustheit und ist aufgrund des innovativen Messprinzips, gänzlich unabhängig von den Materialeigenschaften (z.B. Kupfer, Stahl, Aluminium) sowie der Form und Eigenschaft der Bolzen (z.B. mit/ohne Gewinde). Auch stellen die typischen, beim Schweißprozess entstehenden, schwarzen Rußspuren rund um den Bolzen kein Problem dar. Durch den kompakten Aufbau des Sensors ist eine gute Zugänglichkeit auch bei engen Platzverhältnissen gegeben, was für den Einsatz auf Robotern und KMG (Koordinatenmessgeräten) von großer Bedeutung ist.

Der patentierte 3D-Bolzen-sensor (3D-BoltSense) hat bereits umfangreiche Validierungen für den Einsatz in der Automobilindustrie, beispielsweise im Dingolfer BMW-Werk, mit großem Erfolg bestanden. Kundenseitig wurden Messungen mit einer bis zu 60-fach schnelleren Geschwindigkeit im Vergleich zu den bisherigen Analysen im Messraum dokumentiert. Dabei enthält dieser Wert bereits die erforderlichen Zeiten der Verfahrbewegungen eines Roboters. Die optische Prüfung selbst erfolgt mit einer Kombination aus 5-Linien-Laserprojektion (Abstandsabweichung), axialer LED-Aufflichtbeleuchtung (Neigung) sowie mehrdimensionaler Seitenbeleuchtung in wenigen hundert Millisekunden. Die Einführung des Systems ist bei den Nachfolgemodellen aller Baureihen der BMW-Group geplant. Der bayerische Motorenbauer bezeichnet dieses innovative System, an dessen Entwicklung auch die BMW-Planer mitgewirkt haben, als „zukunfts-

weisend für die gesamte Automobilindustrie“ (Quelle: Standortzeitung „Wir in Dingolfing“, Ausgabe Februar 2007, BMW Werk Dingolfing). Zu dieser Aussage hat sicherlich nicht nur die überzeugende Messgenauigkeit von +/- 20 hundertstel Millimeter (einschließlich Roboter) geführt sondern auch die hohe Wirtschaftlichkeit dieser Messtechnik.

Mit einem umfassenden Technologiepaket sind anspruchsvolle Aufgaben für eine Vision-unterstützte Montage und InLine-Messtechnik realisierbar. Als Lieferant von Komponenten und Komplett-Lösungen stellt HGV Vosseler ihre Kompetenz für Integratoren, Anlagenbauer und auch den Endkunden zur Verfügung.

► **Autor**  
**Dipl.-Ing. Michael Scheffler**  
 HGV Vosseler GmbH & Co. KG,  
 Öhringen  
 Tel.: 07941/9100-0  
 Fax: 07941/9100-50  
 info@hgv.de  
 www.hgv.de



**Prüfung KFZ Sicherungskasten**

Kontrolle der korrekten Farbcodierung an der richtigen Position



**Farbkontrolle an Türgriffen**

Erkennung von verschiedenen Farbvarianten



**Farberkennung an Ausgussöffnung**

Detektion des richtigen Modells und eventueller Farbabweichungen



**PresencePLUS<sup>®</sup> P4**

**Präzise Farberkennung in unterschiedlichen Bauformen**



**Verschiedene Ausführungen für unterschiedliche Anwendungen.**

Wählen Sie aus zahlreichen Bildverarbeitungs- und Analyse-Funktionen, unterschiedlichen Auflösungen und Bauformen.

**Umfassende Auswahl an Zubehör.**

Eine vollständige Auswahl an Beleuchtungen und Objektiven, Schutzgehäusen und Befestigungen, Kabel und vieles mehr.

**Weltweite Anwendungsunterstützung.**

Banner ist stets in Ihrer Nähe, um Sie beim effektiven Einsatz unserer Bildsensoren zu unterstützen.

**Banner Engineering GmbH**

Martin-Schmeißer-Weg 11  
 44227 Dortmund, Deutschland  
 Telefon: +49 231 9633 730  
 Fax: +49 231 9633 938  
 E-Mail: info@bannerengineering.de



# Werkzeuge für die Null-Fehler-Strategie

## Qualitätskontrolle in der Automobilindustrie



Was in den 60er Jahren in der amerikanischen Telefonbranche seinen Anfang nahm, ist heute Standard in der Automobilindustrie: die Null-Fehler-Strategie. Ziel ist es dabei, Produktionsfehler nicht nur zu finden und zu beseitigen, sondern auch ihre Ursachen zu ermitteln und die entsprechenden Korrekturmaßnahmen einzuleiten, um dem Idealziel der 100prozentigen Fehlerfreiheit möglichst nahe zu kommen.

Die Bildanalyzesysteme der VisionTools GmbH aus Waghäusel tragen maßgeblich dazu bei, Fehler in punkto Vollständigkeit, Maßhaltigkeit, Lesbarkeit und Oberflächenqualität zu erkennen, zu visualisieren und zu dokumentieren.

Das vierzig Mitarbeiter zählende Unternehmen stattet vorwiegend Automobil- und Elektrogerätefirmen mit Bildverarbeitungssystemen aus. Allein bei BMW sind derzeit mehr als 300 Systeme mit insgesamt über 2.000 Kameras weltweit im Einsatz. Herzstück ist dabei die von VisionTools entwickelte Standardsoftware V60, die Prüf-, Mess- und 2D/3D-Lokalisierungsaufgaben übernimmt.

### Universelle Applikationsplattform V60

Durch das Parametrieren von Objekten, die der Projektierer aus einer klar strukturierten Sammlung auswählen kann, und durch das Zusammenfügen komplexer Objekte aus bestehenden Einzelobjekten entsteht am Ende ein vollständiges Bildverarbeitungsprojekt, einschließlich Kopplung an ein Leitsystem, Maschinenschnittstelle, Visualisierung sowie Bild- und Messdatenarchivierung. Die Software ist vor Ort auf eine

von derzeit sieben Sprachen umschaltbar. Sie ermöglicht den Endanwendern ohne großen Aufwand die Änderung von Prüfparametern, das Einlernen neuer Merkmale und die Integration neuer Werkstücke in Prüfpläne. Spezielle, serienmäßig mitgelieferte Tools übernehmen die Prüfaufgabenverwaltung bei großer Variantenvielfalt. V60 läuft auf Industrie-PCs, intelligenten Kameras unter Windows XP embedded oder als Untermenge auf klassischen intelligenten Kameras.

### Vollständigkeitskontrolle

Die Vollständigkeitskontrolle gilt als klassische Aufgabenstellung der Bildverarbeitung – und als die einfachste. Aber ganz so einfach lässt sich diese Aufgabe nicht immer erfüllen, denn die optische Darstellbarkeit bereitet mitunter Schwierigkeiten, woraus sich spezifische Anforderungen an Beleuchtung und Bild-

aufnahmegeometrie ergeben.

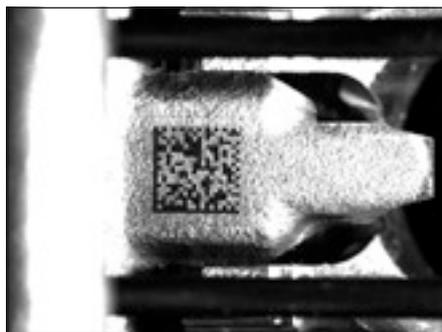
Soll zum Beispiel geprüft werden, ob Stecker richtig eingerastet sind, sind die zu unterscheidenden Details sehr klein und stellen sich nur unter einer ganz bestimmten Relativanordnung von Werkstück, Kamera und Beleuchtung dar.

Bei der PKW-Endmontage spielt die Null-Fehler-Strategie aufgrund der Variantenvielfalt eine ganz besondere Rolle. Auf einem Band durchfahren PKWs so genannte Kamera-Tore. Bis zu 30 feste Kameras werden dabei pro Station eingesetzt. Im Durchlauf prüfen diese beispielsweise, ob Wasserablaufschrägen für Schiebedächer korrekt angebracht sind, ob die Drehlage der Lenkspindelmanschette passt, ob die richtige Variante der Gurtstraffer eingebaut wurde, ob länderspezifische Aufkleber richtig angebracht sind – und ob alle Teile vollständig montiert wurden.

Geht der Wagen in die USA, sind andere Heckleuchten erforderlich als für den europäischen Markt. „Würde nur ein Fahrzeug mit falschen Leuchten vom Band laufen und nach Übersee gelangen, würde der Zoll die gesamte Lieferung erst einmal festsetzen. Und das kann teuer werden“, sagt Dipl.-Wirtsch.-Ing. Alexander Tropf, Niederlassungsleiter der VisionTools in München und ist schon



Alles im Blick: 30 Kameras prüfen, ob in der Endmontage sämtliche Teile korrekt montiert sind



Mitunter ganz schön schwierig: Das Auslesen von Data-Matrix-Codes auf unbearbeiteten Flächen

ein bisschen stolz darauf, dass die V60 solche Fehler zu verhindern weiß. Die Software ist an das Leitsystem des Automobilherstellers angeschlossen und ermittelt anhand der Fahrgestellnummer die zu prüfenden Merkmale. Da hierbei jede Kamera nur ein Merkmal pro Bildaufnahme kontrolliert, aber bis zu 50 Merkmale geprüft werden müssen und jedes Merkmal in unterschiedlichen Varianten auftritt, werden jeweils mehrere Kameras gleichzeitig, über Lichtschranken zeitversetzt gestartet. „Das richtige Timing der Kameras ist hier eine echte Herausforderung“, sagt Alexander Tropf.

Auch in der Motoren-Endkontrolle bei der Fertig- bzw. Endmontage wird die Standardsoftware VisionTools V60 eingesetzt. Allein bei BMW sind in den Motorenwerken elf solcher Motoren-Endkontrollen aktiv, um die Auslieferqualität auf höchstem Niveau zu halten. Dabei gilt es, pro Motor ca. 20 verschiedene Bauteile wie Motortragbock, Verriegelungsklappen für Zündspulen, Lambdasondenkabel, Thermostat, Kraftstoffschläuche, Lenkhilfepumpe sowie verschiedene Halter und Clips auf richtigen Typ, richtigen Verbau und richtige Lage zu überprüfen. Dazu laufen die Motoren im Sortenmix in die Kontrollstation. Auf dem Weg dorthin bekommt das Bildanalyse-system via Ethernet vom fahrerlosen Transportsystem (FTS) die notwendigen Daten als Transporttelegramm übermittelt. Anhand dieser Auftragsdaten wählt die Software die zu prüfenden Anbauteile aus, positioniert die typischerweise vier bis sechs installierten Schwenk-Neige-Kameras. Sind die ersten Bilder aufgenommen, schwenkt die Optik der Kameras auf die nächsten Bauteile. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis sämtliche zu prüfenden Anbauteile abgearbeitet sind. Wird durch die V60-Software ein Fehler entdeckt, wird das

aktuelle Fehlerbild mit einem Fehlertext versehen und via Ethernet an den Reparaturplatz gesendet. Gleichzeitig schleust das FTS das Transportfahrzeug mitsamt dem fehlerhaften Motor an den Reparaturplatz aus. Nach Eintreffen des Transportfahrzeuges am Reparaturplatz, erscheint dort das Fehlerbild. Zudem wird automatisch das zugehörige Guthild aus der Referenzbibliothek geladen. Der Mitarbeiter kann nun den Fehler leicht einschätzen und nach Beseitigung desselben

das Transportfahrzeug wieder in den Produktionsablauf einschleusen.

**Maßhaltigkeitskontrolle**

Ein Beispiel für den Einsatz der V60-Software zur Maßhaltigkeitskontrolle ist die Kontrolle von Kleberaupen. Im Automobil-Rohbau wird aus folgenden Gründen zunehmend geklebt: Zum einen geht es um Festigkeitsaspekte wie beispielsweise um die Verbesserung der Verwindungssteifigkeit, zum ande-

ren um die Abdichtung von Hohlräumen und um Geräuschminderung, zum Beispiel an Dächern und Fronthauben. Zum Auftragen der Kleberaupe führt ein Roboter das Blechteil an einer Düse vorbei, die den Kleber aufbringt. Dann wird das Teil einer oder mehreren Kameras präsentiert. Diese prüfen, ob die Raupe vorhanden ist, die richtige Breite hat, sich an der richtigen Stelle befindet, ob sie unterbrochen ist oder ob Einschnürungen und Verdickungen vorliegen.

Mit GIT SICHERHEIT + MANAGEMENT sind Sie umfassend informiert.

Neue Trends, Produkte und Firmen finden Sie bei uns auf einen Blick.



**GIT VERLAG**  
A Wiley Company



Ob gelasert, geprägt, genadelt, oder geritzt: Lesen von Klarschrift ist auch bei gestörter Oberfläche zuverlässig möglich



Lunker, Poren, Rattermarken: Hier werden bearbeitete Oberflächen kontrolliert



Toleranz: 4 Kameras überprüfen die Höhe von Stiftschrauben

Ein weiteres Beispiel für Maßkontrolle im Rohbau ist die Positionsüberwachung von Schweißmütern, die konzentrisch zu entsprechenden Aussparungen im Blech befestigt sein müssen. Sind diese falsch angebracht, lässt sich im folgenden Montageprozess die betreffende Schraube nicht mehr richtig einbauen. Die Kontrolle der Positionierung erfolgt mittels Kamerasystem und einer ausgefeilten Beleuchtungstechnik: Eine spezielle Lampe befindet sich über dem (horizontal orientierten) Werkstück, eine weitere darunter. Durch die Aufnahmetechnik werden sowohl das Loch als auch die Mutter zuverlässig dargestellt. Die Genauigkeit, mit der die Abweichung der beiden Zentren zueinander bestimmt wird, liegt bei 0,1 mm. Auch hier erfolgt das Ausschleusen von fehlerhaften Teilen automatisch.

Ein typisches Beispiel für eine einfache Anwendung im Bereich Maßhaltigkeit ist die Kontrolle von Stiftschrauben im Motorenbau. So werden beispielsweise in einem speziellen Anwendungsfall vier Kameras eingesetzt, um die Höhe von 16 verschiedenen Schrauben zu kontrollieren. Die Visualisierung erfolgt mit Hilfe eines Prüfmonitors. Liegen die Schrauben innerhalb der grünen Markierung, sind diese korrekt montiert.

### Identifikation

Identifikation bedeutet für die Bildverarbeiter in erster Linie das Lesen von Klarschrift und Codemarkierungen. Eingesetzt wird diese Art der Identifikation im großen Stil im Bereich Teileverfolgung der mechanischen Bearbeitung. Auch hier spielt der Qualitätssicherungsaspekt eine wichtige Rolle. So werden in der Motorenmontage Motornummern hinsichtlich Lesbarkeit und Vollständigkeit der Beschriftung geprüft. Über das Leitsystem des Automobilherstellers werden die Nummern abgefragt, mittels Kamerasystem gegengeprüft. Egal ob geprägt, genadelt oder geritzt: Die V60 leistet hierbei gute Dienste, vor allem bei problematischen Oberflächen, die Bearbeitungsspuren aufweisen.

Der Trend geht allerdings in eine andere Richtung. Zunehmend wird die Klarschrift durch Data-Matrix-Codes ersetzt oder ergänzt. Typische V60-Anwendungen im Motorenbau sind dabei die Varianten- und Qualitätskontrolle bei Zylinderköpfen, Kurbelwellen, Nockenwellen, Kolben oder Pleueln.

Obwohl es zur Bewertung der Beschriftungsqualität zahlreiche Normen gibt, stellt die Komplexität der praktischen Anforderungen die Unternehmen immer wieder vor neue Herausforderungen. „Dass unterschiedliche Oberflächeneigenschaften je nach Reflexionskeule mitunter zu drastischen Effekten bei unterschiedlichen Beleuchtungs- und Bildaufnahmegeometrien führen, wird in den Qualitätsnormen nicht gebührend berücksichtigt. Zudem reichen die klassischen Rauigkeitsmaße für die Bildverarbeitung nicht aus“, sagt Dr.-Ing. Hermann Tropf, Geschäftsführer der VisionTools. Daher sieht sich das Unternehmen oftmals dazu gezwungen, nicht normgemäße Anordnungen zu wählen, um eine gut lesbare

bzw. praxisrelevant qualitätsbezogene Darstellung zu erreichen.

### Oberflächenkontrolle

Ein eigenes Bildverarbeitungsthema ist die Kontrolle von Oberflächen. In der Automobilindustrie sollen beispielsweise Lunker und Poren an bearbeiteten Oberflächen erkannt werden. Die Prüfung erfolgt gemäß Kundenvorgabe nach „Porenklasse“, das heißt es gelten sowohl Teile mit einer großen Fehlstelle als auch Teile mit einer lokalen Häufung kleiner Fehlstellen als schlecht. Die Prüfbereiche werden mit Hilfe von Meisterschablonen eingerichtet. Relativ einfach ist diese Aufgabe bei ebenen Oberflächen lösbar. Die nächste Schwierigkeitsstufe, nämlich das Prüfen zylindrischer Oberflächen, wird mittels Drehung des Werkstücks realisiert, auch bei allgemeinen rotations-symmetrischen Bauteilen, was inzwischen zu einer Spezialität des Hauses VisionTools geworden ist und „jedes Mal eine neue Herausforderung darstellt“ sagt Dr.-Ing. Josef Pfeiffer, der bei VisionTools für die Angebotserstellung zuständig ist.

► **Autorin**  
Ines Danzeisen,  
Maschinenbautechnikerin  
(SGD), VisionTools

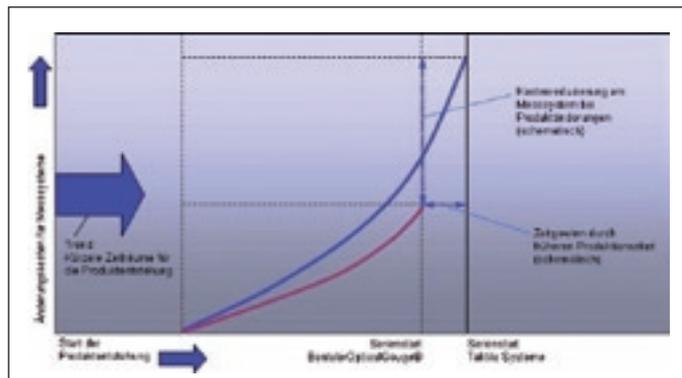


VisionTools, Waghäusel  
Tel.: 07254/9351-0  
Fax: 07254/9351-20  
info@vision-tools.com  
www.vision-tools.com

# Maschinenbau und Messtechnik **aus einer Hand**

## Optische Messsysteme vom Automobil-Zulieferer

Steigende Qualitätsanforderungen, hoher Kostendruck und immer kürzere Entwicklungszyklen in der produzierenden Industrie verändern die Anforderungen an die Messtechnik. Berührungslose optische Messsysteme bieten im Vergleich zu konventionellen mechanischen Lehren und taktile Messmaschinen Kostenvorteile, sind automatisierbar und lassen sich nahtlos in die Entwicklungs- und Produktionsprozesse einbetten. Die vom Benteler Maschinenbau entwickelte Produktfamilie BentelerLaserGauge erfasst Bauteiloberflächen vollständig in einem Scannvorgang, die BentelerOpticalGauge kombiniert die jeweils optimalen Messverfahren für die verschiedenen Attribute eines Bauteiles in einer Maschine.



Kostenvergleich taktile und optischer Messsysteme

Die Firma Benteler zählt mit rd. 5,2 Mrd. € Umsatz, 21.000 Mitarbeitern weltweit und ca. 150 Werken, Niederlassungen und Handelshäusern in 34 Ländern zu den 100 größten Industrie-Unternehmen Deutschlands. Unter dem Dach der Benteler AG als Management-Holding sind die Geschäftsbereiche Automobiltechnik, Stahl/Rohr und Handel rechtlich selbständig und ergebnisverantwortlich organisiert. Die Benteler Automobiltechnik ist einer der international größten unabhängigen Automobilzulieferer in Familienbesitz und beliefert weltweit als Full-Service-Supplier nahezu alle großen Fahrzeughersteller. Im Unternehmen entwickelt und produziert man innovative Komponenten, Module und Systeme für Fahrkomfort, Sicherheit und zur Emissionsreduzierung. Und seit kurzem auch zwei Systeme der optischen Messtechnik.

Beide Systeme sind das Ergebnis einer Marktrecherche, bei der keine geeigneten Systeme für die bestehenden Anforderungen gefunden wurden. Somit entwickelte man bei Benteler eigene Lösungen auf Basis des umfangreichen Anwenderwissens. Diverse Anlagen aus diesem Bereich sind bei der Benteler Automobiltechnik GmbH bereits in der Qualitätssicherung, der Entwicklung und der Produktionsüberwachung im Einsatz.

### Motivation zur Nutzung

Anwendungen der BentelerLaserGauge liegen einerseits in der Flächenrückführung von Werkzeuggeometrien, die im Rahmen der Einarbeitung oftmals Abweichungen vom CAD-Datensatz erfahren. Andererseits besteht ein großes Interesse in Presswerken, die produzierten

Formteile hinsichtlich ihrer Qualität vollständig und schnell zu bewerten. Einen wachsenden Stellenwert gewinnt die Inline-Messtechnik in Form der BentelerOpticalGauge zur 100-Prozent-Kontrolle unterschiedlichster Attribute und Eigenschaften. Da nicht alle Merkmale mit einer einzigen Technologie messbar sind, wird eine Kombination geeigneter Messtechnologien verwendet. Hierbei wird eine Vielzahl von Merkmalen im Sekundentakt erfasst und ausgewertet, so dass bei eventuell auftretenden Abweichungen unmittelbar eingegriffen werden kann. Ein weiterer, für die Produktion wichtiger Aspekt ist, dass eine BentelerLaserGauge oder eine BentelerOpticalGauge direkt in der Produktionsumgebung vom Fertigungspersonal betrieben werden kann, so dass nicht erst langwierige Messungen in stark ausgelasteten Messräumen vorgenommen werden müssen.

### Wirtschaftliche Vorteile

Im Vergleich zu taktile Systemen sparen optische Messsysteme Zeit und damit auch Kosten aufgrund kürzerer Zeiträume zwischen Entwicklungsbeginn und Markteinführung eines Produktes. Außerdem sind sie flexibel bei Ände-



rungen am Produkt und damit kostengünstiger im Prozessablauf. Im Fokus liegen hier Inline-Messungen komplexer und geometrisch anspruchsvoller Bauteile, die oftmals mit über 30 zu erfassenden Attributen ausgestattet sein können.

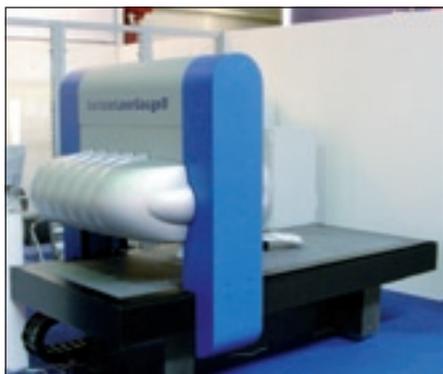
**BentelerLaserGauge**

Das Prinzip der BentelerLaserGauge basiert auf der Lasertriangulation unter Verwendung von speziell dafür entwickelten Sensoren. Diese Sensoren arbeiten nach dem „FlyingSpot“-Verfahren, das über die Winkelanordnung der Sensorreihen sowie der Sensoren zueinander die vollständige Geometrie der Bauteile erfassen kann. Ergebnis dieser Messung ist eine Punktwolke, die dann automatisch mit einer Referenzgeometrie verglichen wird. Eine Referenzgeometrie kann dabei aus einem CAD- oder einem aus dem Masterbauteil gescanntem Datensatz bestehen.

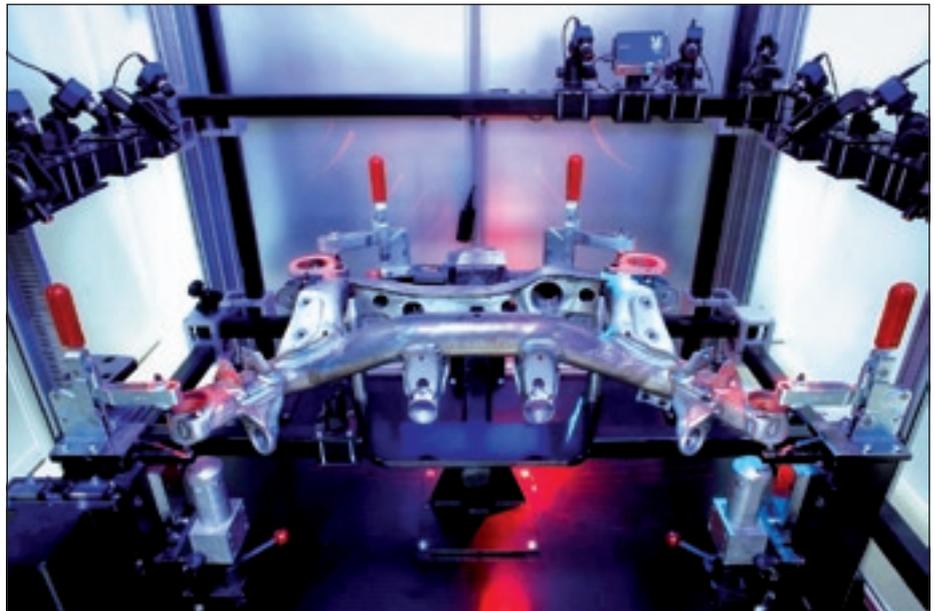
Spätestens fünf Minuten nach dem gestarteten Scannvorgang erhält der Anwender den automatisch erzeugten Messbericht. Verfügbar sind derzeit Ausführungen mit einem nutzbaren Scannvolumen von max. 2000 x 650 x 600 mm und für kleinere Bauteile von max. 600 x 600 x 600 mm; kundenspezifische Abmessungen sind auf Wunsch realisierbar. Die erreichbare Genauigkeit der BentelerLaserGauge beträgt 100 µm bei einem maximalem Messvolumen von 2000 x 650 x 200 mm. Die Systemeigenschaften der schnellen Messung, hohen Flexibilität und der Bedienbarkeit durch Produktionspersonal resultieren in geringen Prozesskosten und schnellem Return on Investment.

**BentelerOpticalGauge**

Aufgrund der Vielfältigkeit von Regelgeometrien sind diese nicht durch ein einziges optisches Messverfahren erfassbar. Die Stärken der BentelerOpticalGauge liegen jedoch gerade in



BentelerLaserGauge



Ausführung der BentelerOpticalGauge mit ortsfester Sensorik

der Kombination unterschiedlicher optischer Messtechnologien, die den jeweils bestmöglichen und wirtschaftlichsten Aufbau für die 100-Prozent-Inline-Messtechnik realisierbar macht. Als Attribute werden sowohl Regelgeometrien – wie Löcher, Zylinder oder Ebenen – als auch komplexe Oberflächenkonturen verstanden, die mittels Weißlichtprojektion oder Laserlichtschnittverfahren ermittelt werden können. Das wichtigste Leistungsmerkmal der BentelerOpticalGauge ist dabei die hohe Messgenauigkeit, die bei bis zu ±100 µm liegt, wobei sich dieser Wert durch eine Verringerung des Messfensters weiter reduzieren lässt. Der markanteste Vorteil des Systems liegt im Zusammenwirken der unterschiedlichen 2D/3D Messverfahren: Photogrammetrie, Lasertriangulation und Mehrlinien-Triangulation, unter Verwendung angepasster Beleuchtungsarten (Strukturierte-, Auflicht- oder Durchlicht-Beleuchtung), die je nach Aufgabenstellung modular miteinander kombinierbar sind. Klassische Konzepte der taktil messenden Lehren, die für die Inline-Messtechnik in der Vergangenheit Verwendung fanden, erfüllen zwar die Anforderungen an die zulässigen Messzeiten, bieten jedoch eine Reihe gravierender Nachteile. Die berührend messenden Lehren sind mechanisch komplex, damit stör anfällig und führen bei Bauteiländerungen zu langwierigen Umbauarbeiten. Ferner handelt es sich bei diesen Applikationen um unflexible Systeme, da aufgrund des komplizierten Aufbaus nur ein Bauteiltyp messbar ist – vom Standpunkt der Investition und der Abschreibungen ein nicht vorteilhafter Umstand.

**Produktspektrum nicht begrenzt**

In der Produktionsindustrie wird die Frage nach der Prozessgenauigkeit und damit die Nachfrage nach präziser, berührungsloser und schneller Messtechnologie immer wichtiger. Die hochpräzise optische Messtechnik, auf der die vorgestellten Systeme aufbauen, hat bereits Einzug in die industrielle Produktion gehalten. Mit der erfolgten Markteinführung der BentelerLaserGauge und der BentelerOpticalGauge bleiben die Anwendungsvorteile aber nicht auf ein spezielles Produktspektrum begrenzt. Beide vorgestellten optischen Messsysteme lassen sich in unterschiedlichsten Industrien, wo es auf kürzeste Messzeiten und hohe Genauigkeit ankommt, erfolgreich einsetzen.

<p>► <b>Autorin</b>                  Dr. rer. nat. <b>Nataša Roth,</b>  <b>Technik und Entwicklung</b>  <b>optische Systeme,</b>  <b>Benteler Maschinenbau</b></p>	
Benteler Maschinenbau GmbH, Bielefeld Bereich Optische Systeme Tel.: 0521/542-0 Fax: 0521/542-199 optische-systeme@benteler.de www.benteler.de/maschinenbau	

Flexibles Lesen und Verifizieren:  
**Stationäre SIMATIC Code-Lesesysteme**



**EuroID**  
08.05.–10.05.2007  
EXPO XXI Köln, Stand B6

PUBLICIS E2001-F100-P874

# simatic sensors

**Erkennen Sie neue Möglichkeiten!** Nutzen Sie stärkste Leseleistung beim Erfassen zweidimensionaler Codes und eindimensionaler Barcodes. Egal ob kompakt oder modular: Mit unseren stationären SIMATIC Code-Lesesystemen können Sie gedruckte, gelaserte, gebohrte, gestanzte und genadelte Codes auf unterschiedlichsten Oberflächen sicher erfassen. Mittels Verifizierung kann die Lesbarkeit laufend überprüft werden. Umfangreiche Kommunikationsmöglichkeiten – ob RS232, PROFIBUS, PROFINET oder Ethernet – ermöglichen dabei die einfache Integration in Ihre Automatisierungslösung.

**SIMATIC Sensors – Productivity You Sense**

[www.siemens.de/simatic-sensors/mv](http://www.siemens.de/simatic-sensors/mv)



**SIEMENS**



# Die Güte der Naht

## Dreidimensionale Prüfung optimiert den Schweißprozess

Automatisierung des Schweißens in der industriellen Produktion ist heute Stand der Technik. Die Ergebnisse prüfen Mitarbeiter jedoch meist mit dem Auge. Moderne Bildverarbeitung von Vitronic ermöglicht es, Nähte vollautomatisch zu prüfen. Der folgende Beitrag zeigt, wie mit Hilfe des Prüfsystems Viro<sup>WSI</sup> Fertigungsprozesse automatisiert, qualitative Aussagen zur Güte der Naht gemacht und Schweißprozesse optimiert werden.

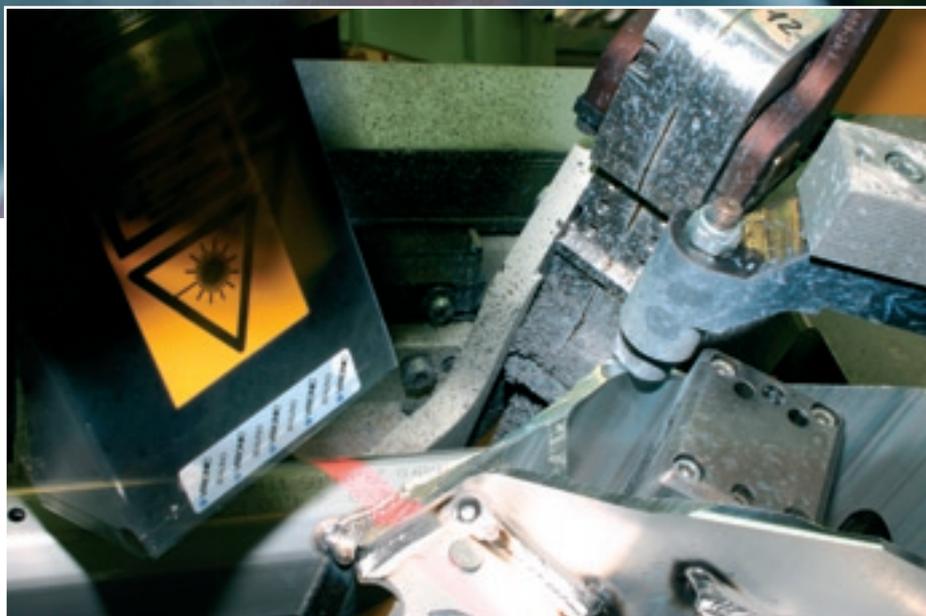
Die Anforderungen an Qualität und Prozesse sind bei vielen Automobilherstellern identisch:

- Sie wollen mit 100%iger Sicherheit kein Auto an Kunden auszuliefern, das ein als NIO-geprüftes sicherheitsrelevantes Teil beinhaltet,
- Produktionsprozesse weitgehend automatisieren,
- verlässliche Erkenntnisse über die Qualität der Naht generieren und
- mittels Prozesskontrolle den Schweißprozess optimieren.

Deshalb entscheiden sich immer mehr Automobilhersteller für automatische Nahtinspektion. Viro<sup>WSI</sup> erstellt ein dreidimensionales Profil der Naht und wertet dies nach vorgegebenen Kriterien aus, angelehnt an die Normen EN 30042 und EN 5817.

### Automatisieren der Achsmontage

Ein Beispiel aus der Praxis: für zwei Modellreihen verfolgt ein Hersteller eine Plattformstrategie und produziert dafür einen gemeinsamen Vorderachsträger. Zur Erreichung der Stückzahlen werden an drei parallelen identischen Fertigungslinien die benötigten Werkstücke zu Vorderachsträgern zusammengesweißt. An der ersten Station verbindet ein Schweißroboter die Teile aus Aluminium. daraufhin prüft das Naht-



Das Bildverarbeitungssystem Viro<sup>WSI</sup> wird zur robotergeführten 3D-Schweißnahtinspektion an Automobilteilen eingesetzt. Mit Hilfe des Prüfsystems werden Fertigungsprozesse automatisiert, qualitative Aussagen zur Güte der Naht gemacht und der Schweißprozess optimiert

inspektionssystem Viro<sup>WSI</sup> in der nächsten Station die Nähte. Gibt das Prüfsystem das Signal NIO, wird noch an dieser Station ein Aluminiumteil zur Versteifung aufgebracht, das an der nächsten Station verschweißt wird und die zuvor geprüften Nähte komplett verdeckt. Wird nach der Nahtprüfung das Signal NIO gegeben, wird das Teil zur Nacharbeit ausgeleitet oder komplett verworfen. An der fast vollständig automatisierten Fertigungslinie legt der Mitarbeiter die zu verschweißenden Teile auf und entnimmt die fertigen Vorderachsträger der Fertigungszelle.

Die Prüfeinheit ist direkt neben der Schweißzelle installiert. Der Sensor ist an einem Roboter befestigt und wird zur Inspektion mit einer Geschwindigkeit von

bis zu 100 mm/sec über die Schweißnähte bewegt. Das Nahtprüfsystem Viro<sup>WSI</sup> scannt dabei die Nahtoberfläche dreidimensional. Jedem Punkt der vermessenen Objektoberfläche wird eine Raumkoordinate zugeordnet. Das Prüfsystem besteht aus dem Aufnahmekopf und dem Auswerterechner. Die Datenleitungen zwischen den beiden Komponenten sind aus Gründen der Störsicherheit in LWL-Technologie ausgeführt. Die Prüfergebnisse werden sofort in einem Rechner verarbeitet und visuell dargestellt.

### Aussage zur Haltbarkeit der Naht

Eine manuelle Sichtprüfung unterliegt subjektiven Einflüssen, ist abhängig von



Nahtinspektion an Rädern

der Tagesform oder Umgebungsbedingungen und trifft keine Aussagen zur Nahtqualität. Viro<sup>wsi</sup> dagegen erfüllt die Forderungen der Hersteller nach vollautomatischer Inspektion und liefert konkrete Aussagen zur Qualität der Naht. Das Prüfsystem erfasst die Schweißnaht in ihren drei Dimensionen und errechnet beispielsweise das A-Maß über die gesamte Nahtlänge.

#### Schweißprozess optimieren

Immer stärker wird gefordert, mit Hilfe der automatischen Nahtprüfung die Erkennung systematischer Fehler zu vereinfachen und so den Fertigungsprozess zu optimieren. Deshalb prüft Viro<sup>wsi</sup> auf die folgenden Kriterien:

- A-Maß
- Nahtvolumen
- fehlende Naht
- Nahtanbindung
- Nahtenfall
- Perlenkontrolle
- Löcher, Oberflächenporen
- Ungleichschenkligkeit

Eine automatisch mitgeführte Protokolldatei auf dem Rechner protokolliert Bauteilbezogen sämtliche Fehlerarten, Fehlerhäufigkeiten und Fehlerpositionen. Taucht ein Fehler auf, entnimmt ein Mitarbeiter alle notwendigen Informationen dem Fehlerprotokoll und greift umgehend in den Fertigungsprozess ein. Weiterhin können diese Daten anschließend für verschiedene Teilbereiche der Prozesskontrolle weiter verwendet werden.

So lässt sich beispielsweise nachträglich der Schweißprozess optimieren, indem mit Hilfe der Statistiken über definierte Zeiträume Rückschlüsse auf den vorherigen Schweißprozess gezogen werden. So kann Viro<sup>wsi</sup> entscheidend zur Fehlerminimierung und damit zu geringerem Ausschuss, weniger Nacharbeit und höherer Nahtqualität beitragen.

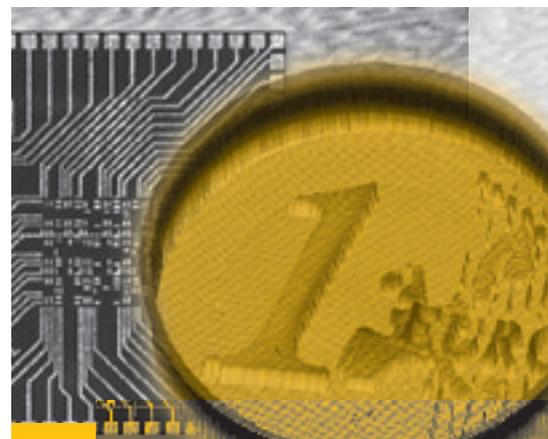
Daneben erlaubt das System, individuelle Warngrenzen festzulegen. Das Personal kann korrigierend in den Prozess eingreifen, bevor fehlerhafte Nähte entstehen. Die Bewertung erfolgt automatisch und unterliegt keinen subjektiven Kriterien.

Weiterhin können die ermittelten Daten als Basis für die automatische Nacharbeit dienen. Viro<sup>wsi</sup> klassifiziert Fehlerstellen und zeigt detailliert die Position und die Art des Fehlers auf. Mit diesen Informationen kann entschieden werden, ob Nacharbeit möglich ist oder Ausschuss produziert wurde.

► **Autor**  
Klaus-Michael Bücher, Vertriebs- und Marketingleiter, Vitronic

Vitronic GmbH, Wiesbaden  
Tel.: 0611/7152-0  
Fax: 0611/7152-133  
sales@vitronic.de  
www.vitronic.de

## Oberflächen großflächig messen



### BERÜHRUNGSLOS UND NANOGENAU

TopMap Weißlichtinterferometer messen Topographien sowohl von rauen als auch von spiegelnden Oberflächen.

Die Messungen erfolgen

- hochgenau und schnell
- optisch und berührungslos
- mit einfacher Bedienung durch telezentrische Optik
- mit „Smart Interface Scan“-Technik auch an schwierigen Oberflächen
- durch leichte Integration und flexible Schnittstellen auch im Produktionsprozess

#### TOPMAP In.Line TMS-300

- robuste Lösung auch für den Produktionseinsatz
- Messfelder bis zu Ø 21 mm

#### TOPMAP Metro.Lab TMS-100

- Messfelder bis zu 80 x 80 mm<sup>2</sup>
- Flexibel durch 70 mm Verfahrensweg

Besuchen Sie uns auf der Control  
Sinsheim · 08.05. – 11.05.2007  
Halle 1 · Stand 1224



Beratung · Demo · Test  
Telefon 07243 604-178/-104  
topmap@polytec.de

**POLYTEC GMBH**  
Polytec-Platz 1-7  
D-76337 Waldbronn  
Telefax 07243 69944

**Klassenerhalt sichern**

Ein einziger Fehler kann einen Automobilzulieferer teuer zu stehen kommen. Wird der Fehler in der Eingangsprüfung entdeckt, geht nicht nur das fehlerhafte Teil, sondern die ganze Charge von 50.000 oder 100.000 Teilen zurück. Außer dem hohen finanziellen Verlust droht in diesem Fall eine Rückstufung vom A- zum B- oder gar C-Lieferanten. Die Teilekontrolle mit dem Vision-Sensor FA45 von SensoPart vermeidet dieses Risiko und stellt den „Klassenerhalt“ sicher. Bei einem zu prüfenden Teil handelte es sich um den Anschlussstutzen einer Wasserpumpe, in den ein Innengewinde eingepresst wird. Bisher wurde es beim manuellen Einlegen der Teile von einem Mitarbeiter visuell geprüft. Diese Aufgabe übernimmt seit Kurzem ein Vision-Sensor der Baureihe FA45. Der Vision-Sensor ist – in Verbindung mit einer externen Lichtquelle – eine ebenso zuverlässige wie kostengünstige Lösung.



SensoPart Industriesensorik GmbH • Tel.: 07673/821-743  
c.kuhnen@sensopart.de • www.sensopart.de

**Gefühlvoller Roboter setzt neue Qualitätsstandards**

Qualitätsschwankungen beim manuellen Einfügen des Ritzels in Zahnstangenlenkungen sind bislang die Regel. Erstklassige Resultate, trotz kleiner Taktzeit, erreichen die Ingenieure der Firma Klotz mit ihrem neuen Entwicklungskonzept, das sie erstmals für das Einfügen des Ritzels in Zahnstangenlenkungen realisiert haben: Ein gängiger Industrie-Roboter wird mit Kraftmomentsensor- und bildgebender Technik zu einem System zusammengeführt, das den Roboter sowohl mit räumlichen als auch mit sensitiven Daten steuert. Das bildgebende System, bestehend aus einer Kamera und rechnergestützter Bildauswertung, übernimmt die Teileidentifikation und liefert die räumlichen Koordinaten zur Steuerung des Roboters. Die Kraftmomentsensorik sorgt dafür, dass jedes Ritzel gefühlvoll eingesetzt wird.



Klotz GmbH • Tel.: 08221/905-31 • hanika@klotz.de • www.klotz.de

**Optische Bremsbelagdicke-messung**



Herkömmlich werden Bremsbeläge von Kraftfahrzeugen mechanisch, z. B. mit Bügelmessschrauben vermessen. Die Messgenauigkeit ist häufig bedienerabhängig. Außerdem wird der Bremsbelagträger mitgemessen und dessen Dicke muss nachträglich abgezogen werden. Auf der Control

stellt IBV-Spezialist in-situ ein Messgerät zur berührungslosen Vermessung der Bremsbelagdicke vor. Mit nur einer Linienlaser-Kamera-Einheit wird die Außenkontur der Bremsbeläge eingescannt. Hierzu hat sich der verantwortliche BV-Ingenieur Bernhard Roither einen besonderen Trick einfallen lassen: Die Messobjekte werden nicht linear verfahren, wie bei der herkömmlichen Scannertechnik üblich, sondern gedreht. Auf diese Weise wird bis auf die Auflagefläche das gesamte Objekt dreidimensional erfasst und kann weiterverarbeitet werden.

In-situ gmbH & Co. KG  
Tel.: 08104/6482-30 • vision@in-situ.de • www.in-situ.de

**Flexibles 3D-Mess-System für die Automobilindustrie**

GlueEye Automotive ist das Hochleistungs-3D-Sensorsystem von RVS Reiter Vision Systems für die Automobilindustrie. Durch ein völlig neuartiges Konzept ist es äußerst flexibel und damit vielfältig einsetzbar. Beispielhafte Automotive-Anwendungen sind Laserlötnahtkontrolle, PVC-Auftragskontrolle, Schweißnahtkontrolle, Stanznietenkontrolle, Spaltmaßbestimmung. Neueste FPGA-Technologie garantiert die Auswertung des Datenaufkommens von mehr als 1GPixel pro Sekunde bereits im Sensor in Echtzeit. Ein übergeordnetes System dient lediglich der Visualisierung sowie administrativen Zwecken. GlueEye Automotive ist lernfähig. Sollverläufe werden im Teach-Mode gespeichert und mit den aktuell gemessenen Verläufen verglichen. Das kompakte Design überzeugt durch seine Robustheit und Industrietauglichkeit.



RVS Reiter Vision Systems GmbH  
Tel.: 08171/2670861 • mh@rvs-3d.de • www.rvs-3d.de

**Neues universelles Röntgensystem**

Viscom hat ihr reichhaltiges Portfolio an Systemen um das neue universelle Röntgen- und CT-System X8060 NDT ergänzt. Als Inspektionsspezialist möchte man damit neue Märkte auf dem Gebiet der klassischen zerstörungsfreien Prüfung (NDT) erschließen, die von größeren und schwereren Prüfteilen bestimmt werden. Mit dem Inspektionssystem X8060 NDT können ohne Einschränkung auch die komplexen Anforderungen der hochvergrößernden Prüfung elektronischer Baugruppen erfüllt werden. Die Computertomografie wurde von vornherein in das Systemkonzept integriert. Diese Flexibilität macht die X8060 NDT zu einem interessanten Inspektionsinstrument für unterschiedlichste Industriezweige: Automobil, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Turbinenbau, Werkzeugmaschinenbau, Materialwissenschaft, Keramik- und Kunststoffherstellung, Elektronik, Sensorik, Verbindungstechnik, etc.



Viscom AG • Tel.: 0511/94996-0 • me@viscom.de • www.viscom.de

**David Dechow erhält Automated Imaging Association Achievement Award**

David Dechow, President von Aptúra Machine Vision Solutions, erhält den Automated Imaging Achievement Award 2007. Der Preis, der Dechow am 1. Februar auf der jährlich stattfindenden AIA Business Conference in Orlando, Florida überreicht wurde, würdigt Manager für außergewöhnliche Beiträge zur industriellen und/oder wissenschaftlichen Bildverarbeitung. „David Dechow hat mehr als 25 Jahre lang an der Entwicklung und erfolgreichen Implementierung von Systemen für maschinelles Sehen in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen mitgewirkt“, so Jeffrey A. Burnstein, Executive Director der AIA. „Er ist bekannt als führender Experte für die Integration bildverarbeitender Systeme und hat im Laufe seiner Karriere diesen Industriebereich durch die Förderung bildverarbeitender Anwendungen, die Schulung von Endbenutzern und durch sein Wirken im AIA Vorstand bereichert.“

Automated Imaging Association • Tel.: +001/734/994-6088  
dwhalls@robotics.org • www.machinevisiononline.org

# CONTROL

MATERIALPRÜFUNG UND MESSGERÄTE

# INSPECT

## Punkt für Punkt im Dienste der Automobilindustrie

Messsysteme für das CAD-basierte Total Quality Management



### FARO IN KÜRZE

Faro entwickelt und vertreibt Software und portable Computer-Messsysteme, mit denen 3D-Messungen an Teilen und Anlagen an nahezu jedem Ort vorgenommen werden können. Mit rd. 13.000 Installationen und 6.100 Kunden weltweit ist Faro ein Marktführer im Bereich der portablen Koordinatenmessmaschinen (CMM). Die Produktpalette umfasst diverse Modelle des FaroArms und der Gage sowie Laser Scanner, Laser Tracker und CAM2-Messsoftware. Mit den mobilen Messsystemen können in einem sehr frühen Stadium Produktionsfehler erkannt und vermieden und somit Produktivität sowie Rentabilität gesteigert werden.

Gemeinsam integrieren die Produkte die Mess- und Qualitätsprüffunktion mit computergestütztem Design (CAD), computergestützter Fertigung (CAM) sowie computergestützter Entwicklung und Konstruktion (CAE). FARO ist weltweit vertreten, das Hauptquartier befindet sich in Lake Mary in Florida. Die europäische Zentrale hat ihren Sitz in Korntal-Münchingen bei Stuttgart. Zu den Referenzkunden gehören Airbus, Audi, BMW, Boeing, Bosch, DaimlerChrysler, General Motors, Opel, Porsche und VW.

### *kontakt*

Faro Europe GmbH & Co. KG  
Lingwiesenstr. 11/2  
70825 Korntal-Münchingen  
Tel.: 07150/9797-0  
Fax: 07150/9797-44  
info@faro-europe.com  
www.faro.com

# Punkt für Punkt im Dienste der Automobilindustrie

## Messsysteme für das CAD-basierte Total Quality Management

Das Thema ‚Qualität‘ genießt bei Magna Steyr, als weltweit führendem Partner der Automobilhersteller, höchste Priorität. Deshalb setzen die Grazer in der Fertigung des BMW X3 ein Mess- und Scansystem von Faro zur Qualitätssicherung ein. Hier leistet das portable computer-gestützte 3D-System einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung und Beschleunigung der Analysetätigkeit und -qualität. Das steht dann auch ganz im Zeichen des Firmennamens: il Faro, der Leuchtturm, weist seinen Kunden seit 1981 mit innovativen Produkten den Weg zur Steigerung der Produktivität auf hohem Qualitätsniveau.

Mit dem X3 hat BMW die Klasse der ‚SAV‘ (Sports Activity Vehicle) neu geschaffen. Doch der große Markterfolg bestätigt nicht nur die Münchner, sondern ist auch ein Beleg für die Kompetenz von Magna Steyr als markenunabhängiger Engineering- und Manufacturing-Partner: die Österreicher führten für das Fahrzeug nicht nur wesentliche Teile der Entwicklung durch, sondern fertigen den X3 auch selbst in ihrem Grazer Werk. Eine zentrale Rolle spielt in diesem Rahmen die Qualitätssicherung, denn BMW-Fahrer haben hohe Erwartungen an ihre Automobile. Um die bekannte BMW-Qualität sicherzustellen, hat Magna Steyr deshalb vielfältige Anstrengungen unternommen. So kommt im Bereich Analyse- und Prozesstechnik ein mobiles Mess- und Scansystem von Faro Europe zum Einsatz: „Nachdem Magna Steyr mit dem FaroArm bereits positive Erfahrungen gemacht hatte und andere mobile Messsysteme am Standort Graz nicht überzeugen konnten, haben wir im Mai 2003 zunächst den Titanium-Arm mit



Die Gesprächsteilnehmer von Magna Steyr: Siegfried Wolf, Helmut Rauscher und Martin Gutmann (v.l.n.r.)

der CAM2-Messsoftware von Faro angeschafft. Mitte 2006 folgte dann die Kombination aus dem Laser ScanArm und dem FaroArm der Platinum-Serie, mit der wir unser Anwendungsspektrum erheblich erweitern konnten," erläutert Analyse-Techniker Martin Gutmann.

Die vier Analyse-Techniker, die mit dem System arbeiten, setzen das Paket aus PolyWorks-Messsoftware, Platinum-Arm mit einem Messbereich von 3,7 m und Laser ScanArm mit der Zielsetzung ein, Bauteile in sich und zueinander mit dem Soll-Stand (CAD) zu vergleichen. Dabei verfügt Faros Laser ScanArm über diverse exklusive Features wie den verschiebbaren Griff, das ‚Drei-Punkte-Schnell-Stativ‘ oder die vollkommene Ergonomie für den Einsatz in der Produktion. Ein integrierter LED-Entfernungsmesser bestimmt die optimale Distanz zum Scannen. Die schnelle Kalibrierung des Messtasters reduziert die benötigte Zeit für das Set-up des Arms deutlich. Zum Schutz beim Einsatz im Produktionsbereich sind die dünnen Profile für die kompakten Bereiche verschlossen. Der ScanArm arbeitet im selben Temperaturbereich wie der Messarm, ohne aber eine Rekalibrierung zu erfordern. Das Gewicht des Scanners beträgt lediglich 530 g. Laut einer Schätzung von Faro machen kontaktlose Inspektionen bzw. Digitalisierungen im Übrigen annähernd 20% des Marktes für ‚Computer Aided Manufacturing Measurement‘ (CAM2) aus. Faros ScanArm stellt hierfür eine schnelle, detaillierte Inspektion durch das Sammeln von über 19.000 Punkten pro Sekunde bereit.

## Vielfältige Einsatzfelder für den Laser ScanArm

Zur Erfüllung der anspruchsvollen Aufgabenstellungen sind Mobilität und Flexibilität gefragt, denn das Einsatzgebiet der Analyse- und Prozesstechnik ist umfangreich: Analysen von Abweichungen, deren Ursache nicht bekannt ist, oder die immer wieder auftreten, genauso wie die Absicherung der Produktion, zum Beispiel Anlaufauglichkeitsprüfungen, gehören dazu. Die Analyse-Techniker leisten aber auch Unterstützung bei Serienanläufen und betreuen und bauen Erst-Prototypen (Mock Ups) auf, die zu Abstimmungszwecken dienen. Weitere Aufgaben sind die Optimierung von Prozessen und Produktionsabläufen sowie Erstmusteraufbauten neuer Bauteile.

So verwundert es nicht, dass die Anwendungsfälle des Laser ScanArms vielfältig sind: Das System kommt immer dann zum Einsatz, wenn taktisch schwer zu messende Teile zu erfassen sind oder die Oberfläche der Bauteile – zum Beispiel bei biegeschlaffen Teilen, empfindlichen Verkleidungen oder Teppichen – problematisch ist. „Auch wenn mehrere Bauteile auf einen Bereich Einfluss nehmen, bewährt sich der Scanner immer wieder durch seine Mobilität und Flexibilität auf Neue. Zu überzeugen weiß das System zudem durch die einfache Darstellung der Messergebnisse, denn die Punktwolke kann über eine Farbskala automatisch optisch eingefärbt und so auch von Nicht-Ex-



**Großer Nutzen für die tägliche Praxis: taktile und optische Messungen können mit einem Messaufbau durchgeführt werden**

**Der Laser ScanArm überzeugt die Analyse-Techniker durch die einfache und schnelle Ausrichtung der Bauteile bei Vergleichen mit CAD-Modellen**



pco.inspector hs



### Highlights

- 636 Bilder/s bei voller Auflösung (1357 Bilder/s bei VGA)
- mobiles System mit Tablet PC
- hohe Auflösung 1280 x 1024 Pixel
- Belichtungszeiten 50ns - 5s
- mehr als 2 Std Akkubetrieb
- Bildspeicher in der Kamera (bis zu 4GB)
- einfach zu benutzendes Klemm-Stativ

### PCO AG

Donaupark 11  
93309 Kelheim, Germany  
fon +49 (0)9441 2005 0  
fax +49 (0)9441 2005 20  
info@pco.de  
www.pco.de



Der FaroArm kommt regelmäßig bei Messungen unter dem Auto zum Einsatz, wie hier beim Vergleich der Mess- mit den CAD-Daten an der Abgasanlage

perten bewertet werden. Lobenswert ist ferner die einfache und schnelle Ausrichtung der Bauteile bei Vergleichen mit CAD-Modellen," ergänzt Martin Gutmann.

### Taktile Messungen mit dem PlatinumArm

Eine wichtige Rolle im Zuge der Analysetätigkeit spielen aber auch taktile Messungen mit dem Platinum-Arm. Dieses Produkt ist in fünf verschiedenen Größen mit einem sphärischen Messbereich zwischen 1,2 und 3,7 m lieferbar. Durch die Beweglichkeit in sechs oder sieben Achsen und den patentierten internen Massenausgleich ist der Messarm auch an ungünstig erreichbaren Stellen einsetzbar. Überlastungs-Sensoren, die in jedem Gelenk sitzen, warnen den Anwender,

wenn der Arm zu hohen Handhabungskräften ausgesetzt ist und sichern auf diesem Wege präzise Messergebnisse. „Der Messarm besteht aus Verbindungselementen eines von Faro selbst entwickelten Verbundwerkstoffs – dies ermöglicht nicht nur das geringe Gewicht zwischen 9 kg und 10 kg, sondern stellt auch die Basis für das hervorragende Handling des Messsystems dar,“ berichtet Carsten Gericke, Regional Manager Österreich bei Faro Europe.

Der FaroArm kommt sowohl im Rahmen von Analyse-Aufgaben, also wenn die Ursache einer Abweichung auf die Lage oder Form von einem oder mehreren Bauteilen zurückzuführen ist, als auch bei der Datenerfassung zum Einsatz. Dies erfolgt, wenn Bauteile als Erstmuster dargestellt wurden und/oder Änderungen der Konstruktion mittels VDA-Daten übermittelt werden sollen. Die Resultate dienen als Dokumentationsmedium zur Untermauerung von Un-

### Magna Steyr

Magna Steyr aus Graz/Österreich ist eine 100%ige Tochter des kanadischen Zulieferkonzerns Magna International Inc., dem weltweit führenden markenunabhängigen Engineering- und Manufacturing-Partner der Automobilhersteller. 2006 hat Magna Steyr mit über 11.000 Mitarbeitern, von denen mehr als 9.000 am Standort Graz beschäftigt sind, rd. 245.000 Fahrzeuge der Mercedes-Benz E-Klasse 4MATIC, des Jeep Grand Cherokee, des Jeep Commander, des Chrysler 300 C, des Chrysler Voyager, des Saab 9-3 Cabriolets und des BMW X3 produziert.

Die Produktpalette von Magna Steyr ist breit gefächert: So umfasst das Angebot im Bereich der Automobil-Entwicklung das Styling- und Designkonzept, die Vorentwicklung, das Projektmanagement, die Entwicklung von Komponenten, Systemen und Modulen bis hin zum kompletten Fahrzeug, Elektrik/Elektronik, Systemintegration, Berechnung und Simulation, Prototypenbau, Prüfstandserprobung, Fahrzeugversuch, Homologation, Fahrzeugsicherheit und Weltraumtechnik. Im Rahmen der Automobil-Produktion bietet Magna Steyr neben dem Bau des kompletten Fahrzeugs Class A Pressteile, Produktionsplanung, Logistikplanung und komplette Rohkarosserien an.

### Faro Laser ScanArm

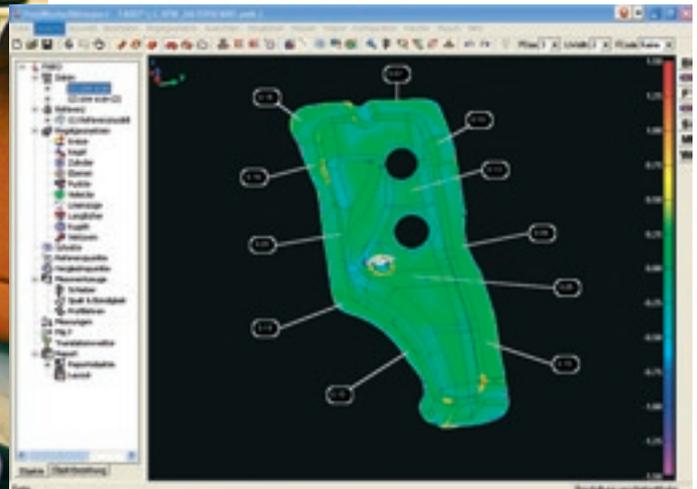
Das besondere an Faro's Laser ScanArm ist, dass es das weltweit erste siebenachsige ‚kontakt/kontaktlose‘ Messgerät mit voll integriertem Laser Scanner ist. Voll integriert bedeutet, dass – entgegen anderen Scan-Systemen – der Messtaster und der Laser Scanner im Wechsel digitalisieren können, ohne dass die Komponenten getauscht werden müssen. Es gibt keine zusätzlichen Halterungen, keine externe Elektronik und auch keine Kabel, die die Fähigkeit des Arms beeinträchtigen könnten, sich endlos zu drehen. Somit erhalten die Benutzer des Laser ScanArms maximales Daten-Handling genauso wie optimale Genauigkeit und Effizienz in einem erschwinglichen Paket. Die offene Architektur des Laser ScanArms erlaubt dem Anwender die Analyse der Daten nicht nur mit der im Paket mitgelieferten Messsoftware CAM2 Measure, sondern auch den Einsatz von ‚Punkt-Wolken-Evaluations-Software‘ wie Geomagic, PolyWorks und RapidForm.

tersuchungsergebnissen. Die Analysetechniker nutzen die Messsysteme gleichermaßen bei Interieur- wie auch bei Exterieur-Messungen. Auch an der Linie haben sie den Arm schon zur Abstimmung einer Anlage eingesetzt.

Typische Anwendungsfälle des Messarms sind Einzelteil-Vermessungen, wenn der Messbericht des Lieferanten ausbleibt, jedoch Ursachenanalyse betrieben werden muss. So wird beispielsweise eine Fußabstützung im Stirnwandbereich vermessen. Im Interieurbereich kommt es ebenfalls hin und wieder zu Abweichungen im Zusammenspiel der Bauteile, u.a. in der Struktur am Tragrohr. Außerdem wird der FaroArm regelmäßig für Messungen unter dem Auto genutzt, zum Beispiel beim Vergleich von CAD-Daten an der Abgasanlage. Bei Neuanläufen – wenn eine neue Motorisierung angeboten wird – vermessen die Grazer zudem häufig die Motorlagerungen, die sich dann ebenfalls ändern.

### Bewährtes System mit hoher Akzeptanz

Nicht zuletzt der rege Informationsaustausch unter den Nutzern der Mess-



Die ‚Punkt-Wolken-Evaluations-Software‘ von PolyWorks als ideale Ergänzung zum Laser ScanArm und Platinum-Arm

Im Interieurbereich wird der Messarm bei Abweichungen im Zusammenspiel der Bauteile eingesetzt

und Scansysteme von Faro im Hause Magna Steyr in Graz – sowohl innerhalb der Analyse- und Prozesstechnik als auch mit den anderen Anwendern in der zentralen Messtechnik, der Weltraumtechnik, der Prototypen-Messtechnik und im Bereich Engineering – gewährleistet den schnellen und professionellen Umgang mit dem mobilen System. So überrascht es nicht, dass Messarm und Laser Scanner die Erwartungen von Magna Steyr voll auf erfüllen: Die Analysetätigkeit und -qualität konnte verbessert und beschleunigt sowie die Transparenz und Genauigkeit der Messergebnisse in die Analyseberichte übertragen werden. Außerdem erlaubt das System eine objektive Beurteilung der Bauteilsituation. Sowohl der FaroArm als auch der Scan-Arm laufen sehr stabil und zuverlässig und wissen durch ihr leichtes Handling zu beeindrucken.

Das mobile Mess- und Scansystem hat sich in der Prozess- und Analysetechnik nicht zuletzt auch durch sein gutes Preis-/Leistungsverhältnis absolut bewährt. Das System bietet große Flexibilität und Beweglichkeit, was insbesondere bei Vermessungen von im Fahrzeug ver-

bauten Teilen einen wesentlichen Vorteil darstellt. Ein in der täglichen Praxis großer Nutzen ist außerdem, dass taktile und optische Messungen mit einem Messaufbau durchgeführt werden können. Last but not least sind die mobilen Systeme schnell einsatzbereit und erlauben Messungen bei guter Genauigkeit über einen großen Einsatzbereich. Da die Analyse-Techniker zudem über umfangreiches Equipment wie das Dreibein-Stativ, einen Verlängerungssatz und spezielle Messsonden verfügen, bietet sich ihnen noch eine Reihe weiterer Möglichkeiten für Messungen.

Diese sind insbesondere deswegen von Vorteil, weil die Analysen der Grazer nicht nur komplex sind, sondern oft auch unter Zeitdruck stehen: „Aufgrund der hohen Stückzahlen an gefertigten BMW X3 müssen wir Aussagen über die die Abweichungen verursachenden Komponenten auch möglichst schnell treffen. Da wir in der Analyse- und Prozesstechnik zumeist ‚fertige‘ Fahrzeuge prüfen, die mit stationären Messsystemen, die das Fahrzeug an Referenzpunkten aufnehmen, nur eingeschränkt und mit hohem Aufwand vermessen

werden könnten, stellt das Faro-System für uns ein nahezu unersetzliches Tool dar,“ zeigt sich Martin Gutmann sehr zufrieden mit dem Mess- und Scansystem.

#### ► Kontakt

Faro Europe, Korntal-Münchingen  
Tel.: 07150/9797-0  
Fax: 07150/9797-44  
info@faro-europe.com  
www.faro.com

www.matrix-vision.de

## Sehen Sie mehr von Ihrer Welt durch unsere Augen

Intelligente Kameras  
USB-Kameras  
GigE-Kameras  
Frame Grabber  
Bibliotheken & Tools

BILDERARBEITUNG  
KOMponentEN

**MATRIX VISION** GmbH  
Talstrasse 16  
DE-71570 Oppenweiler  
Tel.: 07191/9432-0  
info@matrix-vision.de

**MATRIX**  
VISION

# High-Tech im Crashlabor

## Hochgeschwindigkeitskameras im Auftrag der Fahrzeugsicherheit

Da die Erhöhung der Fahrzeugsicherheit nicht nur ein Verkaufsargument der internationalen Automobilindustrie ist, sondern eine wichtige gesellschaftliche Aufgabe darstellt, werden Crashversuche auch im staatlichen Auftrag durchgeführt. In Deutschland ist hierfür die Bundesanstalt für Straßenwesen, kurz BASt, zuständig. Die BASt mit Sitz in Bergisch-Gladbach ist als Vertreter des Verkehrsministeriums im Euro NCAP-Konsortium beteiligt und anerkanntes Prüflabor.

Die fahrzeugtechnische Versuchsanlage der BASt besteht aus einer Hallenfläche von 15 x 80 Meter, die Anfahrtrahnenlänge beträgt insgesamt 130 Meter, wovon sich die ersten 80 Meter in der Halle befinden. Am Ende der Anfahrtrahnen in der Halle befindet sich ein 90 Tonnen schwerer und verschiebbarer Crashblock. An dem Block können verschiedene deformierbare Elemente oder eine Kraftmesswand angebracht werden. Wird der Block zur Seite geschoben, erhält man eine freie Fläche auf der Frontalaufprallversuche mit zwei Fahrzeugen, Seitenaufpralle mit einer fahrbaren Barriere oder beispielsweise Versuche mit Unterfahrschutzvorrichtungen an LKWs durchgeführt werden können.

Am Crashblock selbst können Frontalaufpralle mit verschiedenen Fahrzeugtypen und sog. Komponententests durchgeführt werden. Hierzu gehören beispielsweise Schlittenversuche mit Kindersitzen und Versuche zum Verhalten von Fahrzeugeinbauten bei Unfällen. Als Beispiel sei hier der Küchenblock von Wohnmobilen genannt.

Der Antrieb der Versuchsfahrzeuge auf der Anfahrtrahnen erfolgt über ein Endlosseil mit einem Hydraulikmotor. Die maximale Aufprallgeschwindigkeit ist abhängig von der zu bewegenden Masse und der Länge der Anfahrtrahnen. Bis zu einem Fahrzeuggewicht von 2.000 kg können 120 km/h erreicht werden, bei 5.000 kg sind noch max. 50 km/h möglich.

### Jedes Fahrzeug muss speziell präpariert werden

Heute soll ein Frontalaufprall durchgeführt werden. Vor jedem Test wird das zu crashende Fahrzeug speziell vorbereitet.



Frontalaufprall mit 64 km/h

Aus Sicherheitsgründen werden sämtliche Flüssigkeiten entfernt. Das Fahrzeug wird in einer matten Farbe lackiert, um den Kontrast vom Fahrzeug zum Innenraum zu minimieren. Anschließend werden Messpunkte, Markierungsbänder, Versuchsnummern und Logos angebracht. Um später Deformationen genau berechnen zu können, werden Fahrzeuginnenraum und Frontbereich vermessen, sowie an neuralgischen Stellen Markierungspunkte angebracht. Nach einem Crash wird anhand der Daten von im Fahrzeug angebrachten Sensoren die Beschleunigung in verschiedenen Bereichen des Autos bestimmt. Die eingesetzten Hy III Dummies bzw. Kinderdummies verfügen ebenfalls über Beschleunigungssensoren sowie über Kraft- und Wegensensoren. Sämtliche Messdaten können über einen im Fahrzeug angebrachten Encoder gespeichert und an die Rechnersysteme übertragen werden. Um die strengen Versuchsbedingungen genau einzuhalten, warten die Dummies bis kurz vor einem Versuch in einer Klimakammer auf Ihren Einsatz.

### Hochgeschwindigkeitskameras von Weinberger erfassen das Ereignis

Nun kann das Fahrzeug am Anfang der Anfahrtrahnen in Position gebracht und das Antriebsseil gespannt werden. Danach wird es mit einer Klemme am Seil befestigt. Jeder Crashversuch der BASt wird mit bis zu 11 Weinberger Hochgeschwin-

digkeitskameras dokumentiert. Die SpeedCam Visario ist vornehmlich für folgende Kamerapositionen und Aufnahmen mit 1.000 Bildern pro Sekunde vorgesehen: Seite von rechts und links, senkrecht von oben, von vorne und teilweise auch von unten aus der Filmgrube. Die kleineren SpeedCam MiniVis Kameras dienen als Mitfahrkameras für die sog. On-Board-Aufnahmen und können an verschiedenen Stellen montiert werden: beispielsweise seitlich im Fahrzeug, im Fußraum oder etwa auf dem Armaturenbrett. Bei On-Board-Aufnahmen wird das Ereignis meist mit einer Frequenz von 500 Bildern pro Sekunde aufgezeichnet.

Da Hochfrequenzkameras über eine geringere Lichtempfindlichkeit als normale Kameras verfügen, muss die Szenerie mittels einer speziellen Beleuchtungsanlage ausreichend beleuchtet werden. Die Anlage der BASt besteht aus zehn Einzelleuchten pro Seite und erzeugt eine Lichtstärke von 150.000 Lux.

### Durchführung des Versuchs

Nachdem die Kameras über den Steuerrechner in den Aufnahmemodus versetzt wurden, kann der Crashversuch durchge-



Hochgeschwindigkeitskamera SpeedCam MiniVis im Einsatz

führt werden. Warnlampen gehen an und ein Signalton ertönt, dann hört man den Antrieb des Hydraulikmotors und das Abrollgeräusch der Autoreifen auf dem Betonboden der Anfahrbahn. Das Fahrzeug wird nun auf 64 km/h beschleunigt und rast unaufhaltsam auf den Crashblock zu. Kurz vor dem Aufprall wird die Klemme vom Antriebsseil gelöst, so dass das Auto unbeeinflusst vom Seil gegen die Barriere fahren kann. Im Labor spielt sich nun etwas ab, was für jeden Autofahrer nur als Horrorszenerario beschrieben werden kann. Mit einem lauten Krach prallt das Auto ungebremst gegen die Barriere. Unmengen von gesplittertem Glas und Kunststoff fliegen umher, das Fahrzeug wird im Frontbereich bis zur A-Säule deformiert. Der eigentliche Versuch dauert lediglich Sekundenbruchteile. Am Ende bleibt ein

demoliertes Auto, in dem die Dummies vor den schlaff herunterhängenden Airbags in Ihren Sicherheitsgurten sitzen.

Dank eines Aufprallkontaktes wurden die Kameras und Crashuhren getriggert. Die Crashbilder werden nach der Aufzeichnung sofort im internen Bildspeicher der Kameras abgelegt. Dank des Ringspeichers und der damit verbundenen Möglichkeit des Pre- und Posttriggers ist sichergestellt, dass der Crash von Anfang bis zum Ende aufgezeichnet wird und keine wichtigen Bilder verloren gehen können. Bei dieser Triggereinstellung wird bereits eine definierte Bilderanzahl vor dem eigentlichen Triggersignal abgespeichert. Die restlichen Bilder werden nach dem Auslösesignal erfasst und gespeichert.

Zeitnah nach dem Versuch werden die Kameras mittels der Steuersoftware Visart auf den Computer heruntergeladen und in das Indeo-Videoformat konvertiert und archiviert. Für bestimmte Analysezwecke können die brillanten und hochauflösenden Sequenzen in andere Standardformate wie z.B. MPG2, MPG4 oder AVI konvertiert werden. Ebenfalls möglich ist die Extrahierung ganzer Einzelbildabfolgen in den Formaten TIFF, JPEG oder gar JPEG 2000. Für spezielle Analysezwecke sind die Daten voll in die Auswertesoftware der Firma Falcon integrierbar.

## Auswertung und Analyse der Messdaten

Unmittelbar nach dem Versuch werden auch die Messdaten der verschiedenen Sensoren vom Encoder ausgelesen und auf dem PC gespeichert. Diese Daten werden benötigt, um mit Hilfe einer Auswertesoftware Beschleunigungs- und Kraftdiagramme des Versuchs zu erstellen. Nach der fotografischen Dokumentation und einer letzten Vermessung des gecrashten Fahrzeugs ist der Versuch abgeschlossen. Die gewonnenen Filme und alle Messdaten dienen dann der weiteren Analyse und Bewertung des Versuchs, um letztendlich die passive Fahrzeugsicherheit zu erhöhen.

► **Autor**  
Dipl.-Kfm. Michael Schneider,  
Marketing, Weinberger  
Deutschland

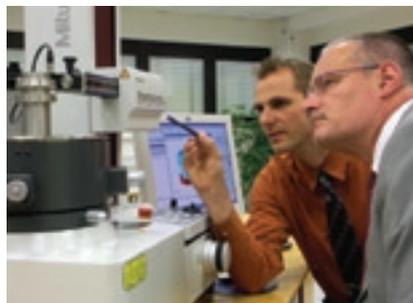


Weinberger Deutschland GmbH, Erlangen  
Tel.: 09131/972078-0  
Fax: 09131/972078-10  
sales@weinbergervision.com  
www.weinbergervision.com

Mit freundlicher Unterstützung von  
Dipl.-Ing. Uwe Freier  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)  
www.bast.de

## Haben Sie noch einen Wunsch?

Wir tun alles, was Sie wollen. Weil es uns gefällt, wenn Sie zufrieden sind – und weil wir haben, was Sie brauchen. Denn als Komplettanbieter von Längenmess-technik sind wir auch beim technischen



Kundendienst lückenlos sortiert. Das garantiert Ihnen einen Service, der keine Wünsche offen lässt. Ob es um eine intensive Beratung, um die Wartung Ihrer Messgeräte oder um eine schnelle, fachgerechte Reparatur geht. Wann auch immer, wo auch immer: Unser Kundendienst ist ganz in Ihrer Nähe. Da können Sie ganz sicher sein.

Willkommen bei Mitutoyo:  
[www.mitutoyo.de](http://www.mitutoyo.de)

**Mitutoyo** Näher dran.

# Die Revolution in der Karosserie-Messtechnik

## Berührungsloses Messen mit dem EagleEye Navigator

Betrachtet man den gesamten Automobilbau, so gehört die Qualitätssicherung im Karosseriebau zu den komplexesten Aufgabengebieten in der Messtechnik. Neben unzähligen Bohrungen sind Kanten ebenso zu messen wie Schnitte oder Übergänge. Und das so genau und so schnell wie möglich. Die Prozesssicherheit steht und fällt mit der Qualitätssicherung im Karosseriebau.

Mit Eagle Eye Navigator hat Carl Zeiss eine vollkommen neue optische Messtechnologie entwickelt: Stellen Sie sich vor, Sie sitzen im Auto und lassen sich von Ihrem Navigationssystem an Ihr Reiseziel führen. Es zeigt Ihnen den kürzesten Weg, leitet Sie an jedem Stau vorbei, und Sie kommen sicher ans Ziel. Eagle Eye Navigator ist Ihr messtechnisches Navigationssystem. Er bringt Sie bei allen Aufgaben sicher und schnell ans Ziel – zum exakten Messergebnis.

Mit dem EagleEye Navigator wird eine Lücke zwischen der Inline-Prozesskontrolle und dem klassischen Koordinatenmessgerät im Messraum geschlossen. Geschwindigkeit und Genauigkeit verbinden sich zu einem optimalen Mess-/Leistungsmix. Der Karosseriebauer ist damit in der Lage, die Forderungen nach neuen Mess- und Prüfkonzepten in der Fertigungsumgebung zu erfüllen.

Kürzere Entwicklungs- und Produktionsanlaufzeiten zwingen dazu, immer schneller auf die Anforderungen der Kunden zu reagieren. Das bedeutet: Schneller Messergebnisse liefern sowie mit den gewonnenen Daten den Produktionsprozess analysieren und kontrollieren. Die optimale Prozesskontrolle war das Ziel des Entwicklungsteams von Carl Zeiss. Um diese Aufgabe zu erfüllen, muss alles passen: vom Koordinatenmessgerät über die Steuerung, eine optimale Firmware bis hin zu einem überzeugenden Softwarekonzept. Zur optimalen Erfüllung der Aufgabe wurde in Perceptron Inc., Plymouth, MI/USA ein leistungsstarker Partner gefunden.

Die Grundfunktionen des EagleEye Navigator sind:

- Schneller einsatzbereit
- Schneller die Aufgabe erledigen
- Schneller auswerten

### Schneller einsatzbereit: Sechs-Achsen-Sensorsystem

Das Sechs-Achsen-Sensorsystem ermöglicht die optimale Stellung des Laser-Triangulations-Sensors zum Messobjekt. Mit der CNC-Kalibrierung der sechsten Achse an einer normalen Referenzkugel wird das Kalibrieren deutlich vereinfacht.

Die neue Steuerung in Verbund mit der Multisensorschnittstelle wie auch die Firm- und Software um das CMM-OS (Betriebssystem für Zeiss Koordinatenmessgeräte) sorgen für die optimale Fahrt zur Messung. Zeitraubende Antastmanöver werden vereinfacht durch die Drehung der sechsten Achse und die optimale Orientierung der Laserlinie zum Messobjekt. Die Messung wird nicht etwa wie bisher im Stop and Go weitergefahren, sondern wird ohne anzuhalten sanft und berührungslos durchgeführt.

### Schneller die Aufgabe erledigen: Laser-Triangulations-Sensor

Mit dem Laser-Triangulations-Sensor misst der EagleEye Navigator 20.000 Punkte pro Sekunde. Im Vergleich zu den bekannten Stop and Go Techniken arbeitet das System in erheblich kürzerer Messzeit kontinuierlich und scannend.

### Schneller auswerten: Automatische Feature Berechnung

Durch die automatische Analyse einer großen Punktwolke, sowie das Erkennen und die Berechnung des Features in einem Schritt wird die Ergebnisausgabe auf das Wesentliche beschränkt. Somit lassen sich Prozessanalyse und Prozesskontrolle beschleunigen.

### Vom Gerätehersteller zum Systemanbieter

Die Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH operiert heute an drei Fertigungsstandorten und weltweit mehr als 100 Vertriebs- und Servicecentren mit über 1.300 Beschäftigten. Die Produktpalette



Der Laser-Linienscanner EagleEye: Mehr als 20.000 Punkte pro Laserlinie garantieren höchsten Informationsgehalt



EagleEye, jeweils an einem 6-Achs-Sensorträger im Duplex-Betrieb an dem Horizontalarmmessgerät PRO

des Unternehmens reicht von Portal- und Horizontal-Arm Messgeräten bis hin zu Messgeräten zur Erfassung von Form, Kontur und Oberflächen. Bei den Messgeräten setzt Carl Zeiss neue Standards für den Einsatz in Fertigungsumgebungen. Mit dem Ausbau der Dienstleistungspakete zum Full-Service-Supplier vollzieht der Unternehmensbereich Industrielle Messtechnik den Wandel vom Gerätehersteller zum Systemanbieter.

#### ► Autor

Alfons Lindmayer, Leiter Marketing & Geschäftsstrategie, Carl Zeiss

Carl Zeiss Industrielle Messtechnik, Oberkochen  
Tel.: 07364/20-0  
Fax: 07364/20-3870  
imt@zeiss.de  
www.zeiss.de/imt



## FÜR SOFORTIGEN GENUSS, EINFACH EINE PRISE INTUITION HINZUFÜGEN.

Sie wollen in kürzester Zeit, auf schnellstem Wege zu einem Ergebnis kommen? Dann sind die Olympus i-SPEED Hochgeschwindigkeits-Kamerasysteme genau nach Ihrem Geschmack. Denn die Handhabung erklärt sich von selbst und die Bedienung über die einzigartige Control Display Unit (CDU) läuft völlig intuitiv. Die mobil einsetzbaren Systeme machen Sie unabhängig von unhandlichen und schweren PCs. Sie können Ihre Aufnahmen sofort sehen und bearbeiten – direkt vor Ort und dank des hochauflösenden 8,4-Zoll-Displays in brillanter Qualität. Schließlich will niemand lange auf präzise Prozess- und Fehleranalysen warten. Olympus i-SPEED – mehr Tempo und satte Leistung für Ihre Arbeit.

Besuchen Sie uns auf der:

### Control

Halle 3, Stand 3201 & 3202

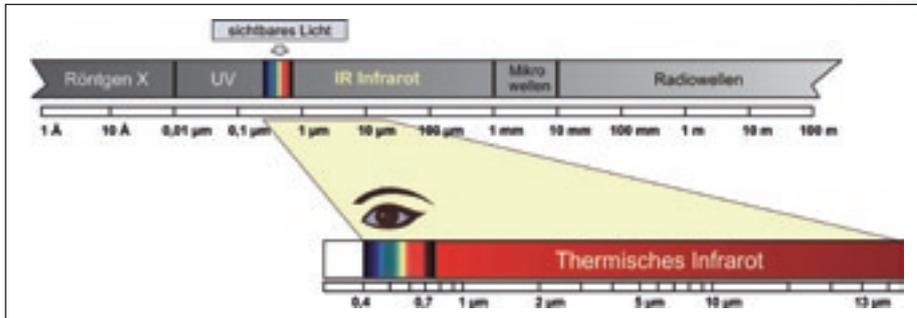
Erfahren Sie mehr bei:  
Olympus Deutschland GmbH  
Tel.: (0 40) 2 37 73 32 02  
E-Mail: [industrie@olympus.de](mailto:industrie@olympus.de)  
[www.olympus.de](http://www.olympus.de)



# Optische Qualitätskontrolle im Unsichtbaren

## Thermographische Bildverarbeitung in der Automobilindustrie

Die Automobil- und ihre Zulieferindustrie ist geprägt durch schnelle Modellwechsel, komplexe Fertigungsprozesse, den Einsatz modernster Technologien und neuartiger Werkstoffe. Entwicklungszeiten werden immer kürzer bei gleichzeitig wachsenden Qualitätsanforderungen und steigendem Kostendruck. Diese Randbedingungen führen zu neuen Anforderungen an Prüf- und Analyseverfahren für F & E und erfordern die Einführung innovativer Lösungen für Automation und Qualitätssicherung in der Produktion. Im Bereich der optischen Mess- und Prüfverfahren ist die Thermographische Bildverarbeitung noch eine relativ junge Technologie, die jedoch vielfältige neue Möglichkeiten eröffnet.



Spektraler Empfindlichkeitsbereich von Infrarotkameras

Im Gegensatz zu IR-Kameras sind konventionelle Videokameras in ihrer Funktionsweise dem menschlichen Auge ähnlich. Sie erfassen das Licht, das von einer Objektoberfläche reflektiert wird und benötigen in der Regel eine Beleuchtungsquelle. Die Eigenschaften des betrachteten Objekts können nur indirekt über das reflektierte Licht ausgewertet werden. Der nutzbare Spektralbereich entspricht weitgehend dem für das Auge sichtbaren Bereich (ca. 400–750 nm). Als Front End von Bildverarbeitungssystemen haben konventionelle Kameras mittlerweile überall Einzug in das industrielle Umfeld gehalten.

Die Detektoren von Infrarotkameras hingegen „sehen“ Strahlung im infraroten

Bereich des Spektrums, der sich an den sichtbaren Bereich anschließt. Üblich ist der Wellenlängenbereich zwischen 3 und 14 µm. In diesen Bereich fällt bei normalen Temperaturen ein Großteil der von Objekten emittierten Eigenstrahlung. Infrarotkameras sind somit in der Lage, über die Eigenstrahlung direkt Objekteigenschaften zu erfassen. Eine wesentliche Bedeutung hat dabei die Tatsache, dass die Eigenstrahlung eines Objekts in direktem Zusammenhang mit seiner Temperatur steht. Infrarotkameras können daher, nach entsprechender Kalibrierung, die Temperaturverteilung auf Objekten direkt messen. Aus den Eigenschaften von Infrarotkameras resultiert eine Vielzahl neuartiger Bildverarbeitungslösungen

### Prüfung von Laser-Schweißverbindungen

Im Automobilbau werden zunehmend Laser-Schweißverbindungen eingesetzt. Gegenüber anderen Verfahren bietet das Laserschweißen zahlreiche Vorteile. Eine Beurteilung der Qualität der Schweißverbindungen ist jedoch schwierig und wird bisher häufig nur als Stichprobenkontrolle durch zerstörende Prüfung realisiert. Der hiermit verbundene Aufwand ist erheblich. Durch Einsatz von aktiver Thermographie lassen sich die Schweißnähte dagegen in kürzester Zeit zerstörungsfrei auf Anbindungsfehler prüfen.

### Qualitätskontrolle an Leder

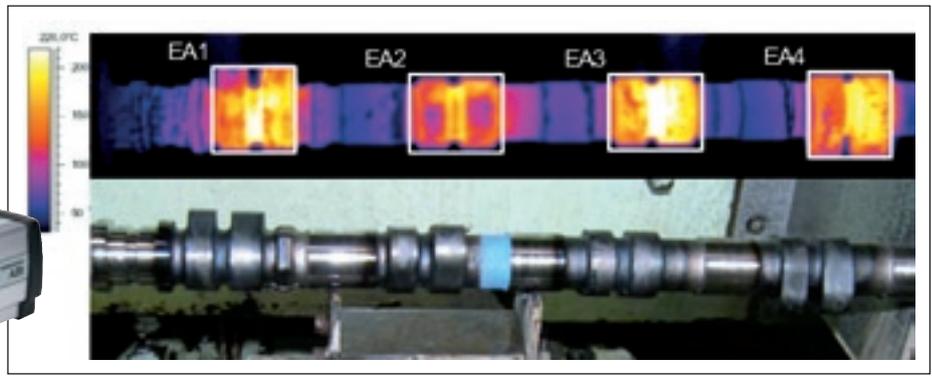
Leder ist ein Naturprodukt und kann Defekte aufweisen. Bei der Verarbeitung werden diese Defekte bearbeitet, so dass sie optisch nicht sichtbar sind. Aktive Thermographie bietet hier die Möglichkeit, unsichtbare Defekte sichtbar zu machen und somit die Qualität des angelieferten Leders zu überprüfen.

### Prüfung von Instrumententafeln

Eine Instrumententafel ist häufig in drei Materiallagen aufgebaut: Träger, Schaumschicht und Kunstlederhaut. Bei der Produktion können im Schaum größere oder kleinere Gaseinschlüsse auftreten. Wird die Instrumententafel durch Sonneneinstrahlung erwärmt, so bilden sich an den Stellen mit Gaseinschlüssen Aufwölbungen in der Kunstlederhaut. Kundenreklamationen mit entsprechenden Kosten und Imageverlust können die Folge sein. Um dies zu vermeiden, ist man im Rahmen der Qualitätskontrolle bemüht, Gaseinschlüsse durch manuelles Abtasten zu finden. Häufig gelingt dies jedoch nicht. Im Gegensatz zur Handabtastung lässt sich mit Thermographischer Bildverarbeitung eine zuverlässige Qualitätskontrolle realisieren. Die Instrumententafel wird hierbei für kurze Zeit mit Wärme beaufschlagt und die Temperaturverteilung auf der Oberfläche gemessen. Im Ergebnisbild werden Gaseinschlüsse deutlich angezeigt.



Moderne Infrarotkameras



Wärmebehandlung von Nockenwellen (oben Temperaturbild mit Auswertungsbereichen)

für den industriellen Bereich.

### Moderne Thermographische Bildverarbeitungssysteme

Die letzten Jahre haben erhebliche Fortschritte sowohl in derameratechnik als auch in der Entwicklung von Soft- und Hardwarekomponenten für die Thermographische Bildverarbeitung mit sich gebracht. So steht heute eine breite Palette an Kameras für alle erdenklichen Einsatzfelder zur Verfügung, angefangen von robusten, nahezu wartungsfreien Systemen für den Dauereinsatz in der Produktion bis hin zu Hochleistungs-Kameras für den F&E-Bereich. Im Hinblick auf Langlebigkeit, Zuverlässigkeit und universelle Einsetzbarkeit entsprechen die Kameras den modernen Standards der industriellen Bildverarbeitung. Da gleichzeitig auch die entsprechende Hard- und Softwareperipherie entwickelt wurde, können heute applikationsspezifische Infrarot-Bildverarbeitungslösungen für unterschiedlichste Anwendungen schnell und kostengünstig realisiert werden. Eine Einbindung in vorhandene Prozesse oder Prüfstände ist problemlos möglich.

Hinsichtlich der Applikationen kann man grob zwischen den Gebieten der Temperatur-Bildverarbeitung und der zerstörungsfreien Prüfung unterscheiden.

### Temperatur-Bildverarbeitung

Die Eigenschaft von kalibrierten Infrarotkameras, Temperaturverteilungen direkt messen zu können, er-

möglicht den Aufbau von Temperatur-Bildverarbeitungssystemen zur optimalen Steuerung von Prozessen, zur

Prüfung der Produktqualität oder für Aufgabenstellungen im F&E-Bereich. Die Vorteile einer flächenhaften Tempera-

turauswertung mit Thermographischer Bildverarbeitung sind dabei offensichtlich:



## Wegweisende Infrarotkameras für Industrie und Wissenschaft



ThermoVision™ SC6000/SC4000-Serie



ThermoVision™ A40



ThermaCAM™ SC640

Als führender Hersteller und Anbieter von Infrarotkameras liefern wir weltweit auf den Bedarf unserer Kunden abgestimmte Lösungen. Unsere Produkte finden Anwendung u. a. in Forschung & Entwicklung, Industrieautomation und zerstörungsfreien Prüfsystemen. Zum Beispiel die für stationäre Dauermessungen geeignete ThermoVision™ A-Kameraserie mit ihren ungekühlten Mikrobolometer-Detektoren. Oder die extrem schnelle und thermisch hochauflösende ThermoVision™ SC6000/SC4000-Serie mit bis zu 640 x 512 Pixeln in verschiedenen Wellenlängenbereichen. Und natürlich unser Allroundtalent, die ThermaCAM™ SC640 mit 640 x 480 Pixeln und ihrem neuartigen und ergonomischen Design. Nutzen Sie die Kompetenz des Marktführers und sprechen Sie mit uns.

Wir beraten Sie gerne:

**FLIR Systems GmbH**  
 Berner Strasse 81  
 D-60437 Frankfurt am Main  
 Tel.: 069 / 95 00 90-0  
 Fax: 069 / 95 00 90-40  
 E-mail: info@flir.de  
 www.flir.de

**Hannover Messe 16.-20. April 2007**  
**Halle 16 Stand E31**

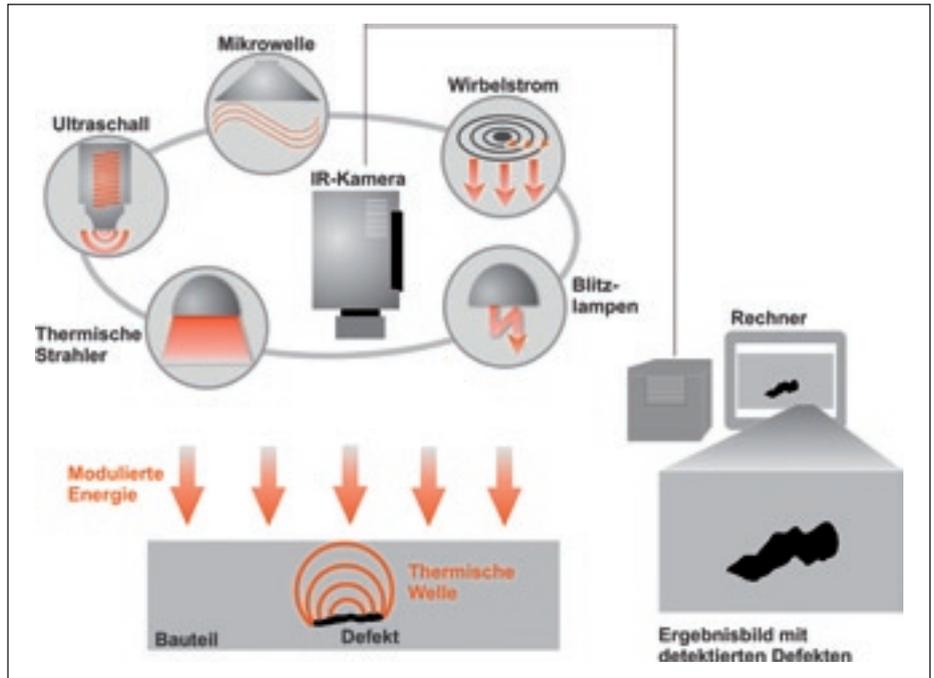
- Berührungslos und damit Rückwirkungs-frei
- Hohe geometrische Auflösung: Bei einer Kamera mit 320 x 240 Pixeln werden z.B. über 76.000 Temperatur-Messpunkte auf dem Objekt gleichzeitig erfasst
- Hohe thermische Auflösung (wenige mK) und Genauigkeit
- Eignung für schnell ablaufende Prozesse (im ms-Bereich) und Messung an bewegten Objekten
- Hohe Objekttemperaturen bis zu 2.000 °C sind messbar
- Messung an gefährlichen oder schwer zugänglichen Stellen

Gerade im Bereich der Automobil- und Zulieferindustrie spielt die Temperatur bei vielen Prozessen eine entscheidende Rolle oder ist ein Indikator für die Produktqualität. Die Bandbreite der in der Produktion bereits realisierten Applikationen reicht von der Überwachung von Temperaturverteilungen in Druckgussformen oder beim Thermoforming bis hin zur Prüfung von Sitz- und Heckscheibenheizungen und der Kontrolle von elektronischen Bauteilen. Auch bei der Wärmebehandlung von metallischen Bauteilen kommt die thermographische Bildverarbeitung zum Einsatz, um das für den Prozess optimale Temperaturfenster einzuhalten.

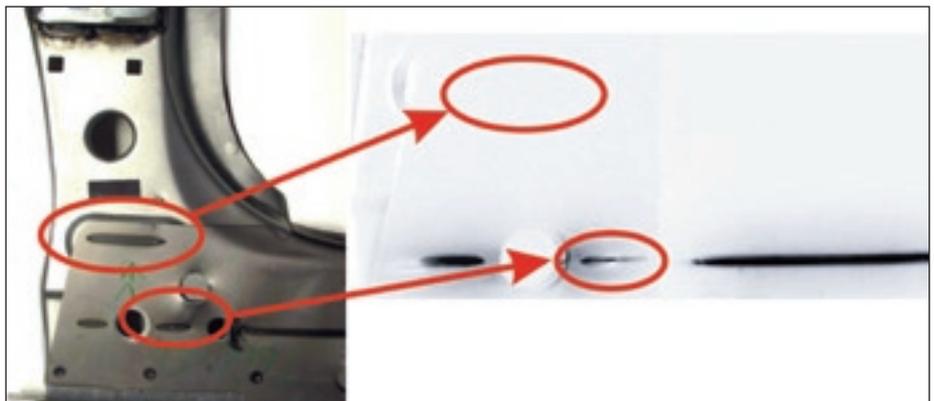
Neben dem Inline-Einsatz in der Produktion finden sich zahlreiche Anwendungen für die Temperatur-Bildverarbeitung im F&E-Bereich. Diese umfassen insbesondere die Untersuchung des thermischen Verhaltens von Bauteilen, die sich im Betrieb erwärmen (z. B. Motoren, Turbolader, Katalysatoren). Ein Beispiel ist der Einsatz bei Prüfstandsversuchen an Reifen, um die Temperaturentwicklung in Abhängigkeit vom Belastungszustand und Reifendruck zu ermitteln.

**Zerstörungsfreie Prüfung**

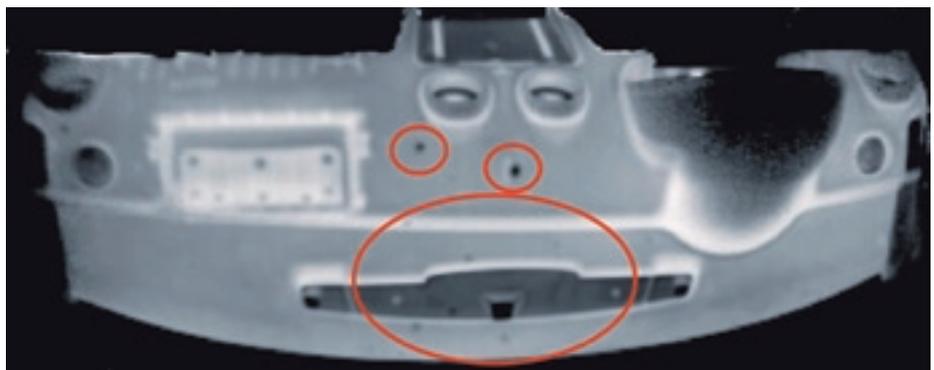
Ein weiteres Einsatzgebiet der Thermografischen Bildverarbeitung ist die Zer-



Zerstörungsfreie Prüfung mit Thermografischer Bildverarbeitung: Messprinzip



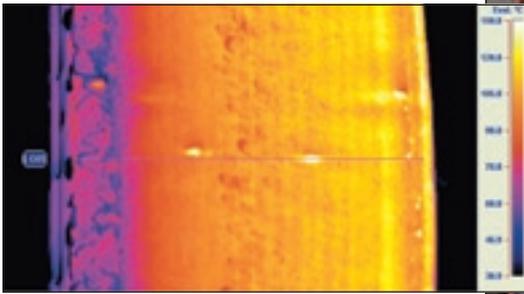
Inspektion eines lasergeschweißten Kfz-Bauteils mit aktiver Thermographie. Rot markierte Bereiche: Vollständige oder teilweise Anbindungsfehler.



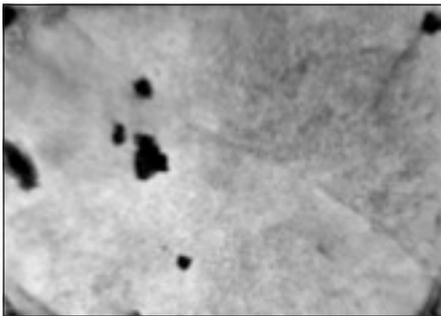
Prüfung von Instrumententafeln: Ergebnisbild mit markierten Gaseinschlüssen

störungsfreie Prüfung. Die hierbei eingesetzten Methoden rufen im Allgemeinen durch Beaufschlagung mit pulsformiger Energie (Puls-Thermographie) oder mit harmonisch modulierter Energie (Lockin-Thermographie) im Messobjekt einen Wärmefluss hervor, man spricht auch von aktiver Thermographie. Die Ausbrei-

tung der Wärme im Messobjekt hat Auswirkungen auf die Temperaturentwicklung an der Oberfläche. Zeichnet man die zeitliche Entwicklung der Oberflächentemperatur als Bildfolge mit einer Infrarotkamera auf, so kann durch mathematische Analyse ein Bild berechnet werden, das Defekte und, abhängig von



Messung der Temperaturverteilung bei Prüfstandsversuchen an Reifen



Leder: Unsichtbare Reparaturstellen werden durch aktive Thermographie deutlich angezeigt

dem eingesetzten Verfahren, die innere Bauteilstruktur zeigt.

Die bekannten Verfahren der aktiven Thermographie unterscheiden sich im Wesentlichen durch die verwendeten Energiequellen, die Art der Energieeinbringung und die nachgeschaltete Analytik. Hieraus resultieren unterschiedliche Stärken und Schwächen, die die Eignung der Verfahren für unterschiedliche Applikationen bestimmen.

Die aktiven thermischen Messverfahren wurden erst in jüngster Zeit entwickelt. Sie gewinnen jedoch gerade im Automobilbereich zunehmend an Bedeutung:

- Berührungsfreie, großflächige und schnelle Messung. Das Messergebnis

wird als Bild dargestellt und erlaubt eine schnelle Auswertung.

- Unterstützung der Einführung neuer Werkstoffe, z.B. Faserverbundwerkstoffe oder Faserkeramiken, auch in die Produktion von Serienprodukten. Gegenüber anderen Prüfverfahren bietet die aktive Thermographie hier teilweise deutliche Vorteile.
- Unterstützung der Einführung neuer Fertigungs- und Fügeverfahren, z.B. Laserschweißen oder Laserlöten, in die Produktion. Auch hier bietet die aktive Thermographie teils deutliche Vorteile oder macht eine zerstörungsfreie Prüfung erst möglich.

Vielfältige Anwendungen für die zerstörungsfreie Prüfung mit aktiver Thermographie finden sich inzwischen sowohl in der Produktion, als auch im F&E-Bereich. Auch hier gilt, dass erst ein Bruchteil der möglichen Applikationen erschlossen ist.

► Autor  
**Michael Wandelt,**  
 Geschäftsführer,  
 AT-Automation Technology



AT-Automation Technology, Trittau  
 Tel.: 04154/9898-0  
 Fax: 04154/9898-20  
 info@automationtechnology.de  
 www.automationtechnology.de

# DIRECT MAIL



mit dem  
**GIT VERLAG**



Ljubica Andrijevic

TeL. +49 61 51/80 90-109  
 Fax +49 61 51/80 90-210  
 l.andrijevic@gitverlag.com



Susanne Lappert  
 (Leitung EDV)

TeL. +49 61 51/80 90-117  
 Fax +49 61 51/80 90-210  
 s.lappert@gitverlag.com

Die richtigen Ansprechpartner für Ihre Produkte erreichen Sie mit uns. Egal ob Sie in der Industrie, an Hochschulen oder in Krankenhäusern werben wollen – wir haben den richtigen Kontakt für Sie. Unser regelmäßiger Zeitschriftenversand garantiert einen aktuellen Adressenbestand.

Wählen Sie aus...  
 113 Wirtschaftszweigen  
 41 Berufen  
 56 Positionen  
 156 Interessengebieten

Keine Zeit für große Mailing-Aktionen?

1. Wählen Sie Ihre Zielgruppe aus oder lassen Sie sich von uns beraten.
2. Sie liefern uns Briefpapier, Flyer, Umschläge – oder wir drucken für Sie.
3. Wir falzen, kuvertieren, adressieren, frankieren und liefern postoptimiert ein.

Rufen Sie uns an – wir erledigen das komplette follow up, schnell und zuverlässig.

Natürlich können Sie Ihr Direct Mail-Angebot auch über das Internet anfordern. Unser Angebot erreicht Sie umgehend.

[www.gitverlag.com/go/directmail](http://www.gitverlag.com/go/directmail)



**GIT VERLAG**  
 A Wiley Company  
 www.gitverlag.com

# ... und action!

## Berührungslose Vermessung der Radbewegung am fahrenden Fahrzeug

Im Zuge der Entwicklung eines Serienfahrzeugs sind umfangreiche Untersuchungen am Fahrwerk erforderlich, damit ein neues Modell auch in Extremsituationen über beste Fahreigenschaften verfügt. Dabei werden verschiedene Fragen geklärt: Wie groß muss der Radkasten eines Fahrzeugs mindestens sein, um genügend Raum für Radbewegungen zu bieten bzw. wird unnötiger Bauraum verschenkt? Und wie verhält sich das Rad in Extremsituationen oder auf Schlechtwegen?



Unter dem Namen WheelWatch bietet die Braunschweiger Firma Aicon 3D Systems ein optisches Messverfahren zur berührungslosen Hochgeschwindigkeitsmessung am fahrenden Fahrzeug bis 250 km/h an, das mit der jetzt vorgestellten neuen Generation der Hochgeschwindigkeitskamera TraceCam F zur Serienreife gebracht worden ist. Dr.-Ing. Werner Bösemann, Aicon Geschäftsführer, berichtet: „Bei der Untersuchung der Radbewegung werden häufig noch mechanische Sensoren eingesetzt, die aufwändig zu handhaben sind und das Fahrverhalten beeinflussen können. Unser optisches Messsystem WheelWatch hingegen verzichtet gänzlich auf eine mechanische Kopplung des Rades. Die kompakt gebaute TraceCam F Kamera ist

schnell montiert und verfügt über ein geringes Eigengewicht. Zudem sind die Fahrversuche mit WheelWatch wesentlich effizienter und die Messergebnisse genauer als bei den herkömmlichen Verfahren.“ Im Einsatz bewährt hat sich das Messsystem unter anderem bereits bei DaimlerChrysler in Sindelfingen.

### Hochgeschwindigkeitskamera TraceCam F

Zentrale Komponente des optischen Messsystems WheelWatch ist die weiterentwickelte Hochgeschwindigkeitskamera TraceCam F mit einem Highspeed CMOS-Sensor mit 1.280 x 1.024 Pixeln, einem verzeichnungsfreien Messobjektiv (f=10 mm) und einem FPGA (Field

Programmable Gate Array) Bildauswerteprozessor. Durch die integrierte Bildauswertetechnik entfällt die Speicherung der Bilddaten vollständig – und damit auch die sonst bei Hochgeschwindigkeitskameras übliche zeitliche Begrenzung der Versuchsdauer. Einem ausgedehnten Fahrversuch steht also nichts im Wege.

Ausgestattet mit einem Hochleistungsblitz bietet die Kamera die für Hochgeschwindigkeitsversuche erforderlichen extrem kurzen Belichtungszeiten im Mikrosekundenbereich ( $\geq 10 \mu\text{s}$ ) und verfügt zudem über die für Fahrversuche notwendige Robustheit und Langzeitstabilität.

Sie liefert mit einer Frequenz von 485 Hz Daten zur Überprüfung und Optimierung der statischen und dynamischen Fahrwerkparameter, wobei beliebig viele Punkte innerhalb der dynamischen Vor-

▼ Fahrzeug mit angebrachtem CFK Radadapter, codierten Messmarken und TraceCam F Hochgeschwindigkeitskamera



▲ Bereit für den Fahrversuch: Montiertes WheelWatch Messsystem



gänge aufgenommen werden können. Die Möglichkeit zur externen Triggerung gewährleistet eine zeitsynchrone Verknüpfung mehrerer Kameras untereinander oder mit anderen Sensoren. Durch das neue TraceCam F Messobjektiv beträgt der Abstand zwischen Kamera und Karosserie weniger als 500 mm.

TraceCam F wird über eine Standard-Netzwerkverbindung mit dem Auswerterechner im Fahrzeug verbunden (hier genügt ein Notebook). Die Stromversorgung erfolgt im Fahrversuch über das 12 V Bordnetz.

### Funktionsprinzip

Zur Vermessung der Radbewegungen wird je Rad eine Kamera so angebracht, dass sie gleichzeitig den Kotflügel sowie das zu vermessende Rad erfasst. Speziell codierte Messmarken an der Karosserie markieren das Fahrzeugkoordinatensystem, das Rad wird mit einem Adapter in Leichtbauweise signalisiert.

Die Position der Kamera zum Fahrzeug braucht nicht stabil zu sein, da WheelWatch sich selbst im Messtakt zum Fahrzeug referenziert. So werden die aus der Relativbewegung von Rad zu Kotflügel abgeleiteten Messwerte direkt im Fahrzeugkoordinatensystem geliefert. Bewegungen der Kamera beeinflussen daher – im Gegensatz zu anderen Systemen zur Radstandsmessung – die Messergebnisse nicht.

Start und Stopp der Messfrequenz löst der Fahrer selbst aus, weitere Interaktionen mit dem System sind nicht notwendig. Sobald das Startsignal ausgelöst wird, erfassen die Hochgeschwindigkeitskameras dynamische Vorgänge ohne Zeitbegrenzung mit einer Frequenz bis zu 485Hz.

Die Messbilder werden im Sensor ausgewertet und die digitalen Daten in Echtzeit an das Notebook gesendet. Die Ergebnisse wie Position, Winkel und Trajektorien stehen bereits kurz nach der Aufnahme zur Verfügung. WheelWatch liefert alle sechs Freiheitsgrade der Radbewegung absolut im Fahrzeugkoordinatensystem.

Die Entwicklung von WheelWatch erfolgte in enger Kooperation mit DaimlerChrysler in Ulm und weiteren Anwendern aus der Automobilindustrie, deren Anforderungen direkt umgesetzt wurden. Dadurch bietet WheelWatch bei der Anwendung folgende Vorteile:

#### Kurze Montagezeiten

Das System lässt sich schnell und einfach am Fahrzeug montieren, ohne dass aufwändige Hilfsmittel wie eine Hebebühne



▲ Aicons WheelWatch basiert auf dem TraceCam F Kamerasystem, das ohne mechanische Kopplung mit dem Rad arbeitet

o.ä. erforderlich sind. Für die vollständige Instrumentierung eines Fahrzeugs mit vier TraceCam F Kameras, Montagegeräten, Radadapter, Einmessung, Kalibrierung sowie Referenzierung zum Fahrzeugkoordinatensystem benötigt der Anwender weniger als eine Stunde. Dann ist WheelWatch messbereit.

#### Hohe Messgenauigkeit

Mit WheelWatch lassen sich Radbewegungen eines fahrenden Fahrzeugs bis zu einer Geschwindigkeit von 250 km/h messen. Dabei können auch extreme Fahrmanöver überwacht werden. Die Positionsgenauigkeit liegt bei ca.  $\pm 0,1$  mm, die Winkelgenauigkeit bei ca.  $+ 0,015^\circ$ .

#### Gleichzeitiger Einsatz an mehreren Achsen

Das WheelWatch System kann mit anderen Messaufnehmern synchronisiert werden. Zusätzlich wird jeder einzelne Messwert mit einem digitalen Zeitstempel gekennzeichnet. So ist der Einsatz an mehreren Achsen und mit anderen Messsensoren möglich.

#### Keine mechanische Kopplung zum Rad

WheelWatch ist ein optisches Messsystem und benötigt keine mechanische Kopplung mit dem Rad. Das Fahrverhalten wird nicht durch die Messausrüstung beeinflusst, und der Lenkwinkel wird nicht beschränkt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren besteht nicht das Risiko der Messwertverfälschung durch die mechanische Kopplung Sensor – Rad.

#### Geringes Gewicht

WheelWatch benötigt keine schweren Auswerteeinheiten, Batterien oder Controller, die das Fahrverhalten beeinflussen können. Die Anforderungen an den Montagerahmen hinsichtlich seiner Festigkeit sind gering. Deshalb haben weder sein Gewicht noch das geringe Kameragewicht einen Einfluss auf das Fahrverhalten.



▲ WheelWatch Systemkomponenten: Die Montage erfolgt in wenigen Schritten

### Integration in Prüfstände

WheelWatch ist ebenso für die Integration in einen Fahrzeugprüfstand konzipiert. Die synchrone Datenerfassung aller TraceCam F Kameras zusammen mit anderen Sensoren gewährleistet eine taktgleiche Messwertaufnahme für alle Räder. Alle Messdaten werden in WheelWatch digital gespeichert und in Echtzeit über eine Anlogschnittstelle den übergeordneten Steuerrechnern zur Verfügung gestellt. Der optionale Aicon Data Router erlaubt via TCP/IP die Steuerung aller WheelWatch Funktionen von einem zentralen Prüfstandsrechner aus. WheelWatch lässt sich so problemlos in eine bereits vorhandene Prüfstandstechnologie und Datenerfassungsumgebung integrieren.

### Anwendungen in der dynamischen Bewegungsanalyse

Durch das berührungslos arbeitende Messprinzip, die kompakte Bauweise und das geringe Eigengewicht der TraceCam F Kamera ist das WheelWatch Messverfahren auch für viele andere Anwendungsbereiche hervorragend geeignet. Typische Einsatzgebiete sind Bahnvermessung von Robotern, Türschlagversuche, dynamische Erfassung von Motorbewegungen oder Anwendungen in der Maschinenkontrolle.

► Autor  
Dipl.-Ing. Günter Suilmann  
Aicon 3D Systems GmbH, Braunschweig  
Tel.: 0531/58000-70  
Fax: 0531/58000-60  
guenter.suilmann@aicon.de  
www.aicon.de

# Unendliche Möglichkeiten im Fokus

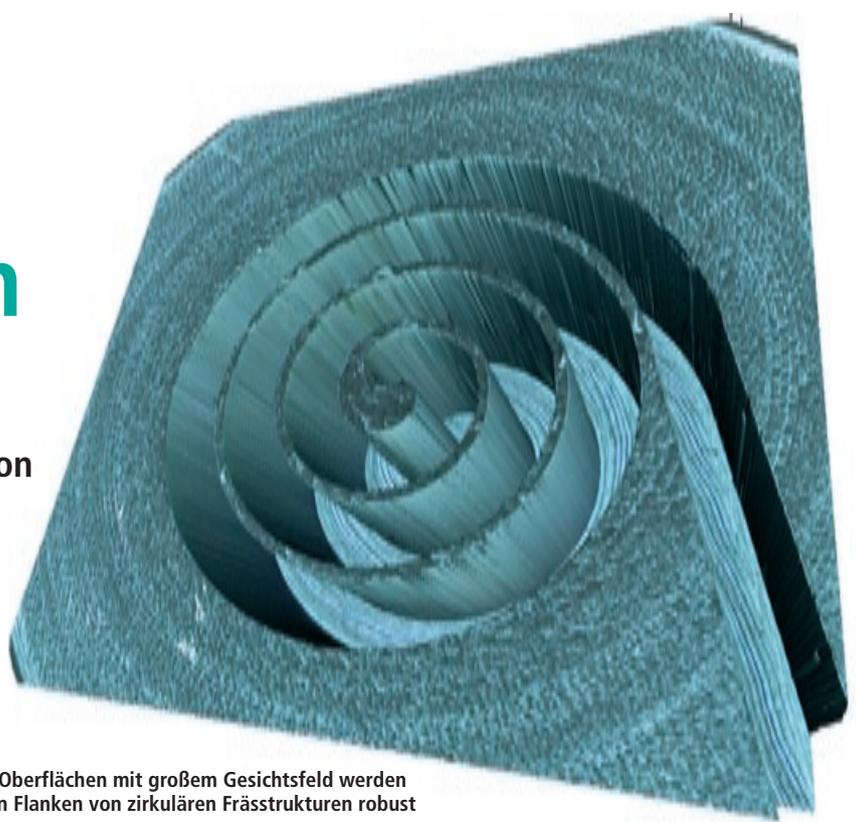
## Qualitätskontrolle mit Fokus-Variation jetzt auch Inline in der Produktion

Es kann nie schnell und genau genug sein – der Ruf nach robuster Qualitätssicherung mit flexiblen Messsystemen wird immer lauter. Die vielen Vorteile, die optische Messinstrumente mit sich bringen, sind der Industrie wohl bekannt. Mit der neuen Version des optischen 3D Messgerätes „InfiniteFocus“ steht nun ein System zur Verfügung, das selbst bei Oberflächen mit steilen Flanken und starken Spiegelungen robuste Messergebnisse erzielt. Neu entwickelte Messsensoren ermöglichen den unkomplizierten Einsatz des Systems zur Inline-Kontrolle. Praktisch jede Oberfläche mit einer Mindestrauheit von nur wenigen Nanometern kann gemessen werden.

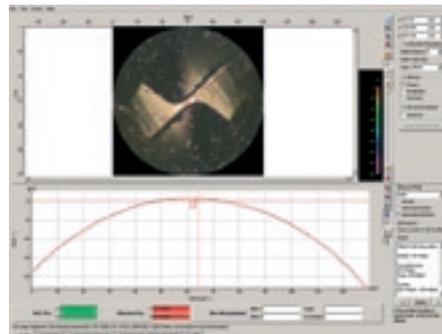
Die Industrie stellt in Sachen Oberflächenmessung hohe Anforderungen hinsichtlich Genauigkeit, Geschwindigkeit und Inline-Einsatzmöglichkeiten, die trotz der Fortschritte in der optischen Messtechnik von herkömmlichen Verfahren kaum zu erfüllen sind. Mit einer neuen Version des optischen Messgerätes InfiniteFocus, das international bereits erfolgreich zur Qualitätssicherung vorwiegend im Labor eingesetzt wird, stellt Alicona Imaging nun ein Messsystem zur Verfügung, das diesen Forderungen nachkommt. Messungen erzielen selbst bei Oberflächen mit steilen Flanken und komplexen Reflexionsmustern eine vertikale Auflösung von bis zu 10nm. Der Einsatz von InfiniteFocus kann maßgeblich dazu beitragen, der Umsetzung von Null-Fehler-Konzepten in der Produktion deutlich näher zu kommen.

### Das Verfahren der Fokus-Variation

Die Messleistungen von InfiniteFocus basieren auf dem Verfahren der Fokus-Variation. Die geringe Schärfentiefe einer Optik wird genutzt um die Tiefeninformation einer Probe zu gewinnen. Dabei wird nicht nur topographische sondern auch die dazu registrierte Farb-Information einer Probenoberfläche gewonnen. Dies bringt enorme Vorteile und eröffnet



Auch bei Oberflächen mit großem Gesichtsfeld werden die steilen Flanken von zirkulären Frässtrukturen robust gemessen



Die spiegelnde Topographie der Bohrerspitze mit den steilen Flanken wird schnell und in höchster Genauigkeit gemessen

dem Anwender völlig neue Applikationen.

Die Messergebnisse des optischen Systems entsprechen internationalen ISO Normen, obgleich diese Normen bis dato nur auf taktile Verfahren und die daraus resultierenden Messungen beschränkt waren. Die aktuelle ISO Norm 25178, die 2007 veröffentlicht wird, umfasst neben taktilem erstmals auch optische Verfahren und daraus resultierende Parameter zur Interpretation der Ergebnisse. Alicona Imaging spielte als aktives Mitglied des entsprechenden ISO Komitees bei der Definition und Erstellung dieser Norm eine maßgebliche Rolle. Die Fokus-Variation wird in ISO 25178 als eigenständiges optisches Messverfahren beschrieben sein.

### Einsatz als Inline-Messsystem

Zurzeit wird InfiniteFocus hauptsächlich zu Oberflächenmessungen im Mikro- und Nanobereich für Anwendungen im Labor eingesetzt. Neue Entwicklungen erlauben

jetzt auch den unkomplizierten Einsatz der Fokus-Variation zur Inline-Kontrolle. Die mechanischen Hauptkomponenten von InfiniteFocus als Laborgerät sind eine von einander getrennte Optik und hochpräzise Z-Motorisierung. Bei der neuen Version des Messsystems sind diese beiden Komponenten in einem Sensor integriert. Damit wird die doppelte Geschwindigkeit und eine Auflösungsdynamik von 1:200.000 auch über große Messbereiche erreicht. Je nach Applikation wird eine Reihe von Sensoren angeboten, die ebenso wie das Laborsystem auf dem Verfahren der Fokus-Variation beruhen und Messungen mit einer Präzision von bis zu 10nm vertikaler Auflösung erzielen. Diese Genauigkeit wird auch bei der Messung von relativ großen Bauteilen erreicht.

### InfiniteFocus in der Industrie

Das optische 3D Messsystem wird überall dort eingesetzt, wo es gilt, Oberflächen robust, genau, flächendeckend und schnell im Mikro- und Nanobereich zu messen. Ob es sich nun um Schweißpunktkontrolle, Präzisionsfertigung und Feinwerktechnik, Applikationen in der Metallverarbeitung, im Maschinenbau, im High-Tech Formenbau für serienreife Spritzwerkzeuge, in der Qualitätssicherung in der zerspanenden Industrie, der Medizintechnik oder Anwendungen in der Papier- und Druckindustrie handelt – das Einsatzgebiet von InfiniteFocus zur Oberflächenkontrolle ist nahezu unbegrenzt. Sobald eine Mindestrauheit von 10 nm gegeben ist, erzielt das Messsystem auch über große Scanbereiche hochgenaue und rückführbare Ergebnisse.

## Optische Schweißpunktkontrolle

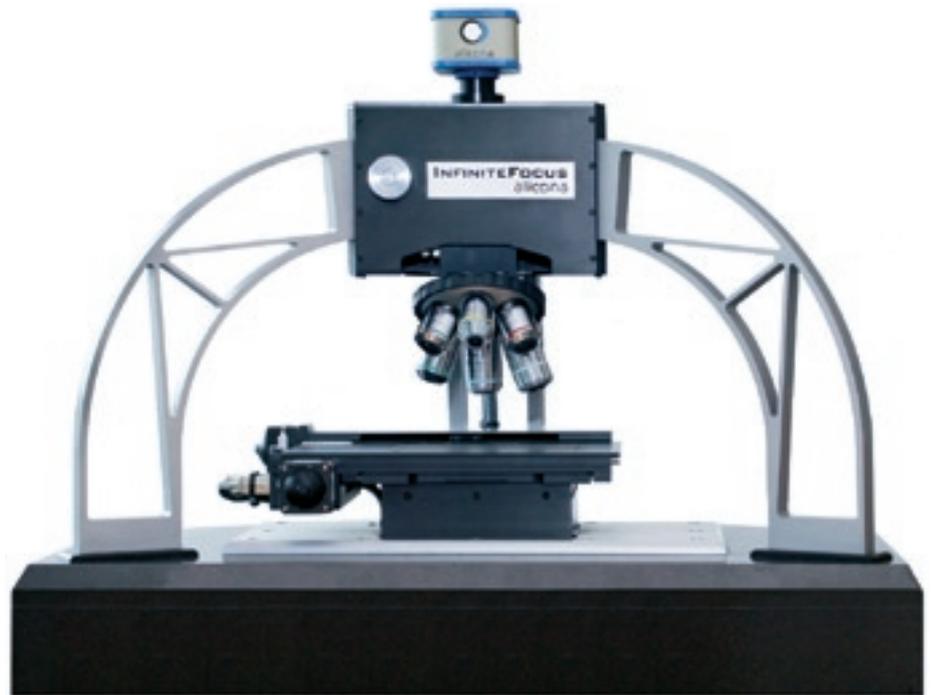
Laserstrahlschweißung wird üblicherweise aufgrund der hochfesten Schweißverbindung, kleiner Nahtbreite und qualitativ hochwertigen Schweißnähten ohne Versprödungserscheinungen eingesetzt. Die Prüfung und Bewertung der Schweißpunkte bzw. ihre automatische Klassifikation in IO- und NIO-Teile in der Produktion erspart teure und aufwendige Nacharbeit. Zur Erstellung der einzelnen Klassen müssen vorab eine Reihe von Parametern erstellt bzw. gemessen werden. Voraussetzung dafür sind ganz bestimmte Messleistungen, die InfiniteFocus zu 100% erfüllt. Dazu gehört z.B. die dichte und robuste Messung von steilen Flanken und stark reflektierenden Oberflächenbereichen. Ebenso müssen Parameter wie die Verzunderung evaluiert werden, die von InfiniteFocus in 3D kombiniert mit der vollständigen Farbinformation gemessen wird. Die Kombination der Messdaten mit der dazugehörigen Farbinformation ist dabei eine wichtige Voraussetzung, da nur dadurch die Lokalisierung und die unmittelbare topographische Erfassung von Verzunderungen ermöglicht wird. Darüber hinaus wird InfiniteFocus zur 3D Messung der Pins und Pads eingesetzt. Die Messmöglichkeiten, die mit der Anwendung der Fokus-Variation geboten werden, liefern einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung von Schweißvorgängen.

## Qualitätssicherung von Dreh- und Fräsprozessen

Das optische System wird für die hochgenaue Messung kritischer Geometrien von Präzisionswerkzeugen eingesetzt. Gerade im Form- und Werkzeugbau ist sowohl die Qualitätskontrolle des Werkzeugs selbst als auch die Oberflächenkontrolle des (meist) zerspannten oder gefrästen Bauteils unerlässlich. Auch über große Gesichtsfelder, also bei Oberflächen mit großen lateralen und vertikalen Scanbereichen,



3D Darstellung eines Schweißpunktes in Echtfarbandarstellung



Optisches 3D Messgerät InfiniteFocus zur Oberflächenberechnung im Mikro- und Nanobereich

werden Geometrien wie zirkuläre Frässtrukturen oder Werkzeugspitzen und Kanten robust gemessen.

Ein Qualitätsindikator zur Beurteilung der Fertigungsqualität von auf CAD Modellen basierenden Bauteilen ist die Messung ihrer Fertigungstoleranzen. Es gilt festzustellen, ob gemessene Werte innerhalb der Zeichnungstoleranzen liegen. InfiniteFocus bietet die Möglichkeit, verschiedene 3D Modelle zueinander zu registrieren um auf diese Weise die Differenz zwischen den Soll- und Ist Werten zu messen. Auch die Verschleißanalyse gehört zu den grundlegendsten Untersuchungen in der zerspanenden Industrie, da sie Aufschluss über Qualitätsindika-

toren wie Schnittgeschwindigkeit, Schneideigenschaften und Standzeiten geben.

Die Messung von Flankenwinkeln auf Fräterspitzen ist ein weiteres Beispiel zur Qualitätssicherung in der zerspanenden Industrie. Fräterspitzen mit Flankenwinkeln an die 80° können mit InfiniteFocus robust gemessen werden. Dasselbe gilt für die Messung von Oberflächendetails wie den Riefen eines gefrästen Bauteils.

## Hochgenaue Oberflächenmessung von Mikrozahlrädern

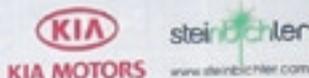
Ein weiteres typisches Anwendungsgebiet von InfiniteFocus ist die Messung und Überprüfung von Mikrozahlrädern. Diese sind meistens aus Kunststoff oder Metall gefertigt und weisen Durchmesser von bis zu unter einem Millimeter auf. Ein wesentliches Erfordernis für die Messung solcher Zahnräder ist die Kapazität, auch an steilen Flanken wie z. B. den Zähnen eines Mikrozahlrades robust und innerhalb von Sekunden zu messen. Die Anwendung von unterschiedlichen Analyse-Methoden ermöglicht zudem die Bestimmung wichtiger Parameter des Zahnrades. Dazu zählt u. a. der Innen- und Außendurchmesser, der Flankenwinkel oder der Winkel eines schräg verzahnten Zahnrades.

► **Autorin**  
 Mag. Astrid Krenn  
 Alicona Imaging GmbH  
 Grambach/Graz/Österreich  
 Tel.: +43/316/4000-770  
 astrid.krenn@alicono.com  
 www.alicono.com

# Virtueller Abziehstein

Oberflächenfehlerdetektion im Presswerk  
und Karosseriebau

Optical Surface Inspection System



ABIS II Offline-Anlage bei KIA Motors Slovakia in Zilina

Im Automobilbau wird nach wie vor mit großem Aufwand die Oberflächenprüfung von Rohkarossen und Karosserieteilen durchgeführt. Fehler wie Dellen, Beulen, Welligkeiten, Einfallstellen, Einschnürungen und Risse können von erfahrenen Prüfern visuell und taktil gefunden und anschließend ausgebessert werden. Problematisch sind hierbei zum einen Oberflächenfehler, die aufgrund ihres geringen Ausmaßes nicht erkannt oder bei der Prüfung übersehen werden, und zum anderen die subjektive Beurteilung unterschiedlicher Auditoren. Nach weiteren Verarbeitungsschritten, wie dem Lackieren, sind diese Fehler jedoch deutlich sichtbar und somit für die Qualitätskontrolle relevant, d.h. sie würden vom Kunden bemängelt werden. Es ergibt sich ein deutliches Kostenreduktionspotential, wenn die unsichtbaren, aber qualitätsrelevanten Fehler möglichst frühzeitig lokalisiert werden.

Das ABIS II Oberflächeninspektionssystem (ABIS = Automatic Body Inspection System) wurde zur objektiven Detektion und Klassifikation von Fehlern auf nicht glänzenden Oberflächen (z. B. Rohblech, Body-in-White, KTL-Lack) konzipiert.

Die robuste Ausführung des ABIS II - Sensors in einem gekapselten Aluminiumgehäuse gewährleistet sowohl bei typischen Beschleunigungsbelastungen im Robotereinsatz als auch bei fertigungsnahen Umgebungsbedingungen (Vibrationen, Hallenlicht, Temperatur etc.) die sichere Messdatenaufnahme. Das Sen-

sorkonzept basiert auf der sog. Projected-Fringes-Technik, bei der ein periodisches Gitter auf das Objekt projiziert wird und das Streifenmuster von einer senkrecht zur Oberfläche stehenden Digitalkamera erfasst wird.

## Bildaufnahme in der Bewegung

Durch die Anwendung der 1-Bild Technik wird eine extrem kurze Bildaufnahmezeit von 0,1 Millisekunden sichergestellt, so dass Vibrationen und Umgebungslicht,



Demo-Offline-Anlage bei Steinbichler in Neubeuern: Bedienpult mit Touchscreen und Visualisierungsbildschirm

wie sie im Fertigungsprozess in den Werkshallen immer vorhanden sind, völlig vernachlässigbar sind. Ferner kann die Bildaufnahme mit einem sich in Be-



ABIS II Offline Anlage bei Audi Ingolstadt

wegung befindenden Roboter durchgeführt werden, ein stoppfreier, kontinuierlicher Bahnverlauf über das Messobjekt ist somit möglich. Ein Autodach kann mit ca. 36 Aufnahmen in weniger als 20 Sekunden optisch erfasst werden. Die dabei

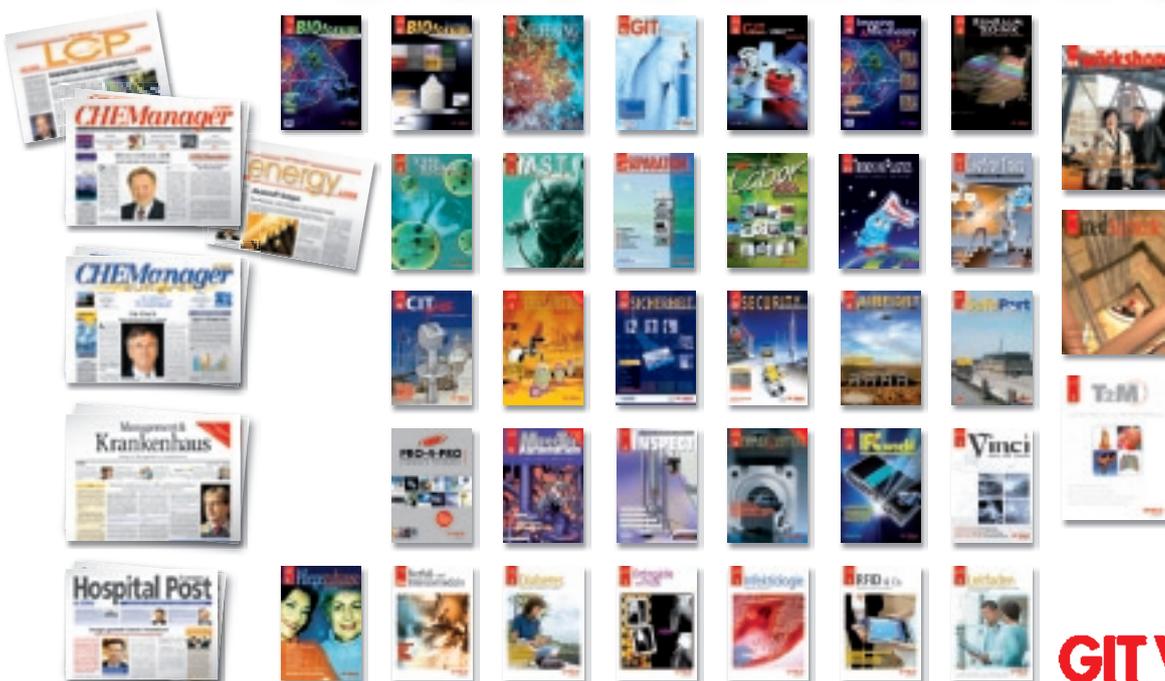
eingesetzte Blitzlichtlampe hat eine sehr hohe Lebensdauer, womit ein äußerst geringer Wartungsaufwand gewährleistet wird. Die Bedienung eines Offline-Systems ist durch Nutzung eines Touchscreens auch mit Schutzhandschuhen

(wie sie im Presswerk getragen werden müssen) problemlos möglich. Bei der Konzeption der Anlagen wird anhand der zu vermessenden Bauteile die Position und Größe des Roboters mithilfe von Simulationen bestimmt. Der Roboter kann sowohl stehend auf einer Säule oder hängend montiert sein. In beiden Fällen wird das Bauteil auf einen Tisch abgelegt und der Prüfer wählt zum Start der Messung dann am Bildschirm das Bauteil aus. Die Lage des Bauteils auf dem Tisch wird mit Hilfe eines optischen Lageerkennungssystems bestimmt und dementsprechend die Roboterbahn korrigiert (Transformation des Roboterkoordinatensystems).

### Integrierte Klassifikation

Die integrierte Klassifikation der Oberflächenfehler ist ein essentieller Bestandteil der Datenauswertung, um in den nachgelagerten Entscheidungsprozessen die entsprechenden Qualitätskriterien automatisch anwenden zu können. Die ABIS Analysis -Systemsoftware ermöglicht die Bildung von Fehlermerkmalen und daraus resultierenden Audit-Werten, die von Auditoren entsprechend der kundenspezifischen Produktqualität einstellbar sind.

# Gut sortiert



Fordern Sie ein kostenloses Probeexemplar an!

**GIT VERLAG**  
A Wiley Company  
www.gitverlag.com



ERFOLG DURCH QUALITÄT



**21. Control**  
Die internationale Fachmesse  
für Qualitätssicherung

**8. – 11. Mai 2007**  
**Messe Sinsheim**

**Ausstellungsschwerpunkte:**

- Messtechnik
- Werkstoffprüfung
- Analysegeräte
- Optoelektronik
- QS-Systeme
- Organisationen
- Industrielle Bildverarbeitung

Fachseminare und Aussteller-Forum:  
Themenübersicht finden Sie im Internet unter  
[www.control-messe.de](http://www.control-messe.de)

Veranstalter:



**P.E. Schall GmbH**  
Messeunternehmen  
Gustav-Werner-Straße 6  
D - 72636 Frickenhausen

Tel. +49 7025 9206 - 0  
Fax +49 7025 9206 - 620

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

Mitglied in den  
Fachverbänden:

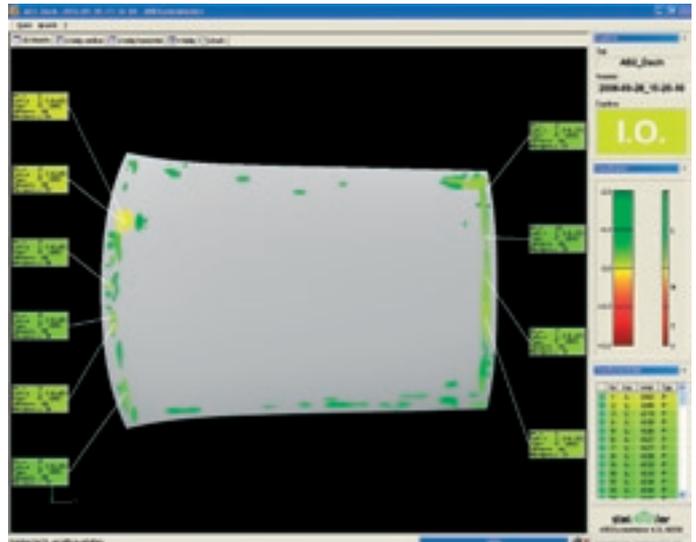


Veranstaltungsort:

**Messe Sinsheim GmbH**  
Messe- und  
Kongresszentrum

Neulandstraße 30  
D - 74889 Sinsheim

CONTROL



Die gefundenen und klassifizierten Oberflächendefekte werden am Monitor auf der CAD Darstellung des Bauteils farblich gekennzeichnet

Nicht jeder gefundene Defekt ist relevant und muss nachgebessert werden. Ferner wird bei Produktionsbeginn oftmals eine höhere Fehlertoleranz gestattet, d.h. das Qualitätsziel ändert sich mit der Produktionszeit (Floating Audit). Die gefundenen und klassifizierten Oberflächendefekte werden am Monitor auf der CAD Darstellung des Bauteils farblich gekennzeichnet und mit einem Audit-Wert quantitativ bewertet. Für die qualitative Bewertung steht die Möglichkeit der texturierten Darstellung der Oberflächenfehler zur Verfügung, die dem klassisch abgezogenen Bauteil entspricht. Die hohe Mess- und Datenverarbeitungsgeschwindigkeit ermöglicht den Einsatz in der Serienfertigung. Die Auswertzeit kann aufgrund der Skalierbarkeit des Systems den Kundenanforderungen angepasst werden, d.h. zusätzliche Rechenleistung verkürzt die Auswertzeit.

**Signifikante Kostenreduktion**

Der Einsatz des ABIS II - Inspektionssystems in den ersten Stufen der Prozesskette (z.B. im Presswerk) ermöglicht eine signifikante Kostenreduktion in der Qualitätssicherung, da aufwändige Nacharbeiten oder Ausschuss vermieden werden können. Zusätzlich kann über entsprechende Fehlerstatistiken (Trendanalysen) die Verbesserung des Prozesses (z.B. Optimierung im Werkzeug) und der Einfluss von Materialänderungen, z.B. bei einem Zuliefererwechsel, dokumentiert werden.

► **Autor**

Dipl.-Phys. MBM Hubert Lechner,  
Steinbichler Optotechnik GmbH

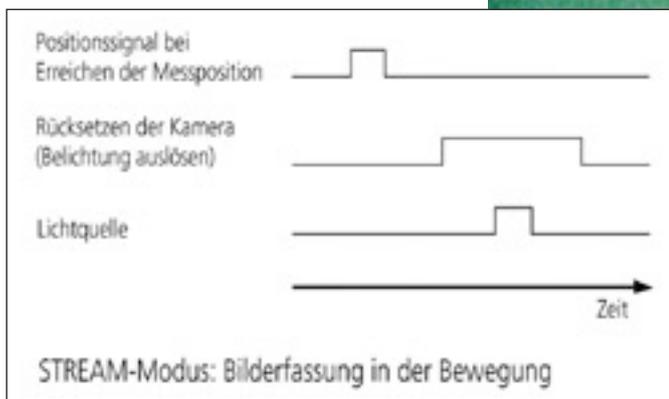


Steinbichler Optotechnik GmbH, Neubeuern  
Tel.: 08035/8704-0  
Fax: 08035/1010  
[sales@steinbichler.de](mailto:sales@steinbichler.de)  
[www.steinbichler.de](http://www.steinbichler.de)

# Koordination und Kommunikation

## Herausforderungen bei der Stream-Messung

Die Stream-Messung, also das blitzschnelle Erfassen in der Bewegung, ist gegenwärtig fraglos die Königsdisziplin der Qualitätsprüfung mit Bildverarbeitungsmessgeräten. Allerdings beherrschen bislang nur wenige Systeme diese außerordentlich anspruchsvolle Technologie. Was macht das Messen „On-the-fly“ so schwierig?



Zentrale Herausforderung bei der Messung „On-the-fly“ ist die Abstimmung von Positionssignal, Auslösen der Belichtung und Aufleuchten der Lichtquelle

Die Antwort auf diese Frage klingt zunächst recht simpel: die Synchronisierung aller Geräte-, Controller- und Rechnerfunktionen. Aber ist das nicht im Prinzip bei allen modernen Messsystemen eine zentrale Aufgabe? Im Prinzip ja, entscheidend – und damit trennend – ist hier jedoch der Faktor Zeit.

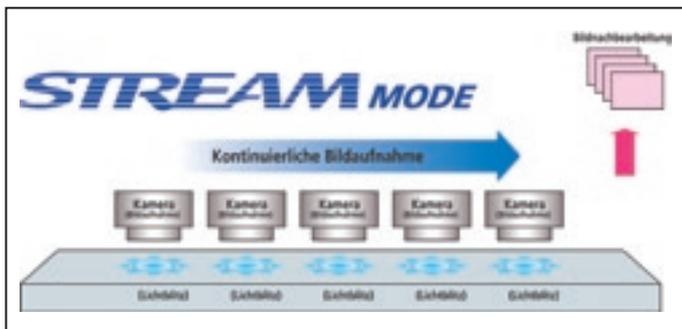
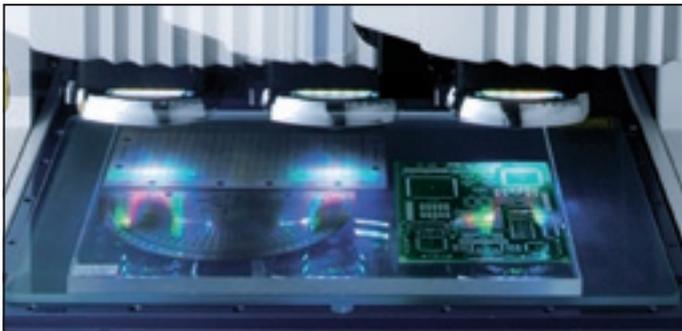
Die Zeit ist der alles bestimmende Aspekt bei der Stream-Messung. Selbst ihre „Geburt“ hat sie diesem Aspekt zu verdanken. Denn es waren die immer kürzer werdenden Taktzeiten in der industriellen Serienproduktion, die für eine lückenlose Qualitätsprüfung immer schnellere Messverfahren erforderten und zunehmend verlangen. Gängige Messkonzepte sind dieser „Schlagzahl“ meist nicht gewachsen, da mit ihnen für das Messen mehr Zeit benötigt wird als für die einzelnen Fertigungsschritte.

Vom Grundsatz her waren es schon immer die Bildverarbeitungsmessgeräte, die in der schnellen Serienfertigung ihren verfahrensbedingten Geschwindigkeitsvorsprung gegenüber anderen Systemen ausspielen konnten. Das gilt vor allem bei der Prüfung kleinerer Werkstücke, die von der Optik auf einen Blick komplett erfasst werden können. Dabei liegen sämtliche Messpunkte im Bildfeld und können in einem Durchgang bearbeitet werden.

Wenn das zu prüfende Werkstück allerdings größer ist als das Bildfeld des Messgeräts, muss es von Messstelle zu Messstelle verfahren werden, dort stoppen und eine neue Aufnahme erzeugen. Das erfordert zusätzliche Zeit. Zeit, die man in der Serienfertigung mit hohem Teiledurchsatz einfach nicht erübrigen kann.

Es gibt natürlich auch für große Werkstücke Bildverarbeitungsmessgeräte mit entsprechend sehr großem Sichtfeld, die eine Messung auf einen Blick – in einem Bild – ermöglichen. Wegen der dann aber notwendigen optischen Verkleinerung des Bildes haben diese Systeme jedoch eine recht grobe Auflösung. Kleinere Details am Werkstück können deshalb nicht erfasst werden und auch die Genauigkeit der Messung ist entsprechend schlechter. Aus diesen Einschränkungen entstand in der Serienfertigung schon lange der Wunsch nach einem neuen Verfahren in der Bildverarbeitungsmessung, das die Vorgaben kürzester Taktzeiten erfüllt, indem bei größeren Werkstücken nicht an jedem einzelnen Messpunkt angehalten werden muss.

Von Anfang an war den Entwicklern klar, dass die Lösung letztlich nur in ei-



Prinzipskizze einer Messung im Stream-Modus

ner Messung „On-the-fly“ liegen konnte, also in einer Messwertaufnahme während der Bewegung, sozusagen beim „Überfliegen“ der Messpositionen. Direkt, ohne Stopp und in rasanter Geschwindigkeit. Klar war aber auch sofort, dass dieses Messen „On-the-fly“ sehr schwer zu realisieren sein würde.

### Zentrale Herausforderung: Synchronisation

Schwierigste und zentrale Aufgabe bei der Stream-Messung ist es, alle am Messvorgang beteiligten Komponenten zu einem perfekten Zusammenspiel zu bewegen – und dadurch die Synchronizität herzustellen zwischen Positionsrückmeldung, Belichtung des CCD-Chips in der Kamera und der Beleuchtung im Moment der Bildaufnahme. Es gilt letztlich, die Kamerataktzeit und den Lichtblitz genau der Bewegungssteuerung anzupassen.

Besondere Beachtung findet dabei die Positionsrückmeldung. Denn es reicht ja angesichts der enormen Messgeschwindigkeit von 40 mm pro Sekunde, wie sie etwa die Quick Vision Stream von Mitutoyo aufweist, längst

nicht, nur die Messposition zu kennen. Viel wichtiger ist es für das System, zu wissen, an welchem Punkt der Bewegung der „Auslöser“ betätigt werden muss, um exakt an der Messposition ein Bild aufzunehmen.

Um diesen Impuls präzise zu setzen, ist innerhalb von Millisekunden eine höchst komplexe Kommunikation und Koordination abzuwickeln. Da ist zunächst ein vom Glasmaßstab ausgehendes optisches Signal aufzugreifen und in ein digitales Signal zu konvertieren, das vom Controller verstanden werden kann und erfasst werden muss. Der Controller sendet es über ein Datenkabel an den Rechner beziehungsweise die Software. Hier erfolgt eine umfassende Auswertung und Verarbeitung. Zeitgleich übermittelt der Controller aber auch die Impulse zur Aktivierung des Stroboskopblitzes und der CCD-Kamera des Messgeräts.

Diese skizzenhafte Beschreibung kann allerdings nur eine grobe Vorstellung davon vermitteln, wie schwierig das Synchronisieren der wesentlichen Abläufe bei der Messung „On-the-fly“ tatsächlich ist. Nur wer diese Synchronizität dennoch tech-

nisch vollständig im Griff hat, kann sich rühmen, echte Stream-Technologie realisiert zu haben. Bislang sind es denn auch nur ausgesprochen wenige Messgeräteproduzenten, die solche Geräte – und meist auch lediglich als Sonderanfertigungen – anbieten. Als erster zur Serienreife gebracht hat diese Technik der Messgeräte-Komplettanbieter Mitutoyo, der mittlerweile bereits die zweite Generation seiner Quick Vision Stream Systeme vorgestellt hat.

Obwohl diese Geräte mit ihrer Messgeschwindigkeit von 40 mm pro Sekunde ungemein schnell unterwegs sind, weisen sie dennoch eine relativ lange „Belichtungszeit“ während der Bewegung auf. Eigentlich müsste dies – jeder Hobbyfotograf weiß das – zu unscharfen, verwischten Bildern führen. Doch auch hier hat man bei der Stream-Messung innovative Lösungen gefunden.

### Progressiv und blitzschnell

So bedient sich beispielsweise die Quick Vision Stream einer so genannten „progressiven Kamera“, die die Belichtungszeiten im Vergleich zu gängigen CCD-Kameras deutlich verringert. Bei diesen progressiven Kameras liegt neben jedem aktiven, lichtempfindlichen Pixel ein zweites, lichtabgeschirmtes, inaktives Pixel. Zu einem bestimmten Zeitpunkt wird der Spannungswert aller Pixel auf einen Schlag von dem aktiven auf das inaktive Pixel übergeben. Anschließend werden diese inaktiven Pixel reihenweise ausgelesen und direkt in digitale Signale umgewandelt. So entstehen Vollbilder in wesentlich kürzerer Zeit als Halbbilder bei konventionellen Kameras.

Dennoch wären auch die sehr viel kürzeren Belichtungszeiten dieser Kameras immer noch zu lang für scharfe Aufnahmen in einer



Bei der Messung „On-the-fly“ erfolgt die Messwertaufnahme während der Bewegung, sozusagen beim „Überfliegen“ der Messposition

schnellen Bewegung. Deshalb wird zusätzlich ein stroboskopisches Licht eingesetzt. Weil ohne zusätzliches Licht die Empfindlichkeit des Kamerasensors viel zu gering wäre, um überhaupt ein Bild zu erzeugen, wird dieses zusätzliche Licht nur für den Bruchteil einer Sekunde als Lichtblitz zur Verfügung gestellt. Das bedeutet, dass die Belichtung des Chips der Kamera nicht kontinuierlich über die Zeit zwischen einem Auslesen und dem nächsten erfolgt, sondern nur in der sehr viel kürzeren Zeit des Lichtblitzes.

Auch hier gilt es also wieder, absolut perfekt zu synchronisieren – nämlich den Lichtblitz und die Taktrate des Chips, damit der Lichtblitz exakt innerhalb der Belichtungszeit ausgelöst wird.

Somit schließt sich dann der Kreis zur unbedingten Notwendigkeit, eine exakte Auslöseposition vor der eigentlichen Messposition zu definieren.

#### Highlight: Beleuchtungswechsel in der Bewegung

Das neueste technische Highlight in der Stream-Messung ist das Umschalten der Beleuchtung während der Bewegung. Diese jetzt mit der zweiten Generation der Quick Vision Stream Geräte von Mitutoyo vorgestellte Fähigkeit erlaubt es, die Beleuchtung entsprechend der Beschaffenheit des zu prüfenden Werkstücks zu wechseln – und zwar ohne Stopp im Verlauf der Messung und das sogar beliebig oft. Dabei kann der Anwender frei zwischen Durchlicht sowie Vierfarben-LED-Koaxial und -Ringlicht (RGB und Weiß) wählen. Je nachdem, welche Lichtart für die Aufnahme des jeweils nächsten aufzunehmenden Messpunktes die besten Rahmenbedingungen bietet.

Diese herausragende Fertigkeit vervielfachte nochmals die Anforderungen an die Kommunikations- und Synchronisationsfähigkeit des

Messsystems und seiner Steuerelektronik. Denn letztlich müssen dadurch nicht mehr „nur“ Position und Licht koordiniert werden, sondern Position und Auslösemoment von vier, sechs, acht oder mehr Lichtquellen. Das alles natürlich, ohne bei der Messgeschwindigkeit oder der Messgenauigkeit auch nur die geringsten Abstriche zu machen.

Kein Wunder also, dass die Stream-Messung in der Bildverarbeitung ein derzeit mehr

als bewegendes Thema für Entwickler und Anwender ist.

► **Autor**  
Jürgen Bergmann, Produktmanager,  
Mitutoyo Messgeräte



Mitutoyo Messgeräte GmbH, Neuss  
Tel.: 02137/102-0 · Fax: 02137/86 85 · info@mitutoyo.de · www.mitutoyo.de

## Baumer TX-Serie: IEEE 1394b Digitalkameras für die Bildverarbeitung



# UNGLAUBLICH STARK

## die neuen Baumer FireWire™ Kameras.

- |                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Modern</b>      | ✓ FireWire™ – IEEE1394b bis 80 MByte/s         |
| <b>Präzis</b>      | ✓ Hochwertige 12 bit CCD-Sensortechnologie     |
| <b>Schnell</b>     | ✓ Höchste Bildwiederholraten                   |
| <b>Flexibel</b>    | ✓ VGA bis 2 Mio Pixel, monochrom und Farbe     |
| <b>Kompakt</b>     | ✓ Kleines Gehäusedesign, geringes Gewicht      |
| <b>Sicher</b>      | ✓ Baumer Softwaretreiber für perfekten Betrieb |
| <b>Zuverlässig</b> | ✓ Geringe Leistungsaufnahme, lange Lebensdauer |



## Baumer *Op*tronic

Baumer Optronik GmbH  
Badstraße 30, DE-01454 Radeberg  
Tel. +49 (0)3528-4386-0, Fax +49 (0)3528-4386-86  
E-Mail: sales@baumeroptronic.com

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

Wir stellen aus:

HMI Hannover, Halle 9, Stand A 32, vom 16.–20.04.2007

Control Sinsheim, Halle 1, Stand 1424, vom 08.–11.05.2007

# Von der Aluminium-Karosserie zur ägyptischen Mumie

## Untersuchungen mit dem Computertomographen bei Audi

So genau hat noch keine Anlage die Karosserien bei Audi untersucht: Mit einer Detailgenauigkeit von einem  $\mu$ , das entspricht etwa dem Hundertstel eines Haardurchmessers, durchleuchtet ein in seinem Aufbau weltweit einmaliger Computertomograph (CT) bei Audi in Neckarsulm nicht nur einzelne Bauteile, sondern – und das ist die Besonderheit – komplette Karosserien. Der Vorteil, Objekte vollkommen berührungslos und zerstörungsfrei zu überprüfen, hat dazu geführt, dass auf der CT-Anlage bei Audi nun auch ein ganz besonderer „Patient“ untersucht wurde: Eine rd. 2.000 Jahre alte Ibis-Mumie aus Abydos in Ägypten, die vom Hessischen Landesmuseum Darmstadt zur Verfügung gestellt wurde.

Dr. Erwin Keefer vom Landesmuseum Württemberg ist begeistert von den ersten Bildern der antiken Kostbarkeit: „Dies ist das erste Mal, dass in Deutschland ein mumifiziertes Objekt in einer industriellen CT-Anlage durchleuchtet wurde – die einmalig hochauflösenden Aufnahmen bringen uns bei unserer For-

scherung einen großen Schritt weiter“.

Die Bilder des Ibis geben dem Forscherteam detaillierte Informationen zum Gesamterhaltungszustand des heiligen Vogels aus Ägypten. So können Keefer und sein Team Rückschlüsse auf die Haut und deren Oberfläche, Mageninhalt, Sehnen, Organe

oder Halswirbelsäule ziehen – zellgenaue Informationen, die auf den zweidimensionalen Bildern der Röntgenreäte im Verborgenen blieben.

Ibisse aus dem alten Ägypten zählen zu den häufigsten Tiermumien. Die Vögel wurden in großer Anzahl in Volieren gehalten. Einziger Sinn und Zweck war, sie als Weihegaben nach ihrem Tod einzubalsamieren, da sie eine Verkörperung des Gottes Thot darstellten.

Doch zurück zur eigentlichen Aufgabe der CT-Anlage bei Audi in Neckarsulm: Die rund eine Million Euro teure und zehn Tonnen schwere Anlage nimmt normalerweise Verbindungstechniken im Aluminium- und Leichtbau ganz genau unter die Lupe. Röntgenstrahlen durchleuchten dabei scheibenweise Schweißnähte, Stanzverbindungen, Laserschweißnähte und Clinchverbindungen. „Eine wichtige Neuerung ist, dass die Teile berührungslos und damit zerstörungsfrei überprüft werden können“, sagt Dr. Manfred Sindel von der Qualitätssicherung Aluminiumtechnologie bei Audi.

Bisher mussten Einzelteile aus der Karosserie herausgeschnitten werden, um sie auf mögliche Ungenauigkeiten zu untersuchen. Die Einsatzmöglichkeiten des CT sind vielfältig: Das Spektrum umfasst kleinste Elektronik-Komponenten mit Abmessungen von



drei Millimetern bis zu Karosserieteilen von über fünf Metern Länge.

Während Patienten in der Medizin liegend im Computertomographen untersucht werden, sind die Objekte in der industriellen Anwendung zunächst stehend auf einem Drehteller positioniert. Damit auch große Bauteile, wie z.B. ganze Karosserien, überprüft werden können, wurde die Anlage von Audi maßgeschneidert für den Automobilbau. So werden die großen Bauteile an einem Roboter befestigt, der sie in die gewünschte Position bringt.

Während der Drehung des Objekts im Röntgenstrahl erstellt der Computertomograph für 100–1.000 verschiedene Winkelstellungen Röntgenprojektionsbilder. Dazu steht das zu durchleuchtende Objekt zwischen einer Röntgenquelle, die Strahlen abgibt, und einem Röntgendetektor, der die Röntgenstrahlung in elektrische Signale umwandelt und ein sog. Schattenbild erstellt. Die aus den so entstehenden Aufnahmen gewonnene 3-D-Rekonstruktion des Untersuchungs-



2.000 Jahre alte Ibis-Mumie aus Abydos im Karosserie-Röntgengerät bei Audi in Neckarsulm



objektes ermöglicht viele unterschiedliche Blickwinkel. So kann der Betrachter bspw. per Computer einen virtuellen Schnitt durch das Objekt ziehen oder es von innen „durchfliegen“, um in jeder Perspektive einen Eindruck von der physischen Beschaffenheit zu erhalten.

Der Computertomograph selbst befindet sich in einer 45 m<sup>2</sup> großen Strahlenschutzkabine, die von speziell geschulten Mitarbeitern bedient wird. Die Zusatzqualifikationen der Mitarbeiter umfassen in erster Linie den Anlagenbetrieb, die Anlagenwartung, eine Auswertung der Messergebnisse mit geeigneter Software sowie den Röntgenschutz.

Das Ziel für Projektleiter Dr. Michael Brodmann und sein Team war es insbesondere, mit Hilfe der Anlage kürzere Arbeitsprozesse, wozu die eigentliche Untersuchung und die Auswertung der Ergebnisse gehören, zu realisieren. Inzwischen wird die Fertigungstechnik der Audi A8-Karosserie serienmäßig mit Hilfe der CT-An-

lage überwacht. Pro Jahr werden mehrere vollständige Karosserien komplett untersucht. Dabei werden tausende Verbindungen detailgenau vermessen und zerstörungsfrei bewertet.

„Daneben wird die Anlage ebenso für Projekte zur Definition von Qualitätsstandards und zur Bemusterung von Neuteilen eingesetzt“, so Brodmann. Auch aus der Untersuchung des ungewöhnlichen „Patienten“, der Ibis-Mumie, zieht Brodmann einen Nutzen: „Wir haben die Möglichkeit, die Anlage an vollkommen anderen Materialien zu testen und können sowohl weitere Erfahrungen in der Anwendung der Anlage als auch in der Weiterverarbeitung der Daten sammeln.“ Und vielleicht wird irgendwann auch einmal ein richtiger Pharaon durchleuchtet.

► **Kontakt**  
Eric Felber, Audi AG, Ingolstadt  
Kommunikation Unternehmen  
und Wirtschaft  
Tel.: 0841/89-90703  
eric.felber@audi.de  
www.audi.de

# FOculus

IEEE1394 Digital CCD Camera Line



Always a new perspective

[www.net-gmbh.com](http://www.net-gmbh.com)

Future Technology has been integrated  
- 36 times -

We call it **FOculus!**



- 1/2" and 1/1.8" Progressive Scan CCD
- Resolution SXGA and UXGA
- High Speed Up Trigger Framerate
- CS-mount / C-mount
- interchangeable Filters
- Pixel Binning (Vert. 1x2; Full 2x2)
- IEEE1394.a acc. IIDC v.1.31 Interface
- Tiny models: 29 x 29 x 39 mm
- IEEE1394 connector with snap-in lockable screws
- Monochrome and Color

## Contact

Europe +49 8806 92 34-0  
USA +1 219 934 9042  
[www.net-gmbh.com](http://www.net-gmbh.com)  
[www.net-usa-inc.com](http://www.net-usa-inc.com)  
[info@net-gmbh.com](mailto:info@net-gmbh.com)

**NET**  
NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY

## Mischt Thermografie-Einstiegsbereich auf

Sie hat die begehrten intelligenten Messbereichsfunktionen Area Max und Area Min, erkennt kleinste Unterschiede von lediglich 0,12 °C innerhalb eines Temperaturbereichs von -10 bis +350 °C, wiegt nur 550 g, speichert auf der wechselbaren SD-Karte bis zu 1.000 vollradiometrische JPEGs und kann mit dem serienmäßigen Akku bis zu 7 Stunden betrieben werden: die nagelneue InfraCam SD. Im Vergleich zur InfraCAM verfügt sie über eine höhere thermische Empfindlichkeit und Bildqualität. Temperaturunterschiede von nur 0,12 °C (NETD) können jetzt sichtbar gemacht werden. Dies führt zu besseren, aussagekräftigeren Ergebnissen in allen wichtigen Einsatzbereichen, z. B. in der einfachen Erkennung von Schwachstellen in der Elektrik, der Durchführung schneller Inspektionen und der Verhinderung von Schäden – branchenübergreifend, ob für Infrarotuntersuchungen von elektrischen Komponenten oder mechanischen Bauteilen.



Flir Systems GmbH Germany

Tel.: 069/950090-0 • info@flir.de • www.flirthermography.de

## PC-Mikroskope



Rubröder stellt Mikroskope von SKM vor. Anwender können sich an leistungsstarken, ergonomischen Mikroskopen erfreuen, die mobil einsetzbar lückenlose Dokumentationen ermöglichen. Das SKM-Z100-PC hat ein Autofocus-Zoom-System, mit dem bei fixem Arbeitsabstand von 70 mm auf einem 20 Zoll Monitor hochaufgelöste Bilder mit 25–100facher Vergrößerung dargestellt werden

können. Das SKM-3000A-PC ermöglicht stufenfrei einstellbare Vergrößerungen zwischen dem 15–125fachen des Originals. Mit der SK-Viewer-Software können Bilder zusätzlich bis zu 16fach digital vergrößert werden. Aussagekräftige Symbole und einprägsame Stichwörter erleichtern das Erlernen der Funktionalität von Tasten. Mit der optionalen SK-Measure-Software können mikrometeregenaue, berührungs- und messkraftfreie Messungen verschiedenster Art durchgeführt werden.

Rubröder GmbH • Tel.: 02622/943730 • www.rubroeder.de



## High Speed-Pyrometer

Kleiber Infrared bringt das schnellste Pyrometer für die Glasindustrie – das KPE 660/5 – auf den Markt. Das volldigitale High Speed-Pyrometer kann in Messbereichen von 30–2.500 ° mit einer Ansprechzeit von nur 250 µs (t95) die Temperatur an Glasoberflächen messen. Dies erfolgt mit einer sehr hohen Genauigkeit von ± 0,4 % vom Messbereich. Neben Glas können auch andere Materialien im Niedertemperaturbereich, z. B. Keramik oder Metalle, gemessen werden. Mit diesem Pyrometer können schnelle Temperaturprozesse in der gesamten Glasindustrie gemessen werden. Im Forschungsbereich ergeben sich durch die hohe Messgenauigkeit und die sehr kurze Ansprechzeit des KPE 660/5 neue Möglichkeiten bei der Entwicklung von Werkstoffen.

Kleiber Infrared GmbH • Tel.: 03671/527 200  
info@kleiberinfrared.com • www.kleiberinfrared.com

**PCE**  
POWER CONTROL

**2007**  
PRODUKTÜBERSICHT

## Video-Inspektion & Dokumentation



**MicroLOOK**  
Mikroskopie mit  
Vergr.: 1x - 70x



**Flexia BGA**  
schnelle, einfache  
kostengünstige  
Sichtkontrolle  
unter BGA's



**Ocu-CAM**  
die Kamera für  
Ihr Mikroskop



**Flexia**  
handliches Video-  
Inspektions Mikroskop,  
Vergr.: 1x - 500x

**Die 8-seitige Produktübersicht bekommen Sie hier:**

**www.pce-powercontrol.de**  
**Tel: +49(0)8374-23260-0**

SMT Nürnberg, Halle 7, Stand 537  
Control Sinsheim Halle 3, Stand 3502

## Messsystem mit Köpfchen



Mitte letzten Jahres übernahm Aicon exklusiv den Vertrieb der GapGun für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Bei der GapGun handelt es sich um ein berührungsloses Lasermesssystem zur Überprüfung von Spaltmaß und Bündigkeit, das von der britischen Third Dimension Software Ltd. entwickelt wurde.

Ganz neu stehen nun drei verschiedene Messkopf-Varianten zur Auswahl. So findet jeder Anwender die für seine Messaufgabe passende Konfiguration. Die Messköpfe sind in den Größen 7 mm, 10 mm sowie 25 mm erhältlich. Dabei eignet sich die 7 mm-Variante vor allem zur Messung von Kratzern und Nieten, während der 10 mm-Messkopf fast alle Messaufgaben abdeckt, die im Flugzeugbau anfallen. Der 25 mm Messkopf wird hauptsächlich im Automobilbau eingesetzt. Die Genauigkeiten der Messköpfe liegen bei 25 µm für den 7 mm-Messkopf, 50 µm für die 10 mm-Variante bzw. 100 µm für die 25mm-Version.

Aicon 3D Systems GmbH

Tel.: 0531/58000-70 • info@aicon.de • www.aicon.de

## Problemanalyse im Produktionsbereich

Polytec präsentiert auf der Control 2007 die Hochgeschwindigkeitskamera X-Pri. Mit ihr werden für das menschliche Auge unsichtbare Vorgänge durch extreme Zeitlupenaufnahmen sichtbar und können dadurch exakt analysiert werden. Ein weites Anwendungsgebiet ist die Problemanalyse im Produktionsbereich. Oft entstehen Fehler so schnell, dass diese „unsichtbar“ sind und man bei der Behebung der Fehler auf Vermutungen angewiesen ist. Dies kostet Zeit und durch den damit verbundenen Produktionsausfall auch Geld. Mit der Hochgeschwindigkeitskamera X-Pri kann ein solcher Vorgang mit bis zu 1.000 Bildern pro Sekunde aufgenommen und anschließend mit 100-facher Zeitlupe wiedergegeben werden. Bei einer Auflösung von 800 x 600 Pixel (optional auch 1.280 x 1.024 Pixel) werden auch kleinste Details sichtbar. Die Zeit für die Fehlerbehebung wird deutlich kürzer und damit werden die Produktionsausfallkosten erheblich geringer.



Polytec GmbH • Tel.: 07243/604-0 • info@polytec.de • www.polytec.de

### Drehtisch Standard für die Messung von Motorkolben

Mahle hat mit der Carl Zeiss Industrielle Messtechnik einen Rahmenvertrag geschlossen. Dieser Vertrag definiert unter anderem die Koordinatenmessmaschine GageMax als Standardgerät für die Messung von Kolben. Während einer ausführlichen Testphase im Werk Colmar in Frankreich musste die Koordinatenmessmaschine GageMax sowohl ihre Fertigungstauglichkeit unter schwierigen Bedingungen als auch ihre Bedienbarkeit durch Werkstattpersonal unter Beweis stellen. Die Testergebnisse führten zu der Entscheidung, künftig an den Unternehmensstandorten in Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien, Polen sowie in Nordamerika, Lateinamerika und Asien die Koordinatenmessmaschine als flexible Lehre anstatt der bisher verwendeten manuellen Messmittel in der Fertigung einzusetzen.



Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH • Tel.: 07364/20-3539 • lindmayer@zeiss.de • www.zeiss.de

### Intelligente Kombination

Das MA100 von Nikon ist ein inverses Mikroskop, das speziell für die Inspektion und Qualitätskontrolle in der Industrie und in der Metallurgie entwickelt wurde. Es verfügt über ein kompaktes Stativ mit einem Gewicht von nur 9kg. Das MA100 vereint hohen Bedienkomfort, Funktionalität und die bekannte, exzellente CFI 60 Optik von Nikon. Das Invers-Mikroskop lässt sich einfach mit digitalen Mikroskopkameras und der NIS-Elements Bildanalyse-Software zur digitalen Workstation aufrüsten. So lassen sich die Aufgaben in der Qualitätssicherung einfach und effizient lösen. Durch das einfache Bedienkonzept eignet sich das Mikroskop auch hervorragend zur Inline-Kontrolle von metallischen und elektronischen Bauelementen und deren Mikrostrukturen. Je nach Anwendung kann es entweder mit einem Plantisch oder mit einem Drei-Platten-Kreuztisch ausgerüstet werden.

Nikon GmbH • Tel.: 0211/9414220 • mikroskope.messtechnik@nikon.de • www.nikon.de

### Hochgenaue Dickenmessung von Bahnware



Das neue ThickCheck Plus System von LAP misst die Dicke von Bahnware und Platten aus Gummi oder Kunststoff – inline, berührungslos und mit hoher Präzision. Es erzielt auch auf schwierigen Materialien und Oberflächen eine Genauigkeit von besser als +/- 10 µm, ein Wert, der bisher in der industriellen Produktion nur mit wesentlich komplexeren Systemen erreicht wurde. Die präzise Inline-Messung an Bahnwaren aus Gummi oder Kunststoff stellte bisher eine Herausforderung an die Messtechnik dar: Das Material ist oft weich oder klebrig, außerdem darf die Oberfläche nicht beschädigt werden. Taktile Messverfahren können somit nicht verwendet

werden. Die Lasermessung arbeitet berührungsfrei – die Materialoberfläche bleibt auf jeden Fall intakt.

LAP Laser GmbH • Tel.: 04131/951195 • info@lap-laser.com • www.lap-laser.com

### IR-Wärmebildsystem für die Automobilindustrie

Das in Zusammenarbeit mit führenden Automobilherstellern in Deutschland, Japan und Südkorea entwickelte neue Titanium IR Thermografiesystem von Cedic ist mit einer Auswahl an InSb oder MCT Focal Plane Array Detektoren nach dem neuesten Stand der Technik erhältlich, mit denen eine hervorragenden thermische Empfindlichkeit von weniger als 20 mk erzielt werden kann – auch bei höchsten Bildfrequenzen sowohl im Mittelwellenbereich (MWIR), als auch im Langwellenbereich (LWIR). Die Titanium IR Thermografiesystemen von Cedic sind einfach zu bedienen und bieten auf Grund des Einsatzes von Spitzentechnologie eine überragende Bildqualität. In Verbindung mit einer CAMLINK oder USB2.0 Schnittstelle können die Thermografiesysteme Bilder mit hoher Pixelrate (> 30 MPixel/s) und 14-bit Datenerfassungsaufösung auf Notebook PCs oder hochleistungsfähige Standard Desktop PCs für tragbare Anwendungen und schnelle Langzeitaufzeichnungen übertragen.

Cedic Infrared Systems GmbH  
Tel.: 089/3219770-0 • info@cedip-infrared.de • www.cedip-infrared.de

weitere Produkte unter [www.PRO-4-PRO.com](http://www.PRO-4-PRO.com)

Wir stellen aus:  
**SENSOR+TEST in Nürnberg**  
**CONTROL in Sinsheim**

# Bild- verarbeitung

...von **ELTROTEC**

**Komplettlösungen  
aus einer Hand**

**NEU**



**PAV - System**

- 2D-Vermessung ab 0,01mm
- Positions- und Lagekontrolle
- OCR / OCV-, Barcode- und DOT-Matrix Code Lesung
- SW- und Farbauswertung
- Ein- und Mehrkameralösungen
- Zeilenkameras/-sensoren
- Intelligente Kameras, individuell parametrierbar
- Prüfanlagenbau
- Maschinenintegration

**20 Jahre Know How**

**Testen Sie uns!**

Muster und Infopaket unter  
**0 71 61 - 98 87 23 00**

**eltrotec**

**Erkennen von Form, Farbe,  
Oberfläche, Abstand & Geometrie**

ELTROTEC Sensor GmbH  
Heinkelstr. 2 · D-73066 UHINGEN  
Tel. +49 - 71 61 - 98 87 23 00  
Fax +49 - 71 61 - 98 87 23 03  
vertrieb@eltrotec.com

**[www.eltrotec.com](http://www.eltrotec.com)**

### Infrarot Kamera mit InGaAs Sensor

Mit der NIR-300 Kamera erweitert VDS Vosskühler das Spektrum seiner Infrarot Kamera Produkte auf den NIR-Bereich von 0,9–1,7  $\mu\text{m}$ . Die NIR-300 Kamera basiert auf einem „InGaAs“ Sensor mit 320 x 256 Pixeln, der bei 50 Bildern/Sek. mit 14 Bit ausgelesen wird. Als Ausgang sind CameraLink oder Gigabit Ethernet verfügbar. Durch den „snap-shot“ Mode der Kamera, werden alle Pixel gleichzeitig erfasst und im Progressive Scan ausgelesen. Die NIR-300 ist sowohl als gekühlte und temperaturstabilisierte als auch als ungekühlte Kamera erhältlich.

VDS Vosskühler GmbH

Tel.: 0541/80084-0 • [lkemper@vdsvoosk.de](mailto:lkemper@vdsvoosk.de) • [www.vdsvoosk.de](http://www.vdsvoosk.de)

### Für Mikro- und Makroanwendungen

Das neue Multizoom AZ100 von Nikon vereint Mikro- und Makroanwendungen für industrielle und biomedizinische Applikationen in einem Mikroskop. Dabei werden Vorteile der Stereomikroskopie, wie das breite Sichtfeld von 50–75 mm, mit einem großen Arbeitsabstand von bis zu 85,5 mm kombiniert. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, gleichzeitig EPI-Fluoreszenz und Nomarski-DIC aus dem biomedizinischen Bereich anzuwenden. Des Weiteren besticht das AZ100 durch Vergrößerungen von 5–500fach, einem großen Zoombereich von 8:1 sowie ausgezeichneten Kontrast und hoher Auflösung auch im Makrobereich. Optional kann man das Mikroskop mit einem Objektivrevolver bestücken, um zwischen bis zu drei verschiedenen Objektiven schnell und komfortabel zu wechseln.



Nikon GmbH

Tel.: 0211/9414218

[mikroskope.messtechnik@nikon.de](mailto:mikroskope.messtechnik@nikon.de)

[www.nikon-instruments.com](http://www.nikon-instruments.com)

## Die ganze Welt der Bildverarbeitung

Mit INSPECT sind Sie umfassend informiert.

Neue Trends, Produkte und Firmen  
finden Sie bei uns auf einen Blick.

Kostenloses Probeheft anfordern unter [inspect@gitverlag.com](mailto:inspect@gitverlag.com)



BICENTENNIAL  
1807  
WILEY  
2007  
BICENTENNIAL

**GIT VERLAG**  
A Wiley Company  
[www.gitverlag.com](http://www.gitverlag.com)

### Neues Forschungszentrum für Messtechnik

Mit der Eröffnung des Research Center Europe B.V. (RCE) in den Niederlanden erweitert und intensiviert der Messgerätehersteller Mitutoyo seine Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dem europäischen Kontinent. Das als eigen-



ständiges Unternehmen agierende RCE bündelt die zuvor in verschiedenen Bereichen der niederländischen Mitutoyo-Vertriebsgesellschaft erbrachten Forschungsaktivitäten. Wie bereits bislang werden diese auch weiterhin in enger Kooperation mit der Technischen Universität Eindhoven sowie weiteren maßgebenden Instituten betrieben. Beheimatet ist das Research Center Europe in Best bei Eindhoven – und damit nur unweit vom niederländischen Mitutoyo-Vertriebs- und -Fertigungsstandort Veendaal. In der neuen Forschungseinrichtung stehen den Entwicklern unter anderem vier hochmodern ausgestattete, klimatisierte Messräume zur Verfügung. Das neue RCE unterstreicht die Philosophie von Mitutoyo, Forschung und Entwicklung direkt auf den international wichtigsten Absatzmärkten und möglichst nahe am Anwender zu betreiben.

Mitutoyo Messgeräte

Tel.: 02137/102-0

[info@mitutoyo.de](mailto:info@mitutoyo.de)

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

### Schichtdicke an Multilayern berührungslos messen



IBS Precision Engineering bv – Spezialist für Präzisionsmessungen – stellt zusammen mit Lumetrics Inc. das neue OptiGauge-System vor. Dies ist ein neuer Ansatz zur berührungslosen optischen Messung von Mehrschicht-Materialien (Multilayer). Die Messtechnik ist schnell, hochgenau, zuverlässig und auf nahezu jedes Qualitätssicherungslabor oder eine Produktionsüberwachung skalierbar. Mit dem OptiGauge, das ausführlich durch Eastman Kodak erprobt und getestet wurde, können Single- oder Multilayer-Materialien mit ebenen und gekrümmten Oberflächen und Konturen gemessen werden. Der Messbereich reicht von 12 µm bis 12 mm, die Genauigkeit beträgt 0,1 µm – und dies bei einer Auflösung von 0,03 µm. Die Abtastrate kann zwischen 30 und 100 Hz eingestellt werden, wobei niedrigere Abtastraten das Signal-Rausch-Verhältnis weiter verbessern.

Der Messbereich reicht von 12 µm bis 12 mm, die Genauigkeit beträgt 0,1 µm – und dies bei einer Auflösung von 0,03 µm. Die Abtastrate kann zwischen 30 und 100 Hz eingestellt werden, wobei niedrigere Abtastraten das Signal-Rausch-Verhältnis weiter verbessern.

IBS Precision Engineering bv • Tel.: +31/40/29012-70 • ott@ibspe.com • www.ibspe.com

### Ultra-hochpräzise Etalon-Paare

Optical Surfaces Ltd. kann routinemäßig gepaarte Fabry-Perot Etalons in verschiedenen Formen und Größen bis zu 150 mm Durchmesser mit abgestimmten Genauigkeiten von  $\lambda/300$  liefern. Ein paar exakt aufeinander abgestimmte optische Planflächen, die so beschichtet sind, dass eine hohe Auflösung und Durchlässigkeit im relevanten Spektralbereich gegeben ist, sind ein wichtiger Bestandteil vieler moderner Interferometrieverfahren. Diese exakt aufeinander abgestimmten Etalons werden z.B. in der Spektroskopie, der Telekommunikation und in der Fernerkundung verwendet. Die Fabry-Perot Etalons von Optical Surfaces werden standardmäßig auch in UV Silica und Germanium gefertigt und an führende internationale Forschungseinrichtungen geliefert. Sie dienen als unverzichtbares OEM-Bauteil für eine wachsende Anzahl von Interferometer-Herstellern.



Optical Surfaces Ltd. • Tel.: +44/208/6686126 • jm@optisurf.com • www.optisurf.com

### Optische Inspektions-Sensoren



ISIS sentronics präsentiert auf der Control in Sinsheim die neue Generation optischer (Innenraum-) Inspektions-Sensoren der Baureihe RayDex. Die wichtigsten Neuheiten von RayDex sind die vier kompakten Sensoren, welche unterschiedliche Freiheitsgrade in der Bewegung zulassen, die wechselbaren Messnadeln für unterschiedliche Durchmesser und Längen, sowie die derzeit weltweit dünnste optische Messnadel mit 0.6 mm Durchmesser. Die Sensoren können sowohl Freiformflächen als auch enge Innenräume von Präzisionsteilen während der Produktion berührungslos, schnell und hochpräzise vermessen. Wichtige Anwendungsfelder sind die Formvermessung bzw. Mikrofehlererkennung von Präzisionsbohrungen wie zum Beispiel Injektionsdüsen oder Luftzylinder.

ISIS sentronics GmbH • Tel.: 0621/842510 • info@isis-sentronics.de • www.isis-sentronics.de

### Polarisationsmikroskopie-Serie



Leica Microsystems hat eine neue Mikroskopieserie speziell für Polarisationsuntersuchungen entwickelt, die durch einen optimierten Polarisationskontrast, ein einfaches und ergonomisches Bedienkonzept sowie Flexibilität bis ins Detail überzeugt. Ob in der Petrografie, Mineralogie oder bei der Analyse von Glas, Kunststoffen und Fasern – die neuen Leica-Polarisationsmikroskope machen das Mikroskopieren erheblich einfacher und die Ergebnisse sicherer. Ob für anspruchsvolle Forschungsaufgaben, Routineanwendungen und den Einsatz in Ausbildung und Studium, der Anwender findet das passende Polarisationsmikroskop, ausgestattet entsprechend den individuellen Anforderungen.

Alle Mikroskope der neuen Generation sind jederzeit ausbaufähig für die schnelle und komfortable Dokumentation von Bildern.

Leica Microsystems GmbH

Tel.: 06441/29-2550 • info@leica-microsystems.com • www.leica-microsystems.com

weitere Produkte unter [www.PRO-4-PRO.com](http://www.PRO-4-PRO.com)

■ Bildverarbeitung und Analyse für die Mikroskopie

■ Web-basierte Datenbanksysteme und Browser

■ Systemlösungen für die Industrie, Medizin und LifeScience

■ Universell einsetzbare Treiber für Digitalkameras

■ Programmierschnittstellen für Kundenlösungen

■ Beratung für Gesamtkonzepte Digital Image Management



**IMAGIC**

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



# Vision

Interview mit Herrn Dr.-Ing. Peter Adolphs,  
Geschäftsführer Pepperl + Fuchs

**INSPECT:** Herr Dr. Adolphs, welche Relevanz haben heute bei Pepperl + Fuchs Produkte aus dem Bereich Bildverarbeitung?

**P. Adolphs:** Zu unserem Umsatz von 310 Mio. € im Jahr 2006 hat die Bildverarbeitung nur mit einem kleinen einstelligen Prozentsatz beigetragen. Dieser Anteil wird aber zukünftig sicherlich deutlich zweistellig, und damit schneller wachsen als alle unsere klassischen Sensoren. Wesentlich wichtiger als das Umsatzwachstum ist uns aber der Zugewinn im Bereich Know-how: Über dieses Know-how, das in den nächsten Jahren entsteht, in denen sich diese Technologie noch etabliert, sich weitere Anwendungsfelder herauskristallisieren, präparieren wir uns an einer Entwicklung teilzunehmen, die gerade im Sensorik-Bereich noch erhebliche Potentiale hat.

Wir müssen natürlich als Komponentenhersteller in der klassischen Industrie-Sensorik erkennen, dass es inzwischen eine gewisse Maturität in unseren angestammten Produkten gibt. Man muss sich also überlegen, wo denn die Sensortechnik hingeht. Welche Technologien werden die Sensortechnik in 10 Jahren beherrschen? Da muss man jetzt schon die Weichen stellen. In diesem Zusammenhang sehen wir die Bildverarbeitung als eine ganz entscheidende Basistechnologie für Sensoren in 10 Jahren an. Und deswegen ist die strategische Wichtigkeit weitaus höher als der heute in Euro und Cent ablesbare Anteil am Umsatz.

**Welche Pläne haben Sie für die Weiterentwicklung des Visionbereiches in Ihrem Hause?**

**P. Adolphs:** Zuerst einmal wollen wir dieses Thema von der Komponentenseite

konsequent weiter umsetzen, noch mehr Anwendungen erschließen, noch mehr spezielle Vision-Sensoren auf den Markt bringen, die für bestimmte Anwendungskluster geeignet sind und die jeweils für den Kunden, der nicht so tief im Thema Image Processing drin steckt, mit möglichst wenig Installations- und Parametrierungsaufwand einsetzbar sind. Parallel dazu wird es aber auch die etwas universelleren Vision-Sensoren bzw. Smart Cameras geben, bei denen der Kunde sehr viel mehr einstellen und parametrieren kann. Und schlussendlich wollen wir mit VMT auch im Systemgeschäft der Bildverarbeitung tätig sein, da wir letztlich glauben, dass die Grenzen zwischen Komponente und System in Zukunft fließender sein werden. Anwendungen, die heute noch ein Systemgeschäft erfordern, werden in wenigen Jahren durch Komponenten gelöst werden – darauf wollen wir uns durch unsere Aufstellung vorbereiten.

**Mit der VMT haben Sie ein Unternehmen erworben, dessen Umsatzgenerierung einen hohen Engineering-Anteil erfordert, das also ein deutlich anderes Geschäftsmodell hat als der Komponentenanbieter Pepperl + Fuchs. Was war der Grund für diese Entscheidung?**

**P. Adolphs:** Die Komponente lernt aus dem System. Das, was heute die Smart Cameras liefern, war vor 10 Jahren ein klassisches Systemgeschäft. Insofern ist da ein gewisser Lerneffekt denkbar, der über ein Systemhaus in den eigenen Reihen beschleunigt und entsprechend auch reibungsloser gestaltet werden kann. Der zweite Aspekt ist der, dass wir auch als Komponentenhersteller mehr und mehr gefordert werden, Systemkompetenz zu zeigen. Über ein Systemhaus wie VMT

haben wir durchaus die Chance, unsere Komponenten als Teil eines Gesamtautomatisierungssystems zu integrieren. Dies ist eine vertriebliche, aber auch ingenieurtechnische Kompetenz, die von unseren Kunden durchaus auch im Komponentengeschäft geschätzt wird. Beide Synergien wollen wir gemeinsam mit der VMT-Gruppe erreichen.

**Sie wollen also als großes Unternehmen mit 3.450 Mitarbeitern weltweit von einem Systemhaus mit 59 Mitarbeitern lernen. Wie wollen Sie das bewerkstelligen?**

**P. Adolphs:** Technologisch wird zunächst einmal ein Know-how-Transfer zwischen den Entwicklungsabteilungen des Systemgeschäfts und des Komponentengeschäfts stattfinden. Auf der vertrieblichen Ebene ist das natürlich sehr viel schwieriger – gar keine Frage. Zunächst einmal werden wir das Vertriebsnetz für das Systemgeschäft ausweiten, d.h. wir werden unsere internationale Aufstellung für die VMT-Systeme verbreitern. Neben autark arbeitenden Spezialisten in den einzelnen Ländern stehen dann unsere internationalen Vertriebsniederlassungen, unser Komponentenvertrieb, der im täglichen Geschäft natürlich den Abgleich mit den Systemverkäufern suchen wird, da man ja die gleichen Kunden hat und teilweise dann auch gemeinsam an diese Kunden herantritt. Durch dieses kooperative Vertriebsmodell, Systemverkäufer auf der einen Seite, Komponentenverkäufer auf der anderen Seite, entsteht ein entsprechender Know-how-Transfer. Wenn man diese Strategie konsequent umsetzt, kann man damit ganz andere Ziele erreichen als es jeder der Bereiche für sich alleine kann.



Wie wird sich die VMT entwickeln? Wird sie am Markt ein eigenes Gesicht behalten oder wird sie Schritt für Schritt komplett integriert?

**P. Adolphs:** Die VMT wird ein eigenes Gesicht am Markt behalten. Und auch der Name VMT wird erhalten bleiben, um letztlich darüber hinaus auszudrücken,

dass unter diesem Label der Kunde mit dem Systemspezialisten spricht und eben nicht mit dem Komponentenverkäufer. Aber natürlich werden wir bei der VMT ganz klar den Bezug zur Pepperl+Fuchs-Gruppe setzen. Es wird also klar aufgezeigt, dass man hier mit einem Unternehmen spricht, das in die Konzernstruktur eingebunden ist und damit die entsprechenden Möglichkeiten einer internationalen Betreuung des Kunden weltweit bieten kann – und natürlich auch eine gewisse Sicherheit, die hinter einem größeren Unternehmen steckt.

Was ist Ihre persönliche Erwartung, wie sich die Bildverarbeitungs-Branche in den nächsten fünf bis zehn Jahren entwickeln wird?

**P. Adolphs:** Ich erwarte, dass bei den zentralen Applikationen, die eine gewisse Verbreitung haben, mehr und mehr größere Unternehmen die Themen besetzen. Ich glaube, dass die kleinen Systemhäuser sich doch auf sehr, sehr kleine Nischen konzentrieren müssen und in diesem Geschäft kaum eine Chance haben, auf Dauer mitzumischen. Insofern wird es da, meiner Ansicht nach, auch bei den Anbietern eine ge-

wisse Konsolidierung geben. Bei den Produkten glaube ich, dass es sehr stark weitergeht in die Richtung der Multisensorintegration. Das Image-Processing-System wird mehr zu einem Multisensor-System werden, das dadurch noch höherwertige oder noch schwierigere Applikationen lösen kann.

Herr Dr. Adolphs, wir danken Ihnen für dieses interessante Gespräch.

► **Kontakt**

Pepperl+Fuchs GmbH, Mannheim  
Tel.: 0621/776-0  
Fax: 0621/776-1000  
info@de.pepperl-fuchs.com  
www.pepperl-fuchs.com

# INFINITEFOCUS®

## OPTISCHE MESS- & PRÜFTECHNIK



Messung von steilen Flanken

Volle Farbinformation zu registrierten 3D Daten

Genauere Ergebnisse bei großen Rauheiten

Einsetzbar bei stark variierenden  
Oberflächeneigenschaften

Unterschiedliche Auflösungen  
vom Mikro- bis zum Nanobereich  
einfach realisierbar

Verifikationsmöglichkeiten  
durch Live-Bild

Einsatz im Labor  
und als Inline-Lösung

**alicon**  
imaging

**Alicona Imaging GmbH**  
Austria, Teslastraße 8  
A-8074 Grambach/Graz  
Tel.: +43 316 4000-700  
Fax: +43 316 4000-711  
e-mail: info@alicon.com

Besuchen Sie uns auf der Control in der Halle 4, Stand 4008

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

FIRMA	SEITE
AIA Automated Imaging Ass.	80
Aicon	94, 106
Alicon Imaging	50, 96, 111
Allied Vision Technologies	27
AMS Technologies OptoTech Division	46, 47
Audi	104
Automation Technology	90
Banner Engineering	71
Banner Engineering Europe	51
Basler	06
Baumer Optronic	103
Benteler Maschinenbau	75
Bundesanst. f. Straßenwesen	86
Cedip Infrared Systems	50, 107
Cognex	61
Cosyco	51
CSM Worldwide	04
Data Translation	48
deltaE imaging	50
Edmund Optics	43
Eltrotec Sensor	107
EMVA European Machine Vision Association – c/o VDMA	5, 06, Beilage
Fanuc Robotics	24
Faro Europe	82
FH Darmstadt	15
Flir Systems	91, 106
Framos Electronic Vertriebs	49
Fraunhofer Allianz Vision	46
Fujinon Europe	39
gateone Agentur f. integriertes Marketing	Beilage
HGV Vosseler	69
High Speed Vision	06
IBS Precision Engeering	109
IDS Imaging Development Systems	45, 46, 63
ifm Electronic	34, 48
IIS Fraunhofer Inst. f. Integr. Schaltungen	52
Imagic Bildverarbeitung	109
in-situ	06, 80
Industrial Vision Systems	30
inos Automationssoftware	59
ipd a group of DALSA Digital Imaging	7
ISIS optronics	109
Isra Vision Systems	06, 54
Kappa opto-electr.	52
Kleiber Spezialpyrometer High Speed Infrared Thermometer	106
Knick	37
LAP Laser Applikation	107
Laser 2000	47
Leica Microsysteme Vertrieb	109
Leutron Vision	48
Leuze Electronic GmbH&Co	65
Matrix Vision	85
Matrox Imaging	51
MaxxVision	37, Beilage
Messe München	12, 17, 19

FIRMA	SEITE
Messe Stuttgart	07, 11
Micro-Epsilon Messtechnik	3
Mikrotron	47
Mitutoyo Meßgeräte	87, 101, 108
Moritex Europe	45
MVtec Software	07, 48, 50, 51
NET New Electronic Technology Vertriebsges.mbh	105
NeuroCheck	30, 67
Nikon	107, 108, 2.US
Olympus Deutschland	89, 4.US
Optence	06
Optical Surfaces	109
Optometron	12
PCE-Power Control Electr.	106
PCO	83
Pepperl & Fuchs	2, 110
Pilz	42
PMDTechnologies	34
Point Grey Deutschland	29, 52
Polytec	79, 106
QUISS	66
Rauscher	1, 47, 49
Rubröder Factory Automation	106
SAC	28
Sanyo Video Vertrieb	45
P. E. Schall	100
Schäfter + Kirchhoff	47
Jos. Schneider Optische Werke	26, 48
Schott	46
SensoPart Industriesensorik	80
Sick /IVP	22
Sick Vertriebs Deutschland	22
Siemens	08, 36, 77, Titelseite
Siemens VDO Automative	33
Sika	36
Silicon Software	40, 55
Sill Optics	16
Steinbichler Optotech.	50, 98
Stemmer Imaging	35, 45, 49, 52
SVS-Vistek	12
Tamron Europe	31
Thyssen Krupp Krause	61
VDI-Wissensforum IWB	06
VDMA Fachverband Maschinen und Apparate	06
VDS Vosskühler	13, 45, 108
Viscom	80
Visicontrol Ges. f. elektr. Bildverarbeitung	07
Vision Components	46, 49
Vision Tools Bildanalyse-Systeme	45, 72
Vitronic Dr.Ing. Stein Bildverarbeitungssysteme	78
VMT Bildverarbeitungs- Systeme	64
Volkswagen	57
Weinberger Deutschland	86
Carl Zeiss	46, 52, 107
Carl Zeiss SMT	88

IMPRESSUM

<p><b>Herausgeber</b> GIT VERLAG GmbH &amp; Co. KG</p> <p><b>Geschäftsführung</b> Dr. Michael Schön</p> <p><b>Verlagsleitung</b> Dr. Michael Klinge</p> <p><b>Leitung Verkauf &amp; Marketing</b> Anna Seidinger</p> <p><b>Objektleitung</b> Dr. Peter Ebert Tel.: 06151/8090-162 p.ebert@gitverlag.com</p> <p><b>Redaktion</b> Gabriele Jansen (Chefredakteurin) Tel.: 06151/8090-153 g.jansen@gitverlag.com</p> <p>Angela Seibert-Weck Tel.: 06151/8090-131 a.weck@gitverlag.com</p> <p>Andreas Grösslein Tel.: 06151/8090-163 a.groesslein@gitverlag.com</p>	<p><b>Redaktionsassistentz</b> Beate Zimmermann Tel.: 06151/8090-201 b.zimmermann@gitverlag.com</p> <p><b>Wissenschaftlicher Beirat</b> Prof. Dr. Christoph Heckenkamp Darmstadt University of Applied Sciences</p> <p><b>Anzeigenvertretungen</b> Manfred Höring Tel.: 06159/5055 media-kontakt@t-online.de</p> <p>Claudia Brandstetter Tel.: 089/43749678 claudia.brandst@t-online.de</p> <p>Dr. Michael Leising Tel.: 03603/893112 leising@leising-marketing.de</p> <p><b>Herstellung</b> GIT VERLAG GmbH &amp; Co. KG Dietmar Edhofer (Leitung) Bernd Happel (Redaktion) Claudia Vogel (Anzeigen) Sandra Rauch (Layout) Elke Palzer, Ramona Rehbein (Litho)</p>	<p><b>Sonderdrucke</b> Christine Mühl Tel.: 06151/8090-169 c.muehl@gitverlag.com</p> <p><b>Bankkonten</b> Dresdner Bank Darmstadt Konto-Nr. 01.715.501/00, BLZ 50880050</p> <p>Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste vom 1. Oktober 2006</p> <p>2007 erscheinen 4 Ausgaben „INSPECT“ Druckauflage: 15.000</p> <p><b>Abonnement</b> 4 Ausgaben EUR 25,- zzgl. 7 % MWSt Einzelheft EUR 13,- 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.</p> <p><b>Originalarbeiten</b> Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion</p>	<p>und mit Quellenangabe gestattet. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.</p> <p>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.</p> <p>Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/ oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.</p> <p><b>Druck</b> Frotscher Druck Riedstr. 8, 64295 Darmstadt</p> <p>Printed in Germany ISSN 1616-5284</p>
---	---	--	---

Since 1807...

# Wiley



# Knowledge for Generations

## KONTROLLIEREN SIE IHRE DATEN – ODER KONTROLLIEREN IHRE DATEN SIE?

Sie kennen das: Mit jedem Tag nehmen die Datenmengen rapide zu – bis man sie kaum noch in den Griff bekommt. Das beeinträchtigt die Arbeitsabläufe und führt zu wachsender Ineffizienz. Olympus Stream, das neue Datenmanagement-System für die Mikroskopie, gibt Ihnen die volle Kontrolle zurück. Denn Stream optimiert Ihre Arbeitsprozesse: Die leistungsfähige Datenbanklösung verwaltet eine unbegrenzte Zahl von Anwendern mit variablen Nutzerrechten. Alle Daten sind schnell und einfach abrufbar. Die Bildaufnahme ist ebenso integriert wie einfache Messfunktionen. Prüfberichte können schnell per „Drag and drop“ erstellt werden. Und das alles natürlich perfekt eingebunden in Ihre Mikroskop-Laborumgebung – für jederzeit flüssige Prozesse. Nehmen Sie die Kontrolle in die Hand: Mit Stream machen Ihre Daten nur noch das, was Sie wollen.

Besuchen Sie uns auf der:

# Control

Halle 3, Stand 3201 & 3202

Erfahren Sie mehr bei:  
Olympus Deutschland GmbH  
Tel.: (0 40) 2 37 73 46 12  
E-Mail: [mikroskopie@olympus.de](mailto:mikroskopie@olympus.de)  
[www.olympus.de](http://www.olympus.de)

