

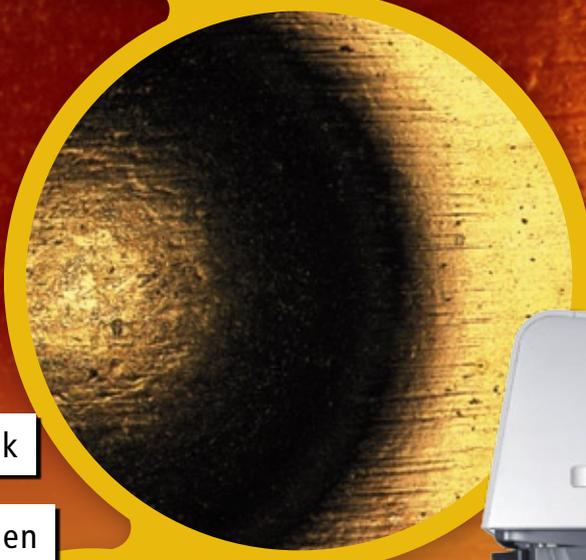
10. JAHRGANG  
MAI 2009

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

# INSPECT

D 30 122 F

5



Special: Dimensionelle Messtechnik

Performance von Inspektionsanlagen

3D-Messtechnik

Oberflächeninspektion

## OLYMPUS

Your Vision, Our Future

PARTNER OF:



A Passion  
For Communication  
Since 1969  
**40** Years **GIT VERLAG**  
A Wiley Company  
[www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com)

# Genie

DISCOVER THE VERSATILITY OF BLUE



DALSA Genie GigE Kameras sind kompakt, robust und speziell dafür konzipiert, zu ihrer Anwendung und in ihr Budget zu passen. Genie erleichtert den Übergang zu Digital.



- > Auflösung von 640 x 480 bis zu 1600 x 1200 Pixel
- > Bildraten bis zu 300 fps
- > Monochrom oder Farbe
- > Einfache Konfiguration mit Sopera Essential
  - kostenlose Runtime-Lizenz für Pattern matching, Kontur-Analyse und Optikkorrektur \*

\* bei Verwendung mit DALSA Hardwareprodukten.

## Entdecke die Vielfalt von DALSA

Auf unserer Website finden Sie die Genie Produktspezifikation und das Whitepaper: "Making the Move to Digital Image Capture"

[www.dalsa.com/genie/ins5](http://www.dalsa.com/genie/ins5)



GENIE Kameras sind vollständig kompatibel zu DALSA's Sopera Essential Vision Software und zu GenICam-XML Softwareprodukten.

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

**DALSA**

# Innovationsmanagement – Managementinnovationen

Ähnlich wie die Strategie ist auch die Innovation ein Begriff, der in den letzten Jahren eine nachgerade inflationäre Verbreitung gefunden hat. Strategisch ist gern alles, was man kausal nicht begründen kann. Einen strategischen Markt muss man erobern auch ohne die Kosten-/Nutzenrelation aufzeigen zu können. Ein strategischer Kunde erfordert eine besondere Preiselastizität jenseits der vorgegeben Zielmargen. Und ein strategisches Projekt entzieht sich von vornherein der Justifizierung.

Bei der Umsetzung der Firmenstrategie findet man dann ebenso häufig die Innovation. Unsere Innovationsfähigkeit zeichnet uns aus, mit unseren Innovationen unterstützen wir unsere Kunden und Innovationen sind es, die wir jetzt dringend benötigen. Wie kommen wir denn aber zu diesen Innovationen?

Zunächst mal zur Begrifflichkeit: Innovation leitet sich ab von lateinisch *novus* und *innovatio*, also etwas neu Geschaffenes. Gern verwechselt im täglichen unspezifischen Sprachgebrauch wird der Begriff mit der Invention, also der Erfindung. Eine Invention ist aber erst dann eine Innovation, wenn sie in einen Produktionsprozess umgesetzt wurde. Wir müssen also in der Entstehung einer Innovation die folgenden Phasen durchlaufen:

1. Kreativphase, d.h. die Invention,
2. Bewertungsphase, d.h. der Abgleich der Erfindung mit den Marktbedürfnissen und der Umsetzbarkeit,
3. Umsetzungsphase, d.h. Produktentwicklung, Produktion und Vertrieb.

Um als Innovatoren erfolgreich zu sein, brauchen wir also zunächst einmal die kreativen Köpfe für die „Erfindung“ von etwas Neuem. Die Kreativität lässt sich nicht anordnen, sondern sie gedeiht insbesondere gut in einem Klima mit Spielraum für Spiel-Raum. Beispielhaft ist hier sicherlich Google, wo die Mitarbeiter angehalten sind, 20% ihrer Arbeitszeit mit Projekten zu verbringen, die fernab ihrer Kernaufgaben liegen. Minimalvoraussetzungen für ein gutes Innovationsklima sind der freie Zugang zu Informationen und Informationsaustausch (es gibt tatsächlich noch Unternehmen, die die Nutzung des Internets am Arbeitsplatz versuchen in „beruflich“ und „privat“ zu trennen, anstatt es wert zu schätzen, dass ihre Mitarbeiter dies Abends zu Hause

nicht tun), die Chance zu beständiger Weiterbildung (gerade im Moment werden neben den Fachmessen von vielen High-Tech-Unternehmen Road-shows, Workshops und Seminare angeboten) und das Grundverständnis, dass Kreativität freien Raum benötigt (wenn also 120% der Arbeitszeit verplant sind, sinken die Chancen beträchtlich, dass eine Invention überhaupt statt finden kann).

In der Bewertungsphase geht es dann um die Beurteilung, ob die Invention die Chance in sich trägt, zur Innovation entwickelt zu werden. Auch der oder die Beurteiler benötigen dafür das richtige Innovationsklima. Viel zu oft findet jedoch die Beurteilung an einer Stelle im Management statt, die weder eine ausreichende Informationsbasis noch den eigenen kreativen Freiraum hat, sich mit einem neuen Thema ausreichend zu befassen.

Eine Managementinnovation wäre es nun, sich für diesen Schritt des kumulativen Know-hows im Unternehmen zu bedienen und dabei den spielerischen Raum zuzulassen, der der Nährboden für Kreativität ist. HP hat beispielsweise gute Erfahrungen damit gemacht, ihre Mitarbeiter auf die Marktchancen ausgewählter Produkte wetten zu lassen. Mit echtem Einsatz und mit echtem Gewinn. Die Zuverlässigkeit der Absatzprognosen hat sich in diesem Fall signifikant gesteigert. Stellen wir also unsere geplanten Innovationen ins Intranet und lassen unsere Mitarbeiter Wetten abschließen auf den Markterfolg. Auf diese Weise erhalten wir in einem frühen Stadium ein breites Feedback und stellen unsere Entscheidungen auf eine solide Basis. Da alle Mitarbeiter an dieser Wette teilnehmen können, haben wir im positiven Fall auch bereits den Weg geebnet für den letzten Schritt von der Invention zur Innovation, der Überführung der Erfindung in den Produktions- und Vertriebskanal.

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen Produkte und Systeme vor, die den Schritt von der Invention zur Innovation bereits gemeistert haben. Wetten, dass Sie auch für Ihre Aufgabenstellungen interessante Anregungen erhalten?

Gabriele Jansen  
Publishing Director  
gabriele.jansen@wiley.com

## Matrox Smart Kamera

Iris GT & Design Assistant

Intelligente Kameras mit komfortabler Entwicklungssoftware — ideal für OEMs, Systemintegratoren und End-User



NEU

### Matrox Iris GT

Kompakte, robuste Bauform, höchste Performance und Geschwindigkeit und trotzdem äußerst preisgünstig

### High-End Hardware

1.6 GHz Intel Atom Prozessor  
VGA und 1280 x 960 Pixel, bis 110 fps  
1 GB Flash-Disk  
10/100/1000 Ethernet, USB 2.0, RS-232  
Ethernet/IP und Modbus Anbindung  
VGA-Ausgang  
opto-gekoppelte Trigger-/Strobe-Signale  
geringe Leistungsaufnahme  
IP67 Gehäuse

### Design Assistant Software

**weltweit erprobte BV Module**  
Blob Analysis, 1D/2D Code Reader, Edge Locator, Image Processing, Intensity Checker, Metrology, OCR, Pattern Matching, Calibration, String Reader, Geometric Model Finder

### schnellste Umsetzung

übersichtliche und intuitive Applikationsentwicklung mit einem Flussdiagramm

— ganz ohne Programmierung

NEU

**kostenlose Test-Version und Infos zum Integrator-Programm anfordern!**

**RAUSCHER**

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



Ganzheitliche Sicht

▶ 8



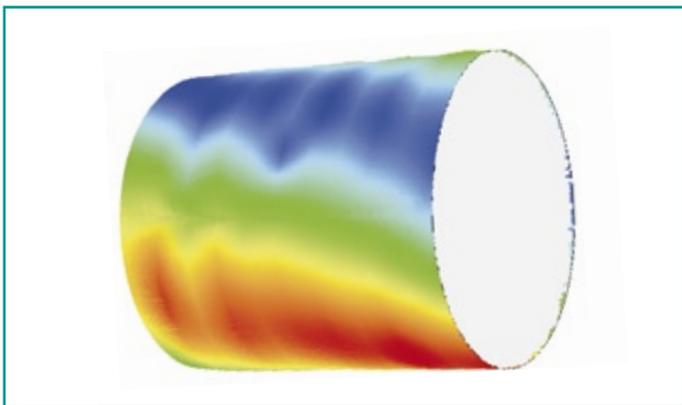
Unverzerrte Sicht

▶ 22



Übersicht

▶ 48



Rundumsicht

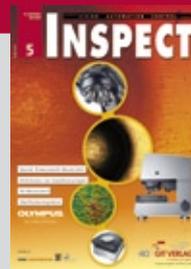
▶ 64

## AKTUELL

**001 Editorial**  
Gabriele Jansen

## TITELSTORY

**004 An der Grenze zu REM ... und mehr**  
Oberflächenanalyse mit Materialmikroskopie



**006 News**

**008 Performance von Inspektionsanlagen**  
Einflussfaktoren bei der automatischen Defektsuche  
Dr. Ralph Neubecker

**014 Stuttgarter Frühling**  
Control 2009

**022 Keine Perspektive?**  
Grundlagen der optischen Messtechnik: Telezentrische Objektive  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp

**070 Visionäre**  
Interview mit Dr. Rainer Ohnheiser, Vorsitzender der Geschäftsführung, Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH

**072 Index & Impressum**

## VISION

**026 Mehrere Millionen Spiegel**  
Technologie und Anwendungen des Digital Light Processing  
Alfred Jacobsen

**028 Pixel Highway**  
Große Datenmengen effektiv bewegen  
Ronny Walther

**030 Grüne Mobilität**  
Qualitätskontrolle von Zylinderlaufbahnen zur Motorenoptimierung  
Andreas Hermann

**032 Produkte**

## AUTOMATION

- 038 Präzision aus der Goldstadt**  
Messverfahren für hochgenaue optische Messungen  
Dr. Helge Moritz
- 042 Gut gewickelt**  
Präzise 3D Stereomesstechnik bei 900°
- 044 Perfektes Zusammenspiel**  
3D-Roboterführung, In-line Messtechnik und Datenanalyse  
sichert Qualität im Karosseriebau  
Robert Werny
- 048 Outsourcing**  
Lohnmessen mit Bildverarbeitung  
Dipl.-Ing. Joachim Kimmerle
- 050 Produkte**

## CONTROL

- 052 Wärmefluss-Thermografie**  
Vom Laborsystem bis zur industriellen Anwendung  
– eine Erfolgsgeschichte  
Dr. Christoph Döttinger
- 054 Automatische Fokusjustierung**  
Piezoantriebe für die Mikroskopie  
Dipl.-Phys. Steffen Arnold, Ellen-Christine Reiff, M.A.
- 056 Neue Möglichkeiten**  
Laser Tracker vereinfacht Kontrolle großer Gussteile  
Andreas Petrosino
- 058 Für höchste Oberflächengüte**  
Qualität von Bohrern und Fräsern rundherum sichern  
Mag. Astrid Krenn
- 062 Perfekte Oberfläche**  
Automatisierter objektiver Oberflächenprüfplatz  
mit hoher Flexibilität bei Daimler AG  
Dipl.-Phys., MBM Hubert Lechner
- 064 Hochpräzise und berührungslos**  
Rundheit- und Rundlaufmessung mit Vielstellensensorik  
Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt, M. Sc. Guilherme Mallmann
- 066 Produkte**



## 2D/3D PROFIL-SENSOREN

für das dimensionelle Messen

NEU: Laser-Linien-Scanner mit integriertem Controller

Messbereiche bis 100 mm

Geringes Gewicht und kompakte Bauform

Profilfrequenz bis 100 Hz

3D - Darstellung mit höchster Präzision

Typische Anwendungen:

Positions- und Profilmessung,  
Kantenverfolgung, Bahnbreite,  
Nutbreite und -tiefe, Schweißnaht-  
kontrolle, Roboterführung

**JETZT INFORMIEREN!**

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

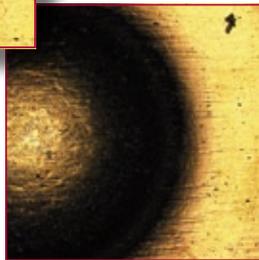
MICRO-EPSILON Messtechnik

94496 Ortenburg · Tel. 0 85 42/168-0

[info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)

# An der Grenze zu REM ... und mehr

## Oberflächenanalyse mit Materialmikroskopie



Messungen auf Oberflächen sind eine immer wichtigere Analysetechnik für die topologische Bestimmung verschiedenster Materialien. Sie können für die Identifizierung von Korrosion und die Oberflächencharakterisierung ebenso eingesetzt werden wie für die Qualitätskontrolle unterschiedlichster Oberflächen.

Bei konventionellen Methoden – wie der Profilometrie – tastet eine Nadel die Probenoberfläche ab. Diese Technik ist jedoch nicht ganz unproblematisch. So eignet sie sich nicht für bestimmte Materialien, wie z.B. Klebstoffe. Darüber hinaus kann das Abtasten zu ungenauen Daten führen. Die neue konfokale Laser-Scanning-Mikroskopserie (cLSM) von Olympus nutzt die optische Messtechnik und ermöglicht dadurch eine kontaktfreie Rauigkeitsmessung von Oberflächen. Das Lext OLS4000 ist das jüngste Modell aus dieser Reihe. Es erlaubt äußerst präzise sowie zuverlässige 3-D-Oberflächenprofil-Beobachtungen und -Messungen in Echtzeit. Dank hochentwickelter Optiken und einer anwenderfreundlichen Softwarebenutzeroberfläche ist es sowohl für Einsteiger als auch für Profis einfach zu bedienen.

Oberflächen spielen in den modernen Material- und Ingenieurwissenschaften eine entscheidende Rolle. Ob bei der Bestimmung von Oberflächenbeschaffenheiten, der Untersuchung von Kohlenstoffnanoröhren und Kohlefasern, oder bei der Identifizierung von Kratzern auf Glas: Nie zuvor kam der Oberflächenanalyse in so vielen Bereichen eine so große Bedeutung zu wie heute. Dabei ist die genaue Messung kleinster Merkmale auf

verschiedenen Oberflächen eine besondere Herausforderung. Merkmale, wie z.B. die Oberflächenrauigkeit, lassen sich durch Standard-Lichtmikroskope nicht mit der erforderlichen Klarheit und Genauigkeit auflösen bzw. vermessen.

### Das Laser-Scanning-Mikroskop

Die Beobachtung und Untersuchung kleiner und komplexer Objekte ist in vielerlei Hinsicht eine Herausforderung. Das neue Scanning-Mikroskop vereinfacht den Prozess, komplexe Materialien im Mikrobereich darzustellen. Gegenüber seinen Vorgängern bietet es eine optimierte Funktionalität sowie ein noch höheres Leistungsniveau bei der Visualisierung und Messung. Das extrem zuverlässige System liefert besonders genaue Ergebnisse bis an die Grenzen der optischen Auflösung. Für die hohe Auflösung sorgt zudem eine innovative, Zweifach-Pinhole-Anordnung, mit der sich Messungen von Flankensteilheiten sogar bei geringen Vergrößerungen durchführen lassen. Die Pinholes (Lochblenden) unterscheiden sich in ihrer Größe und damit in ihrer Empfindlichkeit. Während mittels der kleineren eine außergewöhnliche Genauigkeit erzielt wird, eignet sich die andere zur Erreichung eines deutlich größeren

Dynamikumfangs. Direkt hinter den Lochblenden befinden sich zwei Fotodetektoren mit jeweils unterschiedlichen AD-Wandlern. Dadurch wird das jeweils bestmögliche Signal für die Umwandlung in ein digitales Bild genutzt. Darüber hinaus ermöglichen Hochgeschwindigkeits-MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) eine Auflösung, die über das normale Maß in der optischen Mikroskopie hinausgeht.

Für eine bessere Bildqualität, weniger Rauschen und ein damit insgesamt optimiertes Arbeitsumfeld sorgt die integrierte Schwingungsdämpfung. Zudem garantieren der motorisierte Tisch sowie die Verbesserungen beim Signal-Rausch-Verhältnis und der Farbqualität, dass jede Messung exakte, reproduzierbare Ergebnisse liefert. Im Vergleich zu herkömmlichen Scannertechnologien lassen sich mit dem im Mikroskop-System verwendeten, innovativen XY-Laserscanner die Scanningprozesse besonders schnell ausführen und die Ergebnisse noch besser reproduzieren. Eine vollständige Reihe speziell entwickelter Objektive verbessert die optische Leistung zusätzlich. Selbst bei hohen Vergrößerungen wird ein Höchstmaß an optischer Schärfe und Meßgenauigkeit erzielt. Dazu wurde das gesamte System optimiert und hochwert-

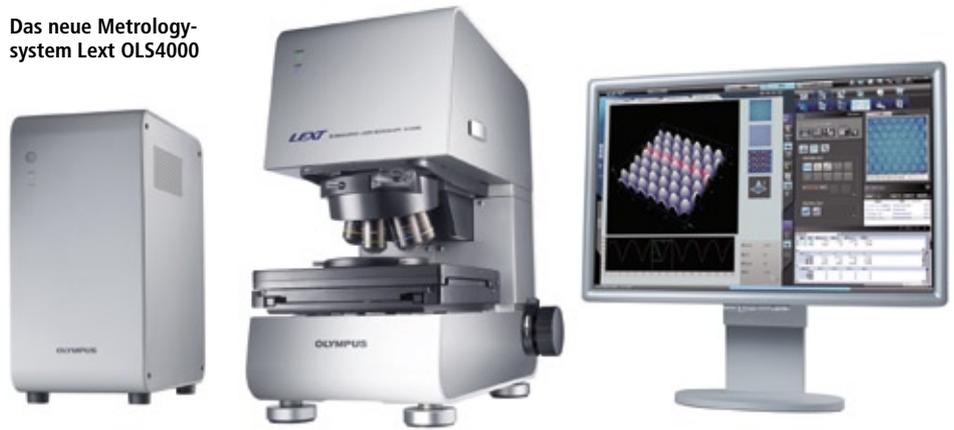
tige optische Produkte entwickelt. Die Optik minimiert die bei kurzen Wellenlängen typischen Aberrationen und maximiert gleichzeitig die Transmission. Das Ergebnis sind hochaufgelöste Bilder und hoch präzise Meßergebnisse.

### Benutzerfreundliche Software

Die leicht zu handhabende Software bietet eine für Einsteiger und Profis gleichermaßen anwenderfreundliche Oberfläche. Die Software unterstützt einen Arbeitsablauf, der dem Anwender und seinem jeweiligen Erfahrungsgrad entspricht. Die wichtigsten Schaltflächen sind von Anfang an auf dem Bildschirm sichtbar. Die Tasten für komplexere Funktionen stehen erst dann zur Verfügung, wenn sie auch wirklich gebraucht werden. Die Oberfläche bleibt für den Anwender dadurch stets übersichtlich, so dass sich die Software auch von Anfängern problemlos bedienen lässt. Die Benutzerkontrolle sorgt dafür, dass sich mehrere Anwender das System mit passwortgeschützten, individuellen Einstellungen teilen können. Dank dieser zeitsparenden Funktion ist es nicht erforderlich, die Wunschparameter jedes Mal neu einzugeben. Koordinaten können vorab festgelegt und vom System gespeichert werden, wodurch sich eine Reihe von Standardmessungen leicht einrichten lässt. Das Lext OLS4000 deckt die gesamte Bandbreite an präzisen Mess- und Analysefunktionen für praktisch jede Anforderung ab. Stufenhöhen, Linienstärken und Abstände zwischen zwei Punkten lassen sich durch dreidimensionale Messungen ermitteln. Sowohl die Festlegung der oberen und unteren Grenzpositionen als auch Bildaufnahmen mit nur einem Klick sind jetzt überdurchschnittlich schnell, wodurch wertvolle Zeit eingespart wird. 3-D-Bilder können per Mausclick frei gedreht werden. Zudem steht eine Vielzahl von Bildarstellungsvorlagen zur Verfügung. Ähnlich wie bei herkömmlichen Tastgeräten zur Rauigkeitsmessung, können in einem speziellen Scanmodus für Oberflächenrauigkeit Daten mittels Laserabtastung erfasst und Messungen entlang einer Linie durchgeführt werden. Weitere feinste Rauigkeitsanalysen sind durch die Aus-

Die intuitiv zu bedienende Software bietet eine anwenderfreundliche Oberfläche.

Das neue Metrology-system Lext OLS4000

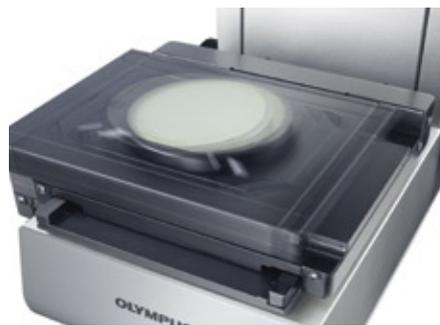


wahl von definierten Regionen (ROI-Funktion) möglich. Da Messungen mit einem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop allerdings kontaktfrei ablaufen, lässt sich eine wesentlich größere Auswahl an

Materialien exakt abbilden. Dank des Lasers muss keine Abtastnadel über die Probe bewegt werden, was Schäden an der Oberfläche hervorrufen und zu falschen Ergebnissen führen könnte. Des Weiteren können nun auch klebrige Materialien einer Rauigkeitsanalyse unterzogen werden.



Spezielle Objektive garantieren beste optische Qualität



Der motorisierte Tisch garantiert exakte, reproduzierbare Ergebnisse.

### Fazit

Die Lasermikroskopie hat sich weit über die elementare 3-D-Geometrie hinausentwickelt und ermöglicht mittlerweile überaus exakte Messungen im Mikro-Bereich. Das neue Mikroskopmodell verbindet hochentwickelte Optik mit einer Zweifach-Pinhole-Technologie. Das Ergebnis ist ein einmaliges, zuverlässiges und robustes Laser-Scanning-Mikroskop. Topologisch komplexe Objekte lassen sich ganz einfach in 3-D rekonstruieren, da kontaktfreie Oberflächenrauigkeitsmessungen noch umfangreichere und exaktere Ergebnisse ermöglichen. Die benutzerfreundliche Softwareoberfläche ist für Einsteiger leicht zu bedienen. Darüber hinaus kann sie aber auch an die Anforderungen von fortgeschrittenen Anwendern angepasst werden. Mit seiner hervorragenden Auflösung und Vergrößerung empfiehlt es sich allen Forschern, die zwischen den Grenzen der herkömmlichen optischen Mikroskope und Rasterelektronenmikroskope (REM) arbeiten. Zudem zeichnet sich das jüngste Mitglied der Mikroskop-Familie durch seine äußerst geringen Betriebskosten aus.



### ► Kontakt

Olympus Deutschland GmbH, Hamburg  
Geschäftsbereich Mikroskopie  
Tel.: 040/23773-4612  
Fax: 040/230817  
mikroskopie@olympus.de  
www.microscopy.olympus.eu/metrology

### Vertriebskooperation

Vitronic bietet kamerabasierten Identifikationslösungen für die Kurier-, Express- und Paketdienstleister (KEP)-Branche. Damit werden Codes und Schriften gelesen und Volumen zertifiziert gemessen: von kleinen Paketen bis zu nicht-maschinenfähigen Sendungen. Das Palettenmesssystem von AKL-tec erweitert diese Produktpalette. AKL-tec ist Spezialist für die zentimetergenaue Vermessung und präzise Verwiegung von Paletten. Vitronic übernimmt den Vertrieb der bewährten Messsysteme in ausgewählten Bereichen der KEP-Branche; gleichzeitig bietet AKL-tec die im Markt seit vielen Jahren erfolgreiche kamerabasierte Identifikationstechnik von Vitronic an.

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



### Präzisionsmesstechnik mit ausgezeichnetem Design

Im Rahmen des red dot award: product design 2009 wurde dem 3-D-Konfokalmikroskop µsurf explorer von Nanofocus das Qualitätssiegel „red dot“ für hohe Designqualität verliehen. Überzeugt hat die Expertenjury eines der renommiertesten internationalen Designwettbewerbe das „herausragende und innovative Design“ des optischen Messsystems. Die Auszeichnung für besonders kreative, innovative und qualitativ hochwertige Produkte wird am 29. Juni 2009 auf der Preisverleihung im Essener Aalto-Theater überreicht. Insgesamt stellten sich in diesem Jahr 3.231 Produkte aus 49 Nationen dem Expertenurteil. Der µsurf explorer ist ein kompaktes 3D-Konfokalmikroskop, das die präzise Technologie eines Hochleistungsmessgerätes mit der soliden Ausführung eines robusten Werkzeugs für den täglichen Messeinsatz in der Produktionsumgebung vereint.

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



### KSW Microtec ernannt neuen CFO

Der Anbieter von RFID-Komponenten hat Dr. Heiko Färber zum neuen Chief Financial Officer (CFO) ernannt. Er wird eine entscheidende Rolle im Hinblick auf das weitere Wachstum des Unternehmens spielen. Dr. Heiko Färber, der in Betriebswirtschaft promoviert hat und beeindruckende Erfolge im Finanzbereich vorweisen kann, wird die Verantwortung für das kaufmännische Ressort sowie für die IT-, Rechts- und Personalabteilung des Unternehmens übernehmen. Er verfügt über eine mehr als zehnjährige Erfahrung im Finanzbereich und war zuvor als CFO bei der Autovermietung Budget und beim Technologieunternehmen QSIL tätig sowie Seniorpartner einer Finanz- und Investmentgesellschaft. Das primäre Ziel des Teams von KSW ist die Weiterentwicklung des RFID-Geschäfts des Unternehmens in den Bereichen Asset Tracking, Access Control & High Security, ePayment und eTicketing.

[www.ksw-microtec.de](http://www.ksw-microtec.de)



### Umsatzwachstum bei Basler Components

Basler Vision Technologies hat den Geschäftsbericht für das Jahr 2008 veröffentlicht. Der Geschäftsbereich Basler Components (Digitale Industriekameras) konnte seinen Umsatz im Vergleich zum Vorjahr um 8% auf 29,7 Mio. € (2007: 27,5 Mio. €) steigern. Ausschlaggebend dafür war der Ausbau der weltweiten Führungsposition im wachstumsstarken Gigabit-Ethernet-Kamerasegment. Basler Components hat damit in 2008 seine Marktposition als Nummer 2 im Weltmarkt für digitale Industriekameras gefestigt. Das Komponentengeschäft erwirtschaftete wie bereits 2007 mehr als die Hälfte des Konzernumsatzes. Dieser stieg um 10% auf den Rekordwert von 56,5 Mio. € (2007: 51,5 Mio. €). Der Auftragseingang erhöhte sich ebenfalls um 11% auf den neuen Höchststand von 62,9 Mio. € (2007: 56,6 Mio. €). Das Vorsteuerergebnis (EBT) kletterte um 61% auf 2,9 Mio. € (2007: 1,8 Mio. €).

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

### Neue Europazentrale in Heidelberg

Automated Precision, Anbieter von mobilen Messsystemen für den industriellen Einsatz, hat seine Europazentrale vom holländischen Heerenveen in neu bezogene Räumlichkeiten nach Heidelberg verlegt und firmiert in diesem Zuge zukünftig unter



Automated Precision Europe. Marc Keinert, General Manager bei der Automated Precision Europe: „Wir expandieren in weltweit wirtschaftlich schwierigen Zeiten und vergrößern unseren Sitz in Deutschland, um unserem wachsenden und zudem anspruchsvollen Kundenstamm gerecht zu werden. Dabei war unsere

Devise, alles unter einem Dach zu haben. In diesem Sinne vereinen sich das neue Servicecenter und die Bereiche Europamarketing, Vertrieb, Logistik sowie die europäische Geschäftsführung auf rund 550 m<sup>2</sup> am Standort Heidelberg.“

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

### Hexagon und Agie Charmilles arbeiten zusammen

Dazu wurde eine Vereinbarung zwischen den beiden Unternehmen getroffen, die die Partnerschaft regelt. Hexagon Metrology gilt demnach als bevorzugter Partner von GF Agie Charmilles in Bezug auf Applikationen rund um das Voreinstellen und Messen, bei denen 3D-Messmaschinen notwendig sind. Das Vertragswerk hat direkten Einfluss auf die Ausstattung der größten Applikationszentren in Genf, Shanghai, Singapur und Chicago von GF Agie Charmilles: In diesen Zentren wird in Zukunft mit Koordinatenmessgeräten von Hexagon Metrology gearbeitet. Auch auf jeder Messe wird Hexagon Metrology Technik Bestandteil der ausgestellten Fertigungszellen von GF Agie Charmilles sein.

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

### Fraunhofer Vision mit neuem Partner

Die Fraunhofer-Allianz Vision hat einen weiteren Partner. Das Institut für Digitale Bildverarbeitung der Joanneum Research Forschungsgesellschaft aus Graz in Österreich und die Fraunhofer-Allianz Vision arbeiten auf dem Gebiet der industriellen Bildverarbeitung zukünftig enger zusammen. Damit erweitert sich der Kreis der offiziellen „Vision Partners“ auf 13 Mitglieder. Die Joanneum Research Forschungsgesellschaft ist eine der größten außeruniversitären Forschungseinrichtungen Österreichs. Als Innovationspartner für Wirtschaft und Verwaltung werden angewandte Forschung und Entwicklung, bedarfsorientiertes technisch-wirtschaftliches Consulting und Know-how in der interdisziplinären Bearbeitung komplexer Forschungsaufträge auf nationaler und internationaler Ebene angeboten.

[www.vision.fraunhofer.de](http://www.vision.fraunhofer.de)

# LASER World of PHOTONICS

19. WELTLEITMESSE UND KONGRESS FÜR KOMPONENTEN,  
SYSTEME UND ANWENDUNGEN DER OPTISCHEN TECHNOLOGIEN

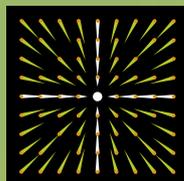
## LIGHT AT WORK

### INDUSTRIELLE BILDVERARBEITUNG BRAUCHT NICHT IRGEND EINE MESSE. SONDERN DIE RICHTIGE.

Ihr Ziel sind Wettbewerbsvorteile durch den Einsatz von innovativen optischen Technologien? Willkommen auf der **LASER World of PHOTONICS**. Keine andere Veranstaltung bringt mehr Innovationen, Anwendungen und Know-how zusammen und vermittelt umfassendere Antworten auf die Fragen nach den Einsatzmöglichkeiten der Photonik in der industriellen Bildverarbeitung als die Weltleitmesse der Laser und Photonik. Profitieren Sie von konsequenter Praxis- und Businessorientierung und verwirklichen Sie mit Marktführern, Entscheidern und Anwendern das gemeinsame große Ziel: Lösungen.

Hotline: (+49 89) 9 49-114 68, Fax: (+49 89) 9 49-114 69  
[info@world-of-photonics.net](mailto:info@world-of-photonics.net), [www.world-of-photonics.net](http://www.world-of-photonics.net)

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



NEUE  
MESSE  
MÜNCHEN

15.–18. JUNI 2009

# Performance von Inspektionsanlagen

## Einflussfaktoren bei der automatischen Defektsuche

An der Leistungsfähigkeit von Inspektionsanlagen im Produktionsprozess entzündet sich nicht selten Streit zwischen dem Anwender und dem Lieferanten – was an unterschiedlichen Sichtweisen liegen kann. Die vom Anwender gewünschte Performance hängt nämlich nicht nur alleine von der technischen Leistungsfähigkeit der Inspektionsanlage ab. Dieser Beitrag möchte die maßgeblichen Einflussfaktoren aufzeigen und für eine Prozess-Gesamtsicht sensibilisieren.



Die Prämisse jedes guten Qualitätsmanagements lautet, Fertigungsprozesse zu beherrschen statt fehlerhafte Teile auszusortieren. Die Prozessbeherrschbarkeit hat jedoch ihre praktischen Grenzen, daher sind automatische Inspektionsanlagen in der Endkontrolle oft unumgänglich. Inspektionen sind aber nie perfekt, weder menschliche noch automatische, daher stellt sich immer die Frage nach ihrer Leistungsfähigkeit.

Die originäre Aufgabe einer Endkontrolle ist es, Schlechttteile auszusortieren. Aus Sicht der QS soll der Durchschlupf von Schlechttteilen, die noch zum Kunden gehen, minimal sein. Aus Sicht des Produktionsleiters dagegen soll eine Inspektion möglichst wenig Fehlausschuss generieren. Diese beiden Größen lassen sich über Stich-

proben aus den Gut- und Schlechttteilen bestimmen. Zusammen mit dem Anteil der echten Gutteile und der echten Schlechttteile kann man diese Kennzahlen sinnvoll in einer Vierfeldertafel darstellen (vgl. Abb. 1).

Die finalen Kennzahlen Durchschlupf und Fehlausschuss hängen allerdings nicht alleine von der technischen Leistungsfähigkeit der Inspektionsanlage ab. Vielmehr sind diese Größen getrieben vom Gesamtprozess, der aus dem Produktionsprozess selbst, der Inspektion und der Qualitätsbewertung der Inspektionsergebnisse besteht (vgl. Abb. 1): der Produktionsprozess erzeugt verschiedene Defekte in einer gewissen Häufigkeit, die Inspektion stellt diese Eigenschaften fest und in der Qualitätsbewertung wird entschieden, ob die festgestellten

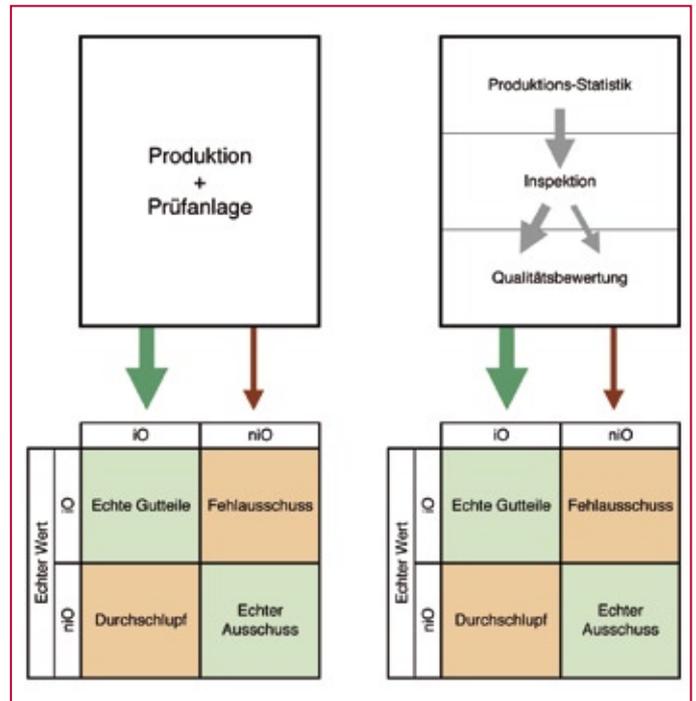


Abb. 1: Aus einer naiven Sicht ist die gesamte Produktion samt Endinspektion eine Blackbox (links), aus der nur korrekt inspizierte Teile (echte Gutteile und echte Schlechttteile) und fehlerhaft inspizierte Teile (Durchschlupf und Fehlausschuss) heraus fallen. Genauer betrachtet ist die Inspektion aber nur ein Glied in einem Gesamtprozess (rechts).

# small

rules



## Flea2<sup>®</sup>, die kleinste IEEE-1394b Kamera der Welt

Um die ideale Kamera für die industrielle Bildverarbeitung zu entwickeln, standen folgende Ziele im Vordergrund: kompakte Bauform (29x29x30mm). Hohe Geschwindigkeit (1.3MP Farbbilder bei 30FPS über FireWire). Große Vielfalt (12 CCD Modelle, VGA bis zu 5MP). Und ein Preis, der andere Hunde zum Jaulen bringt (bereits erhältlich ab USD \$695).

### **JETZT \$50 SPAREN!**

Einfach unseren Promo-Code **FL2-03MY07** auf [www.ptgrey.com/smallrules](http://www.ptgrey.com/smallrules) eingeben.



POINT GREY  
RESEARCH

*Innovation in Imaging*



# Rundum zuverlässig und flexibel zugleich

Das Codelesesystem SIMATIC MV440 zum Lesen und Verifizieren von 1D/2D-Codes



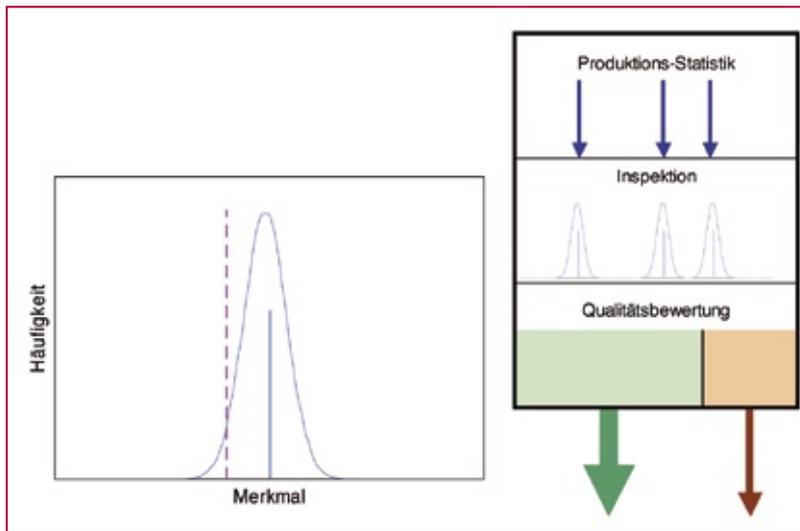
## SIMATIC Sensors

Die durchgängige Rückverfolgbarkeit aller Produkte und Komponenten steigert die Produktivität von industriellen Fertigungsanlagen. Mit dem optischen Codelesesystem SIMATIC MV440 bieten wir ein stationäres Gerät an, das durch höchste Lesesicherheit und -geschwindigkeit überzeugt. Dank der robusten Bauform in Schutzart IP67 kann SIMATIC MV440 auch in rauen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden. Die Integration in die Automatisierungslösung erfolgt beispielsweise über PROFINET, PROFIBUS oder Ethernet. Mehr Informationen: [www.siemens.de/simatic-sensors/mv](http://www.siemens.de/simatic-sensors/mv)  
**Setting standards with Totally Integrated Automation.**

Answers for industry.

**SIEMENS**

Abb. 3: Ein realer Messwert weicht im Allgemeinen vom „wahren“ Wert (senkrechter Strich) ab: das kann eine systematische Verschiebung (Abweichung des Mittelwerts vieler Messungen) und zufällige Anteile (Glockenkurve) beinhalten. Daher kann der Messwert manchmal auch jenseits der Toleranzgrenze (gestrichelt) liegen, es kommt zu Fehlausschuss und Durchschlupf.



und führen ggf. zu Fehlausschuss.

Das hier entworfene Bild von Defekt-Inspektionsanlagen ist bewusst stark vereinfacht, um die zentralen Zusammenhänge heraus zu arbeiten. Nicht berücksichtigt wird, dass reale Systeme mehr als zwei Qualitätsklassen haben, produzierte Teile auch mehr als einen Defekt

tragen können und es trainierbare statt parametrierbare Systeme gibt.

### Auswirkungen der Inspektionsfehler

An einem Beispiel zeigt Abbildung 4 wie sich die Klassifizierungsfehler in die Gesamtleistung abbilden. Die beiden Defekttypen „A“ und

„B“ seien harmlos („i.O.“) während „C“ aussortiert werden muss. Die Produktionsstatistik sagt aus, wie häufig die Defekte vorkommen und mit diesen Häufigkeiten werden die Klassifizierungsraten  $p_{ij}$  gewichtet. Die resultierenden, gewichteten Klassifizierungsraten werden dann entsprechend der Qualitätsbewertungen in die „i.O.“ und

„n.i.O“-Klassen zusammengefasst. Daraus resultieren direkt Durchschlupf und Fehlausschuss. Diese Betrachtung bezieht sich nur auf Produkte mit Defekten; für eine praktische Anwendung sind noch defektfreie Produkte einzubeziehen.

Bei einer idealen Inspektionsanlage wären alle Diagonalwerte der Matrix der Klassifizierungsraten  $p_{ii} = 100\%$ , alle Werte außerhalb der Diagonalen = 0. Im Diagramm der Abbildung 4 lässt sich nachvollziehen, dass dann auch kein Durchschlupf und kein Fehlausschuss auftreten würden.

Kontinuierliche Defektmerkmale sind in den meisten Fällen einseitig begrenzt, insbesondere wenn eine obere Toleranzgrenze für eine Defektgröße vorgegeben ist. Je näher der Messwert an dieser Toleranzgrenze liegt, desto größer sind die Auswirkungen der Messunsicherheit. Desto wahrscheinlicher wird es dann, dass aus dieser Messung eine falsche Qualitätsbewertung folgt. Im Extremfall wird ein Defekt, der genau auf der Toleranzgrenze liegt, selbst von einer perfekten Inspektion immer zu 50% als i.O. und 50% als n.i.O. eingeordnet.

Das Gesagte gilt für einen einzelnen Messwert, generell muss man aber alle vorkommenden Werte berücksichtigen, d.h. die Produktionsstatistik einbeziehen. Mathematisch gesprochen muss die Produktions-Statistik mit der Messunsicherheit gefaltet werden (vgl. Abb. 5).

Nicht detektierte Defekte (Detektionsschlupf) werden von der Inspektionsanlage weder klassifiziert noch vermessen und landen daher direkt beim Kunden. Der dadurch verursachte Durchschlupf entspricht dem Produkt aus der Detektionsschlupfrate und dem Anteil an „n.i.O“-Defekten in der Produktions-Statistik. Ganz analog hängt der Beitrag von

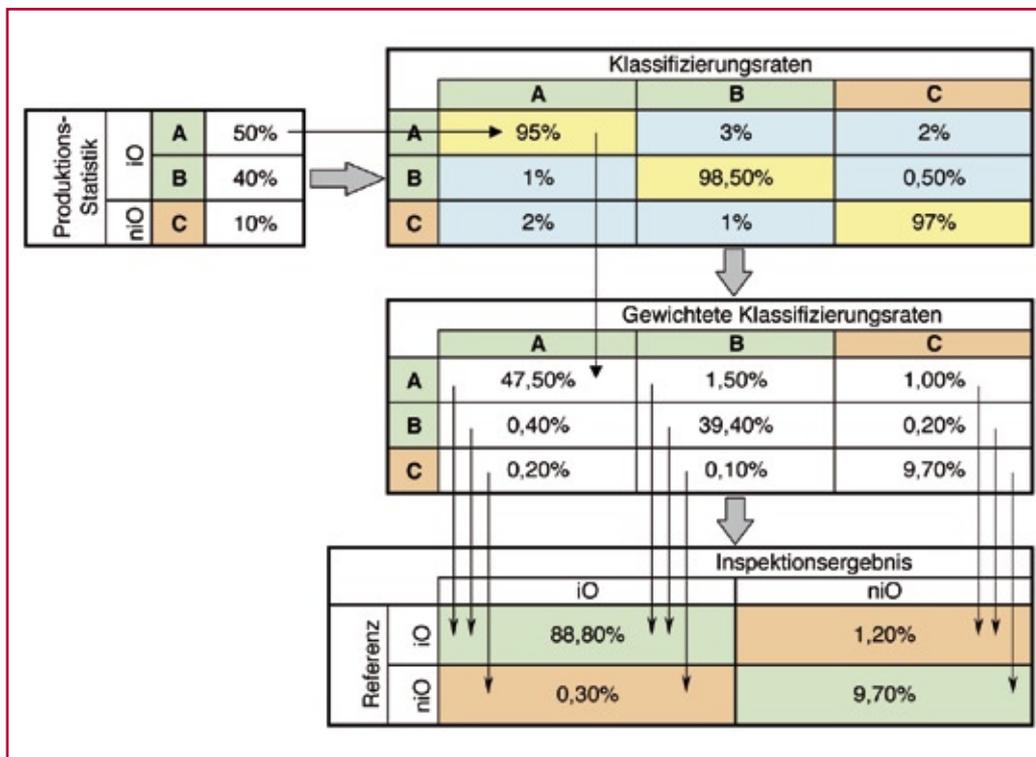


Abb. 4: Auswirkung von Klassifizierungsfehlern: aus den Defekthäufigkeiten (Produktions-Statistik) und den Klassifizierungsraten ergeben sich die gewichteten Klassifizierungsraten (statistische Häufigkeit der Inspektionsergebnisse). Diese werden gemäß den Regeln der Qualitätsbewertung zusammengefasst; im Vergleich zu den wahren Defekttypen (Referenz) ergeben sich daraus Durchschlupf und Fehlausschuss.

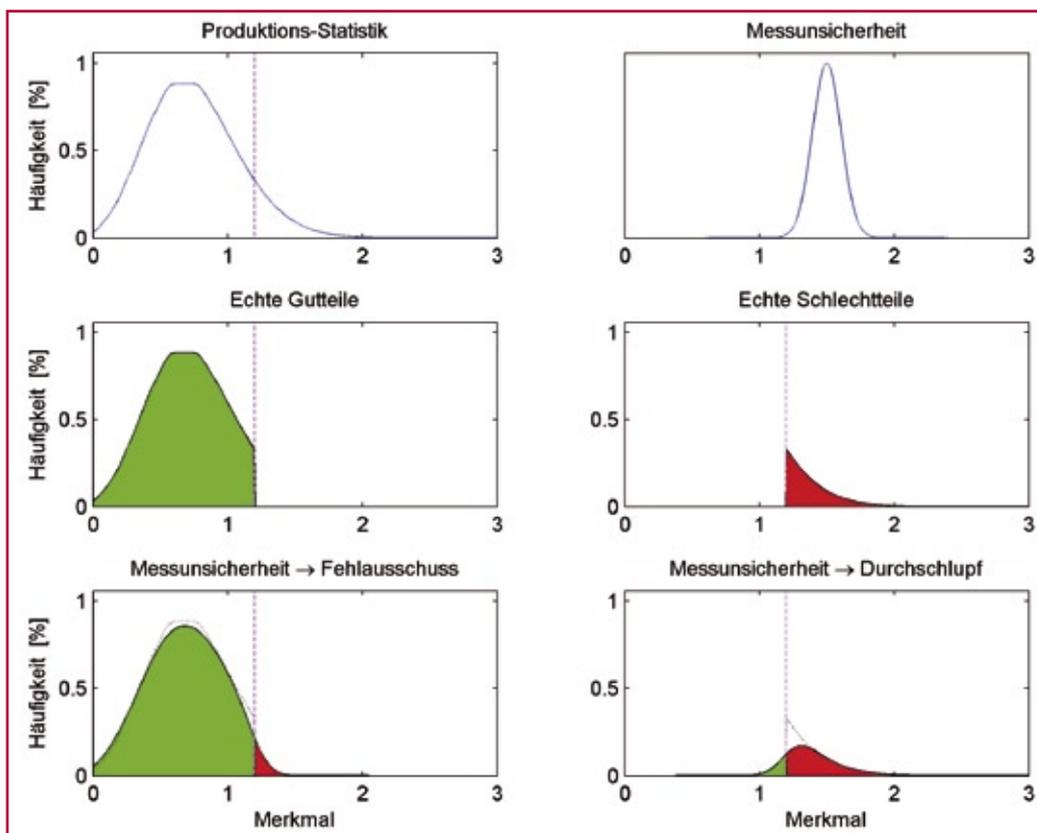


Abb. 5: Auswirkung der Messunsicherheit auf Durchschlupf und Fehlausschuss: links oben ist die Produktions-Statistik gezeigt, rechts oben die Messunsicherheit. An der Toleranzgrenze teilt sich die Produktions-Statistik in Gutteile und Schlechteile (Mitte). Bezieht man die Messunsicherheit mit ein, dann verwaschen diese Verteilungen und ein Anteil landet jeweils jenseits der Toleranzgrenze als Durchschlupf oder Fehlausschuss (unten).

Pseudo-Defekten zum Fehlausschuss davon ab, ob sie als „i.O.“ oder „n.i.O.“ bewertet werden.

### „Messmittelfähige“ Inspektionsanlagen?

Messmittelfähigkeit ist ein bekanntes Qualifizierungsverfahren für Messgeräte und es wird immer wieder die Frage gestellt, ob man Inspektionsanlagen nicht genauso einfach qualifizieren kann. Ein genauere Blick auf das Verfahren zeigt die Probleme auf: Eine Messmittelfähigkeit bezieht sich auf eine kontinuierliche Messgröße und setzt die Genauigkeit des Messmittels in Bezug zu einer oberen und unteren Toleranzgrenze, um sicher zu stellen, dass der Fehlausschuss eine gewisse Grenze nicht übersteigt. Das Verfahren bewertet nur die Unsicherheit, die das Messmittel einbringt und bezieht dabei die Qualitätsbewertung in Form der Toleranzgrenzen mit ein. Durch

Verwendung eines Messnormals wird davon ausgegangen, dass der wahre Wert der Messgröße in der Mitte des Toleranzbandes liegt [2].

Von einem stabilen Fertigungsprozess kann berechtigterweise erwartet werden, dass der Erwartungswert der Messgröße immer dem Sollwert entspricht. Dann, und nur dann, entspricht die Produktions-Statistik der Situation bei der Messmittelfähigkeitsprüfung. Der Produktionsprozess muss aber nicht stabil sein: Fehlausschuss und Durchschlupf können sehr groß werden, wenn die Fertigung aus dem Ruder läuft und Teile an einer der Toleranzgrenzen gefertigt werden. Ein Messgerät, das messmittelfähig ist, stellt also keine Gewähr gegen Fehlausschuss und Durchschlupf dar – was aber die implizite Erwartungshaltung vieler Anwender ist.

Defektmerkmale haben im Allgemeinen keine sinnvollen

festen Erwartungswerte; ohne Informationen über die Produktions-Statistik lässt sich daher keine „Inspektionsmittelfähigkeit“ qualifizieren. Zudem muss das Verfahren auf kategoriale Merkmale übertragen werden. Selbst kontinuierliche Defektmerkmale, namentlich die Defektgröße, sind zumeist mit einer oberen Toleranzgrenze nur einseitig begrenzt. Auch darauf ist das Standardverfahren für die Messmittelfähigkeit nicht unmittelbar übertragbar.

### Fazit

Die Gesamtperformance im Sinne von Fehlausschuss und Durchschlupf hängt gleichermaßen von der Produktions-Statistik, der technischen Leistung der Inspektionsanlage und den angelegten Qualitätskriterien ab. Deshalb kann eine Inspektionsanlage nicht losgelöst von den beiden anderen entworfen, parametrisiert oder gar validiert werden. Gleichzeitig bedeutet diese Abhängigkeit auch, dass jede Änderung am Produktionsprozess oder an den Qualitätskriterien auf die Gesamtperformance durchschlagen kann.

Jede Defekt-Inspektionsanlage ist sehr individuell, dennoch kommen die Schritte Detektion, Typenklassifizierung und Messung kontinuierlicher Größen immer wieder vor. Die jeweiligen Unzulänglichkeiten von Inspektionsanlagen lassen sich genau definieren und daraus die Auswirkung auf die Gesamtperformance ableiten. Auf diesen Elementen kann eine individuelle Anlagengvalidierung aufbauen.

### Literatur

- [1] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements, DIN V ENV 13005
- [2] E. Dietrich, A. Schulze, S. Conrad: Eignungsnachweis von Messsystemen, Hanser Verlag, 2008

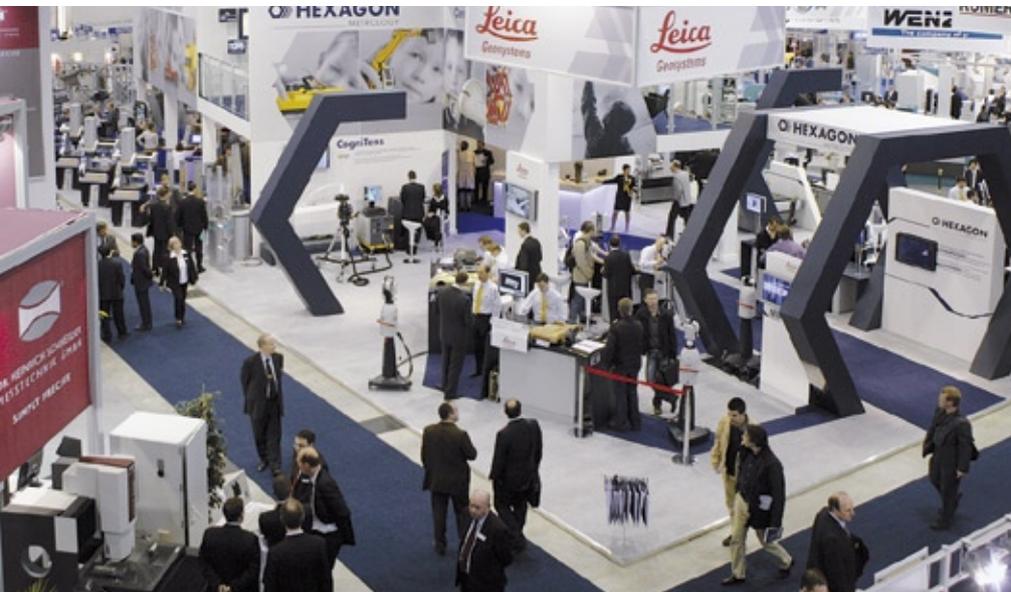
► **Autor**  
Dr. Ralph Neubecker, Projektleiter Sondermesstechnik

► **Kontakt**  
Schott AG, Mainz  
Tel.: 06131/66-0  
Fax: 06131/66-2000  
ralph.neubecker@schott.com  
www.schott.com



# Stuttgarter Frühling

## Control 2009



**Dieses Jahr findet die Control zum zweiten Mal in Stuttgart statt – und lockt, so hoffen die Veranstalter, wieder rund 25.000 Besucher in die Schwabenmetropole. Was die dort Anfang Mai erwartet, was neu ist und was bleibt wie bisher, erfahren Sie auf dieser Seite.**

„Beende die Praxis, Geschäfte auf Basis des niedrigsten Preises zu machen“ – ein Satz, den einst William Deming prägte und ihn in seinem Werk über das Qualitätsmanagement unsterblich machte. Er war einer der ersten, der die Bedeutung des Qualitätsmanagements in der Industrie hervorhob und mit seiner Arbeit dafür sorgte, dass man in der Produktion auf die Qualität besonderen Wert legte. Seine Abhandlungen haben sicher auch viele gelesen, die zwischen dem 5. und 8. Mai Stuttgart besuchen – denn die Produkte, Technologien und Dienstleistungen, die auf der 23. Control auf dem Areal der Landesmesse gezeigt werden, stehen unter dem großen Begriff Qualitätssicherung.

### Zweites Mal in Stuttgart

Die Control findet dieses Jahr zum zweiten Mal auf dem Gelände der Landes-

messe in der Nähe des Stuttgarter Flughafens statt. Den Umzug dahin sieht der Veranstalter, Schall Messen, als gelungen an: Über 900 Aussteller und rund 25.000 Fachbesucher aus 78 Ländern waren letztes Jahr zur Control in neuem Gewand gekommen. Dieses Jahr sollen es noch ein paar mehr werden, die ihre Produkte ausstellen bzw. betrachten, über das Control-Ausstellerforum flanieren und die Seminare besuchen, die von Größen aus der Forschung und Industrie vorbereitet werden. Dort wird es beispielsweise um die neue ISO 9001:2008, Supplier Quality Management oder die Reifegradabsicherung für Neuteile gehen.

### Trends und Raum

Die Veranstalter haben sich für die Control aber auch einige Änderungen einfallen lassen. So werden zum großen Überthema Qualitätssicherung auch komplementäre Prozessketten-Themen wie Bildverarbeitung, Mikromesstechnik integriert und damit ein „Blick über den Tellerrand“ ermöglicht. So werden 2009 z.B. artverwandte Themen wie die Bildverarbeitung noch stärker berücksichtigt und außerdem der Mikromesstechnik (Messtechnik für Kleinst- und Mikroteile), der industriellen Wäge- und Zähltechnik sowie der sich schnell technologisch weiterentwickelnden Sensortechnik mehr Raum eingeräumt.

## Control 2009

**Termin:** 05.05.–08.05.2009

**Veranstaltungsort:** Landesmesse Stuttgart  
Messeplaza  
70629 Stuttgart

### Öffnungszeiten:

Dienstag–Donnerstag 09:00–17:00 Uhr  
Freitag 09:00–16:00 Uhr

### Eintrittspreise:

Tageskarte	25,00 €
ermässigte Tageskarte	15,00 €
Zwei-Tageskarte	40,00 €

### Veranstalter:

P. E. Schall GmbH & Co. KG  
Gustav-Werner-Straße 6  
72636 Frickenhausen-Linsenhofen

Hinzu kommen Trendthemen wie Energieeffizienz, Leichtbau, Ressourcenschonung oder Recycling, die die Veranstalter als elementare Bestandteile in Forschung und Entwicklung neuer Produkte und Herstellungs-Technologien ansehen.

### Messestandort Stuttgart

Mit einer der Gründe, warum man in Stuttgart zufrieden ist, ist die günstige Lage der Messe direkt am Flughafen Stuttgart. So ist sie angebunden an die Autobahn, an den öffentlichen Nahverkehr und zukünftig auch an das ICE-Schiennetz. So ist die Neue Messe Stuttgart innerhalb kürzester Zeit zu erreichen. Vom Flughafen Stuttgart werden 112 Ziele in 33 Ländern angefliegen. Optimal ist auch die Lage des Messegeländes an der hochleistungsfähigen A8 und der Anschluss Stuttgarts an das ICE Schiennetz. Die S-Bahn fährt direkt den Flughafen und somit auch direkt die Messe an.

### ► Kontakt

P. E. Schall GmbH & Co. KG, Frickenhausen  
Tel.: 07025/9206-0  
Fax: 07025/9206-620  
info@schall-messen.de  
www.schall-messen.de

### Innenraum-Inspektionssystem

Isis sentronics, innovativer Anbieter von optischen, kontaktfrei arbeitenden Sensoren für die industrielle Inspektion, präsentiert i-Dex, das weltweit erste halbautomatisierte Innenraum-Inspektionssystem, dessen Kernelement der Sensor RayDex ist. Für Aufgaben an Außenflächen von nahezu rotations-symmetrischen Objekten kann das System entsprechend um einen weiteren Sensor ergänzt werden. i-Dex hat einen Arbeitsbereich von 200 x 200 x 200 mm und kann sowohl im Maschinenbau als auch in der Medizintechnik flexibel eingesetzt werden für:

- kompletter 3D-Innenraumscan von diversen Bauteilen,
- Vermessung von Außenkonturen und Wandstärken (bei rotierendem Objekt),
- Erfassen von Oberflächenwerten (z. B. Rauheiten).



Desweiteren zeigt Isis eine große Spannbreite an optischen Messnadeln, welche direkt an den RayDex angeflanscht werden können. Dazu gehört die derzeit weltweit dünnste optische Messnadel mit 0.7 mm Durchmesser. Objekte bis zu 165 mm Durchmesser Obergrenze können mit wenigen Messnadeln stufenlos vermessen werden. Die RayDex c (compact) und RayDex h (heavy duty) Sensor Reihe besitzt unterschiedliche Freiheitsgrade in der Bewegung der Messnadeln. RayDex ca bzw. ha erlaubt das axiale Bewegen der Messnadel und deren Rotation. RayDex cr bzw. hr arbeitet nur mit der Rotation, d.h. ohne eigene axiale Bewegung. Zusätzlich sorgt eine interne Fokussierungseinheit für Arbeitsbereiche oder Objekt-Durchmesser (= doppelter Arbeitsbereich) von einigen Millimetern. Der RayDex Sensor besteht aus einem Sensorkopf mit Messnadel und einer entfernt platzierten Control Unit. In RayDex ca wird die Messnadel axial bis 50 mm über einen luftgelagerten Aktor bewegt, während mit RayDex ha sogar 150 mm möglich sind. Die Messnadel rotiert ebenfalls luftgelagert mit einer Frequenz von bis zu 3 Hz, kann aber auch auf Positionsbetrieb umgeschaltet werden. Mit Hilfe des von Isis sentronics patentierten optischen Dekodierverfahrens in der Control Unit werden sich verändernde Abstände zur Oberfläche bis zu maximal 4.000-mal in der Sekunde abgetastet. Über den Messbereich von mehreren Millimetern hinweg sind Wiederholgenauigkeiten von bis zu 100 nm zu erreichen.

Isis sentronics  
Halle 3, Stand 3310

### Rauheitsmessung: Tastnadelprüfgerät

Oberflächenrauheiten werden üblicherweise mit einem Messtaster durchgeführt, welcher eine Diamantastnadel mit einem Radius von 2–5 µm aufweist. Wurden früher Radien von 10–5 µm eingesetzt, so werden seit ein paar Jahren kleinere Radien von der Norm vorgeschlagen. Selbstverständlich stimmt der gemessene Rauheitskennwert nur, wenn die Tastspitze intakt ist. Bei längerem Gebrauch verschleißt sie oder wird bei unsachgemäßem Gebrauch beschädigt. Dadurch ist ein definierter Tastradius nicht mehr gegeben. Bezeichnenderweise werden die gemessenen Kennwerte oft nicht ‚schlechter‘, sondern ‚besser‘. Damit wird aber eine Qualitätskontrolle sinnlos. Mit dem weltweit einzigen käuflichen Tastnadelprüfgerät kann man ohne Vorkenntnisse blitzschnell feststellen, ob die Nadel intakt ist oder nicht. Das Gerät besteht aus einem kleinen Spezialmikroskop, Minirechner und speziell entwickelter Software. Es eignet sich für Taster aller Marken.



Breitmeier  
Halle 3, Stand 3008

### Computer-Tomograph

GE Sensing & Inspection Technologies bringt mit dem v|tome|x L 300 seiner Produktlinie phoenix|x-ray ein richtungsweisendes neues CT-System auf den Markt. Es eignet sich gleichermaßen für 2D- und 3D-Untersuchungen als auch für präzise dimensionelle Messungen an Bauteilen, die aufgrund ihres komplexen Aufbaus nicht zerstörungsfrei mit optischen oder taktilen Koordinatenmessgeräten untersucht werden können. Die neu entwickelte 300 kV/500 Watt Mikrofocus Röntgenröhre eröffnet ein weites Anwendungsspektrum für CT-Analysen von schwer zu durchstrahlenden Bauteilen mit besonders hoher Vergrößerung. Erstmals wird für eine 300 kV Röntgenröhre eine Detaillierbarkeit von bis zu 1 µm erreicht. Zugleich kommt in dem CT-System ein neuer Typ von temperaturstabilisierten GE-Digitaldetektoren mit noch höherer Kontrastauflösung zum Einsatz. Durch die Möglichkeit, beispielsweise Gussteile bis zu 50 kg mit hoher Auflösung komplett dreidimensional zu erfassen und virtuell beliebige Schnitte durch ihr Inneres anzulegen, ist CT mit dem v|tome|x L 300 ideal für die Qualitätsüberwachung. Darüber hinaus verfügt das System auch über ein spezielles Metrologie-Paket, das von Kalibrierkörpern bis hin zu Oberflächenextraktions-Modulen alles beinhaltet, was für dimensionelle Messungen mit höchster Präzision und Anwenderfreundlichkeit erforderlich ist. Neben 2D-Wandstärkenmessungen können z.B. die CT-Volumendaten mit den CAD-Daten verglichen werden, um das komplette Bauteil in Bezug auf Einhaltung aller Maße einfach und zeitsparend zu analysieren.

GE Sensing & Inspection  
Halle 1, Stand 1114

www.inspect-online.com



**CONTROL**  
Halle 7  
Stand 7102

## Führend bei Koordinatenmessgeräten mit Multisensorik

Werth Bildver- arbeitung			Werth 3D-Patch
Werth Röntgen- Tomografie			Werth Lasertaster WLP (Patent)
Werth Nano Focus Probe NFP			Werth Laser Liniensensor LLP
Werth Chromatic Focus Probe CFP			Mechanisch schaltende und messende Taster
Werth Fasertaster WFP (Patent)			Werth Contour Probe WCP (Patent)

## Neuheiten:

**TomoScope® 200:**  
Neues Design und leistungsstärkere Sensorik

**Chromatic Focus Probe CFP:**  
Schichtdickenmessung im Koordinatenmessgerät

**WinWerth CAQ-Import:**  
Laden externer Prüfpläne direkt aus dem  
CAQ System

**Contour Probe WCP:**  
Jetzt zum Scannen in allen Achsrichtungen

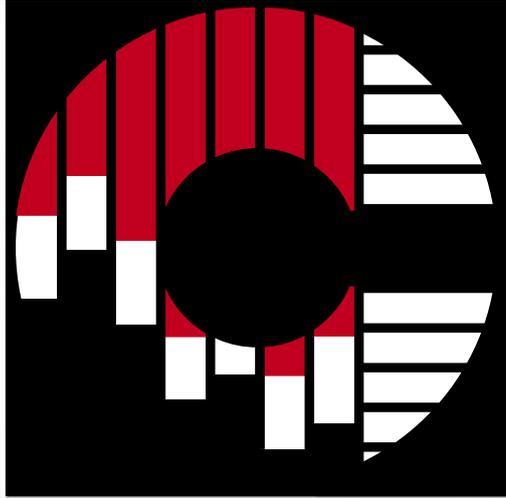
**Werth Messtechnik GmbH**

Siemensstraße 19 35394 Gießen  
Tel. +49 [0]641 - 79 38-0 Fax +49 [0]641 - 7938-719

www.werthmesstechnik.de  
mail@werthmesstechnik.de

SUCCESS THROUGH QUALITY

# Control



**23rd Control –  
The International  
Trade Fair for  
Quality Assurance**

**5 – 8 May**

**New Trade Fair Centre Stuttgart**

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

Organizer:



# SCHALL

TRADE FAIRS FOR MARKETS.

# Control

## **Product groups:**

- Measuring Technology
- Material Testing
- Analysis Apparatus
- Optoelectronics
- Quality Assurance Systems
- Organization
- Industrial Image Processing

# 2009

## **P.E. Schall GmbH & Co. KG**

Gustav-Werner-Straße 6 · D - 72636 Frickenhausen · Tel. +49 (0) 7025.9206 - 0  
Fax +49 (0) 7025.9206 - 620 · control@schall-messen.de · www.schall-messen.de

Member of the associations:



Exhibition Venue:

Neue Messe Stuttgart · Messepiazza 1 · 70629 Stuttgart

VIRTUELLE  
MESSE  
www.schall-virtuell.de

### Anwendungsgerechte Konfiguration von Koordinatenmessgeräten mit Computertomografie

Durch die Integration der Computertomografie in die Werth Multisensor-Koordinatenmesstechnik sind Systeme entstanden, mit denen sich sowohl komplexe Werkstücke als auch Mikroteile schnell und exakt messen lassen. Anwendungserfahrungen zeigen, dass durch diese Systeme ein erhebliches Rationalisierungspotenzial erschlossen werden kann. Auf der Messe stellt Werth die Nachfolgeversion des seit 2005 angebotenen Gerätes TomoScope 200 vor. Verschiedene Ausbaustufen der Geräte erlauben die optimale Anpassung an die jeweiligen Anforderungen:



- Koordinatenmessgerät in Grundausstattung mit Tomografie-Sensorik auf der Basis bewährter Software- und Gerätekomponenten, rückgeführt auf das Längennormal der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB),
- Ergänzung mit Rastertomografie zur Messung von kleinen Merkmalen auch an großen Bauteilen in hoher Auflösung,
- Erweiterung des Einsatzbereiches mit Multisensorik, durch die Kombination mit weiteren taktilen oder optischen Sensoren wie dem Werth Fasertaster oder den Werth-Lasersensoren.

Dies wiederum ermöglicht:

- Messung von Werkstücken aus kombinierten Materialien (z. B. innen Stahl, außen Kunststoff),
- Verringerung der Messabweichung beim Tomografieren bis auf wenige Mikrometer durch Berücksichtigung der realen Werkstückeigenschaften mit Werth-Autokorrektur (Patentanmeldung),
- Komplettmessung mit Tomografie und zusätzliche Messung von Funktionsmaßen mit hochgenauen Sensoren in einer Aufspannung und in einem Koordinatensystem.

Werth Messtechnik  
Halle 7, Stand 7102

### Farb- und Intensitäts-Kontrollsystem für LEDs

Sollen an einer LED-Anzeigeeinheit, an einer LED-Display-Baugruppe oder auf einer bestückten Platine farbige LEDs oder beliebige Anzeigelampen an vielen Stellen wirtschaftlich auf Farbe, Intensität und Funktion geprüft werden, so stehen dem Anwender heute Kamerasysteme oder Farbsensoren zur Verfügung, die für solche Aufgaben entweder zu teuer sind oder nicht optimal konfiguriert werden können. Eltrotec präsentiert hier erstmalig, aufbauend auf über 25 Jahren Farbsensor- und Kamera-Erfahrung, ein integriertes Prüf- und Kontrollsystem, das an bis zu 100 Messstellen gleichzeitig Selbstleuchter, entweder mittels RGB-Werten oder im besser geeigneten HSI-Farbraum hinterlegt, prüfen kann.



In heutigen Serienprüfanlagen für elektronische Schaltungen und Platinen, die mit vielen Anzeige- und Display-LEDs ausgestattet sind, stellt sich immer wieder zur eigentlichen Funktionsprüfung der digitalen Logik die Frage nach der richtigen Funktion von LEDs oder Anzeigelampen. Weiter gibt es die reine Serien-LED-Prüfung nach richtiger Farbe, Farbsättigung und Helligkeit, um bestimmte Leistungs-/Qualitätsklassen zu erhalten.

Für beide Kontroll- und Zuordnungsaufgaben ist das vorgestellte Prüfsystem color-Control MFA eine neue wirtschaftliche Lösung für Prüfgerätebauer, LED-, Lampen- und Display-Prüfer und -Hersteller. Weiter ist es im Bereich der Hersteller von „weißer Ware“, der Steuerungs- und Antriebssystem-Hersteller, bei Automobilleuchten oder Anzeigedisplays bis hin zu Überwachungs-Steuereinheiten in Kraftwerken und Energieversorgungsunternehmen einsetzbar.

Eltrotec  
Halle 1, Stand 1524

## Präzise Abläufe für messtechnische Aufgaben Lineare und rotative Tische mit Luft- und konventionellen Lagern

Die Serie ABRT bietet durch ihre großen luftgelagerten Flächen auch bei hohen Lasten exzellente Genauigkeiten und hervorragende Ablaufeigenschaften, insbesondere in Bezug auf die Rundlauffehler.

Die Serie ANT-LX verwendet, neben der Linearmotortechnologie und direktgekoppelten linearen Feedbacksystemen, hochwertige Kreuzrollenlager und zeichnet sich neben den herausragenden Ablaufeigenschaften durch hohe Bandbreiten aus.

Besuchen Sie unsere Website, um unser komplettes Produktprogramm einzusehen oder rufen Sie uns an um Ihre Applikation zu besprechen.



#### ANT-LX

- Verfügbar in X-, XY-, XYZ- und vielen anderen Kombinationsmöglichkeiten
- Berührungslose, coggingfreie Linearmotortechnologie
- Kleine Schrittweiten bei hoher Positionsstabilität
- Hohe Gleichlaufleistungen bei geringster Geräuschentwicklung



#### ABRT

- Hohes Drehmoment; direktantriebener, schlitz- und bürstenloser Servomotor
- Ausgezeichnete Ablaufeigenschaften
- Direktgekoppelter, hochgenauer Rotationsencoder
- Freie Apertur mit großem Durchmesser



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

Aerotech GmbH • Südwestpark 90 • 90449 Nürnberg, Germany • Tel: +49-911-9679370 • Email: [sales@aerotechgmbh.de](mailto:sales@aerotechgmbh.de)

### Automatische Geometrieprüfung von Silizium-Ingots

Micro-Epsilon präsentiert ein völlig neues System zur Geometrieprüfung von Ingots mit dem Namen dimensionControl 8260 für Ingots. Die als „Ingot-Messsystem“ bezeichnete Anlage überprüft mit mehreren laseroptischen Sensoren (Linien-Scannern) die Oberfläche des Ingots und führt dabei in wenigen Minuten selbstständig eine Messung der Seitenlängen, Phasenlängen, Winkel, Diagonallängen und Planarität der Seitenflächen durch. Die automatische Messanlage vergleicht Solldaten mit den gemessenen Werten und klassifiziert damit den Ingot. Sie kalibriert sich vollautomatisch auf die gängigen Ingotgrößen 125 mm x 125 mm, 156 mm x 156 mm und 210 mm x 210 mm. Ingotlängen von bis zu 2.500 mm sind messbar. Die Kalibration auf den jeweiligen Ingot erfolgt durch integrierte Masterteile. Das Kennzeichnen der defekten Stellen am Ingot erfolgt entweder automatisch mit einer Markiereinheit oder manuell durch einen Werker. Für die Ermittlung der Ausbeute spielt auch das Gewicht des Ingots eine Rolle. Deshalb ist die Anlage auch mit einer integrierten Wägezelle lieferbar. Während des Messvorgangs traversiert die Sensorgrundplatte mit der Sensorik entlang des Prüflings. Dabei können je nach Kundenwunsch in bestimmten Abständen Messungen durchgeführt werden. Typisch ist eine Messung der Ingotgeometrie pro laufendem Millimeter.



Micro Epsilon  
Halle 1, Stand 1525

### Form und Rauheit mit nur einem System messen

InfiniteFocus ist ein hochauflösendes optisches 3D Oberflächenmessgerät zur Qualitätssicherung in Labor und Produktion. Der Anwender profitiert von sämtlichen Funktionalitäten eines optischen Profilometers und einer Mikrokoordinatenmessmaschine. Das 3D Messsystem erzielt auch bei komplexen Formen und Bauteilen mit unterschiedlichen Materialeigenschaften eine vertikale Auflösung von bis zu 10 nm. Anwender messen selbst bei Geometrien mit großen lateralen und vertikalen Scanbereichen Rauheit, Form und Lage mit einer Messpunktdichte von 2,3–100 Millionen Messpunkten. Frei wählbare Objektive gewährleisten die hohe Auflösungsdynamik, die sowohl bei Messungen von Miniaturkomponenten als auch größeren Bauteilen notwendig ist. Neben den 3D Messungen liefert InfiniteFocus die volle Farbinformation zu den registrierten Höhendaten. Hauptanwender in der industriellen Qualitätssicherung sowie Forschung und Entwicklung sind die Automobilindustrie, die spangebende metallbearbeitende Industrie, Mikro- und Präzisionsfertigung, Form- und Werkzeugbau, Maschinenbau, Medizintechnik und pharmazeutische Industrie, Elektronik, Print- und Druckindustrie und viele andere. Toleranz- und Verschleißmessungen oder die Untersuchung von tribologischen Prozessen und korrosiven Mechanismen zählen zu den Standardanwendungen von InfiniteFocus.



Alicona  
Halle 1, Stand 1622

### Erstes 3D-Messmikroskop mit Konfokalmikroskopie und Interferometrie

Leica Microsystems präsentiert eine neue Technologie für kontaktfreie 3D-Oberflächenmessungen, die Auflösungen bis unter 1 nm erzielt. Das 3D-Messmikroskop DCM 3D, das erstmals Konfokalmikroskopie, Interferometrie und Farbbildgebung in einem Sensorkopf verbindet, wurde von Leica Microsystems und der spanischen Sensorfar-Tech entwickelt. Das DCM 3D wertet die Mikro- und Nanogeometrie von Werkstoffoberflächen superschnell, kontaktfrei und bis auf 0,1 nm genau aus. Ein konfokales Mikrodisplay, das in der Leuchtfeldblende positioniert ist, zwei Lichtquellen und zwei Kameras erzeugen unbegrenzte Tiefenschärfe und hochpräzise 3D-Ergebnisse. Die LED-Lichtquelle und der Sensorkopf, der ohne mechanisch bewegliche Teile auskommt, machen das System praktisch wartungsfrei. Das DCM 3D eignet sich für vielfältige Messanwendungen in F&E- und Qualitätssicherungslabors bis hin zu automatisierten Online-Prozesskontrollen. Beispielsweise leistet das System bei der Qualitätskontrolle von Solarzellen gute Dienste. Bei der Produktions- und Qualitätskontrolle können mit dem DCM 3D entscheidende Parameter in Sekundenschnelle gemessen werden: Silikon-Oberflächentextur, Rauheit, die statistische Charakterisierung der geätzten Pyramidenstruktur sowie die Metallkontaktierung. Andere Einsatzmöglichkeiten des DCM 3D sind die kontaktfreie Vermessung von mikrostrukturierten Glasoberflächen, von mikrooptischen Bauteilen oder auch von Papieroberflächen. Im DCM 3D sind zwei CCD-Kameras integriert, eine Farbkamera für Hellfeld-Analysen sowie eine monochromatische Kamera für die metrologische Detektion. Die Software erlaubt eine 3D-Abbildung in unterschiedlichen Farbmodi wie z. B. Falschfarbendarstellung der Höheninformationen, Konfokalstapel, unbegrenzt scharfes Farbbild und hochauflösende Konfokalluminanz mit dem Chrominanzsignal der Farbkamera.

Leica Microsystems  
Halle 1, Stand 1324

www.inspect-online.com

# IMAGING solutions



- Über 500 Objektivtypen (Telezentrie, Festbrennweiten, Mikrovideolinsen und mehr)
- Kameras und Zubehör
- OEM-Stückzahlen direkt ab Lager
- Kundenspezifische Objektiventwicklung



mehr optik  
mehr technologie  
mehr service

**BENÖTIGEN SIE EIN ANGEBOT ODER EINEN KOSTENLOSEN KATALOG? DANN KONTAKTIEREN SIE NOCH HEUTE UNSER VERTRIEBSBÜRO!**

**EO** Edmund  
optics | germany

Tel + 49 (0) 721-627 37-30  
Mail sales@edmundoptics.de  
Web www.edmundoptics.de

### BV-Präzisionsmessmaschine für große Bauteile

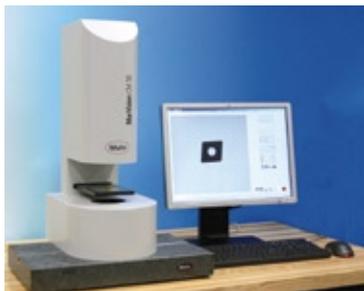
Der BV-Spezialist EHR GmbH hat ein optomechanisches Messsystem entwickelt, das die hochpräzise Mechanik von Werkzeuginstellgeräten mit verschiedenen optischen Messmethoden verbindet. Auf diese Weise wird eine Messwiederholgenauigkeit von wenigen  $\mu\text{m}$  erzielt. Großer Vorteil der Messmaschine ist, dass auch Innenflächen und Innenverzahnungen gemessen werden können. Es können verschiedene Messprinzipien je nach Anforderung integriert werden. Vornehmlich wird Lasertriangulation mit telezentrischen Messverfahren kombiniert. Den mechanischen Grundkörper stellt ein Werkzeugvoreinstellgerät der Firma Kelch. Kunden- bzw. applikationsspezifische Anpassungen hinsichtlich zusätzlicher mechanischer Konstruktionen sowie die Steuerung des Gesamtsystems (TIVIS), stammen komplett von EHR. Mechanische Anpassungen an unterschiedliche Objektgeometrien bis zu einem Durchmesser von etwa 1.000 mm sind üblich. TIVIS beinhaltet alle nötigen Algorithmen zur Auswertung und Analyse von 3D-Daten und bietet die Möglichkeit, selbst Freiformflächen in sehr kurzen Taktzeiten zu verarbeiten.



EHR  
Halle 1, Stand 1612

### Schneidplatten schneller messen

Der neue Messplatz „MarVision CM 50“ ist für Hersteller von Wendeschneidplatten konzipiert. Das Gerät ist mit einem Großbildobjektiv und einer hochauflösenden Kamera ausgestattet und arbeitet dadurch sehr schnell. So beschleunigt der Messplatz die Produktion, steigert die Qualität und führt zu einem stabilen Fertigungsprozess. Hersteller von Wendeschneidplatten bringen mit dem neuen optischen Messgerät „MarVision CM 50“ mehr Tempo in die Messung und Auswertung von Schneidplatten – und damit in die Qualitätssicherung. Das



Gerät ist so konzipiert, dass es direkt in der Fertigung stehen kann. Über ein Großbildobjektiv aus dem Hause Carl Zeiss werden 2D-Geometrien mit einer diagonalen Ausdehnung bis 55 mm in einem Bildeinzug erfasst und ausgewertet. Ein Koordinatentisch ist für das „MarVision CM 50“ nicht erforderlich. Durch die außerordentlich große Schärfentiefe der Optik spielt die Dicke der Schneidplatten nur eine untergeordnete Rolle – das zeitaufwendige und fehleranfällige Scharfstellen entfällt. Somit können auch höhenversetzte Schneidkanten problemlos gemessen werden. Die hochauflösende CCD-Kamera sorgt in Verbindung mit der Großbildoptik für genaue und reproduzierbare Messergebnisse. Die Handhabung ist denkbar einfach: Die Schneidplatte wird auf den Messtisch aufgelegt, der Nullpunkt bestimmt und in wenigen Sekunden liegt das Messergebnis vor. Mit der Auswertesoftware HAWK erfolgt ein schneller grafischer Vergleich zwischen Soll- und Ist-Geometrie.

Mahr  
Halle 3, Stand 3004

## Sonderschau Berührungslose Messtechnik

Die exakte Einhaltung geometrischer Abmessungen spielt bei der Qualitätssicherung in der Produktion eine große Rolle. Der Einsatz mechanischer Messmethoden ist häufig sehr zeitaufwändig und wird deshalb meist nur an Stichproben vorgenommen. Mit der berührungslosen optischen Messtechnik werden die Messungen derzeit etwa zehnbis tausendfach beschleunigt, was zusammen mit günstigen Systemkosten einen breiteren Einsatzbereich eröffnet und in manchen Fällen sogar die Umsetzung von Null-Fehler-Konzepten in der Produktion erlaubt. Wegen des im Vergleich zu mechanischen Messmethoden völlig anderen Funktionsprinzips und wegen der fehlenden Erfahrung in manchen Anwendungsgebieten bestehen oft noch Vorbehalte und Unsicherheiten bei potenziellen Anwendern.

Die Sonderschau Berührungslose Messtechnik bei der Control 2009 will einen Beitrag zur Verbreiterung der Akzeptanz berührungsloser Messtechnik leisten, indem an ausgewählten Exponaten die Konstruktionsprinzipien, Eigenheiten und Grenzen der neuen Messmöglichkeiten demonstriert werden.

### Innovatives VEC

Automated Precision Inc. (API), ein führender Anbieter von mobilen Messsystemen für den industriellen Einsatz, stellt das Volumetric Error Compensation System (VEC) vor. VEC ist eine völlig neue Methode zur Verbesserung der volumetrischen Genauigkeit von großen Werkzeugmaschinen durch ein integriertes System, das aus dem API Laser Tracker 3, dem auf einer Spindel montierten API Active Target, einer Kalibrierungs-Software sowie einem Kompensations-Interface zur Maschinensteuerung besteht. Im Rahmen einer Wechselwirkung von Tracker und Active Target hält das System einen konstanten Messkontakt, dabei verfährt die Werkzeugmaschine in bis zu 400 vorab berechnete Positionen, die eine Punktwolke innerhalb des Arbeitsbereichs der Maschine bilden. An diesen Punkten wird der aktuelle Standort mit dem Tracker 3 und dem Active Target vermessen und anschließend den geforderten Positionen gegenübergestellt. Die durch API und Boeing entwickelte Software berechnet schließlich Kompensationswerte, die die Positionierfehler der Maschine um ein Erhebliches reduzieren. Diese Werte werden im nächsten Schritt anhand einer Simulation durch die Software als richtig und genau für die volumetrische Kompensation validiert, bevor sie auf die Maschinensteuerung geladen werden.



Automated Precision Inc. API  
Halle 3, Stand 3108

### Optische Vermessung flacher, frei geformter Teile – Visual Contour Digitizer

Der Visual Contour Digitizer ermöglicht es, flache und in der Kontur frei geformte Teile mit hoher Präzision zu vermessen. Eine oder mehrere Scan-Kameras erfassen das Objekt, dessen Konturen dann in Vektorbilder umgewandelt werden. Von Teilen, die nur als Schablone oder Muster vorliegen, kann so auf einfache Weise eine maßgetreue Konturdarstellung erzeugt werden.

### 3D-Geometrie-Messroboter mit freier Positionierung des Prüfobjekts

Mit diesem Roboter wird die berührungslose Messung an mehreren Punkten eines Bauteils realisiert, dessen Lage nicht näher bekannt ist. Im industriellen Umfeld könnte das zu vermessende Teil z. B. auf einem Förderband oder einer Palette abgelegt sein.

### Optische, modulare Prüf-, Mess- und Sortieranlage Bue-top

In den verschiedensten Fertigungsindustrien besteht Bedarf für 100%-Messanlagen auf der Basis stark verbesserter Mess- und Prüfverfahren für Dreh-, Fräs-, Stanz-, Spritzguss- und Pressteile. Das optische Mess- und Prüfsystem Bue-top kann Prüflinge aus nahezu allen Metallen, Kunststoffen sowie deren Kombinationen analysieren, messen und prüfen. Sowohl alle Außen- als auch diverse Innenkonturen können auf Fehler hin geprüft werden.

### Weißlicht-Interferometrie zur Messung dünner Schichten

Aufgrund gestiegener messtechnischer Anforderungen in der Nanotechnologie wächst der Bedarf nach neuartigen Analysetechniken. Mit dem Talysurf CCI Lite ist die Analyse bis 20 nm sogar eines Mehrschichtensystems möglich.

### 3D-Oberflächeninspektion

Das neue System SPARC (Surface Pattern Analyzer and Roughness Calculator) basiert auf dem Prinzip Shape-from-Shading (SfS) und ist in der Lage, mit nur einer einzigen Aufnahme dreidimensionale Bilder von Objekten zu liefern, wodurch auch die Analyse bewegter Objekte möglich wird.

### Mobiles, optisches 3D-Messsystem

Das optische 3D-Messsystem  $\mu$ surf mobile wurde speziell für die Messung auf großen Objekten, wie z. B. Walzen und Karosserien, entwickelt. Das Gerät basiert auf der  $\mu$ surf-Konfokaltechnik und ist daher für den Einsatz in rauer Produktionsumgebung geeignet.

### Mikrometergenaues, berührungsloses Messen

Die mikrometergenaue Vermessung großer Objekte, ist, bedingt durch komplizierte Geometrien oder große Bauteilabmessungen, schwierig. Diesen Konflikt löst EHR mit seinen Präzisionsmessmaschinen durch Kom-

binationen aus verschiedenen, optischen Messmethoden und präziser Mechanik, wie sie auch bei Werkzeugeinzelgeräten eingesetzt werden.

### Sehr schnelle 3D-Vermessung

Die Lasertriangulation mittels Kamera ermöglicht die dreidimensionale Vermessung von Objekten bis in den  $\mu$ m-Bereich. Anhand eines Systems, das aus mehreren Kameras, Laser und Software besteht, wird gezeigt, wie sich eine schnelle 100%-Prüfung z. B. von komplexen Gussteilen direkt in der Produktionslinie erreichen lässt.

### Berührungslos messende Spektral-photometer zur Farbqualitätskontrolle in der Produktion

Die Spektralphotometersysteme von X-Rite Optronik sind für die berührungslose Farbmessung in verschiedensten Produktionsumgebungen konzipiert. Zur Messung der Farbe von Effektlacken im Automobilbereich dient das System CarFlash. Mit dem TeleFlash-System wird die Farbe an laufenden Warenbahnen und Schüttgütern automatisch gemessen und Farbabweichungen gemeldet. Für den Laboreinsatz wurde eine Kompaktversion TeleFlash Compact entwickelt.

Sonderschau  
Halle 1, Stand 1612

## INFINITE FOCUS

## OPTISCHE MESS- & PRÜFTECHNIK

Messung von steilen Flanken und komplexen Formen

Echtfarbinformation zu registrierten 3D Daten

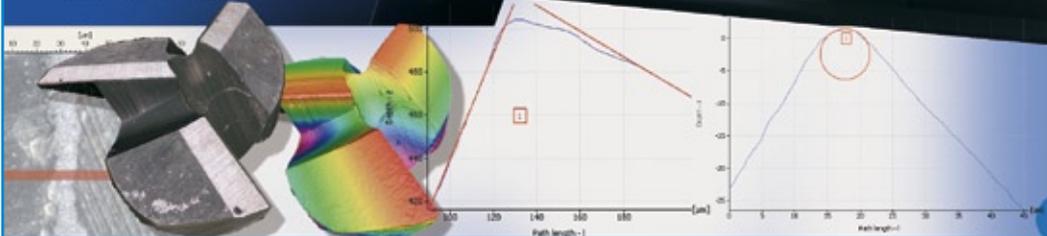
Rückführbare Ergebnisse auch bei großen Rauheiten

Einsetzbar selbst bei stark reflektierenden und/oder inhomogenen Oberflächen

Höchste Auflösung sogar bei Scanbereichen von mehreren mm

Umfangreiche Rauheitsanalysen nach neuesten ISO Standards

Einsatz im Labor und als Inline-Messsensor



alicona

**Alicona Imaging GmbH**  
Austria, Teslastraße 8  
A-8074 Grambach/Graz  
Tel.: +43 316 4000-700  
Fax: +43 316 4000-711  
e-mail: info@alicona.com

Besuchen Sie uns auf der  
**Control,**  
Halle1, Stand 1622

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

++ Toleranzmessung ++ Schneidkantenverrundung ++ Messung von Hinterschliff ++

# Keine Perspektive?

## Grundlagen der optischen Messtechnik: Telezentrische Objektive

Standardobjektive für die Bildverarbeitung arbeiten in Zentralprojektion. Diese Perspektive ist für Vermessungsaufgaben oft ungünstig. Telezentrische Objektive bilden Objekte in Parallelprojektion ab und eliminieren die perspektivische Verzerrung. Dieser Beitrag erläutert das Konzept der telezentrischen Abbildung.

### Klassische Objektive

Die typische Abbildungssituation der industriellen Bildverarbeitung ist ein Objekt auf einem Förderband, das senkrecht von oben mit einem Standardobjektiv auf den Detektor der Kamera abgebildet wird. Wenn es um die Berechnung der erforderlichen Brennweite, des Sensorformats und der Gegenstandsweite geht, kann man das Objektiv meist in hinreichender Näherung als dünne Sammellinse behandeln. Ein scharfes Bild entsteht nur, wenn die Brennweite  $f'$ , die Objektweite  $a$  und die Bildweite  $a'$  in einem definierten Zusammenhang stehen. Sind zwei dieser drei Parameter vorgegeben, liegt der dritte Parameter eindeutig fest. Die Verhältnisse werden quantitativ durch die elementare Abbildungsgleichung beschrieben. Sie reicht für die Spezifikation der wichtigsten Parameter einer Abbildungsoptik für Bildverarbeitungsanwendungen häufig völlig aus [1]. Bei einem Standardobjektiv kann man mit dem „Scharfstelling“ eine Linsengruppe längs der optischen Achse

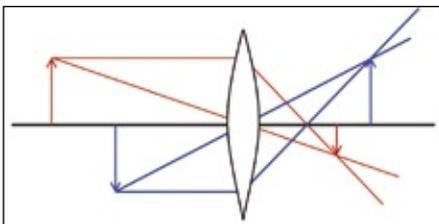


Abb. 1: Abbildung zweier gleich großer Objekte mit einem Standardobjektiv: Die Bildgröße hängt von der Objektentfernung ab



verschieben. Dadurch wird die Bildweite so angepasst, dass die Abbildungsgleichung erfüllt ist und ein scharfes Bild entsteht. Für viele Anwendungen ist damit die Abbildungsoptik abgearbeitet. Was passiert aber, wenn bei einer Prüfaufgabe in der laufenden Produktion Variationen bei der Zuführung auftreten und der Abstand zum Objekt sich ändert? Noch schlimmer: was passiert bei Objekten, die eine Ausdehnung längs der optischen Achse haben, wie z.B. Bohrungen, Rohre, Stifte, Schrauben oder Federn? In dieser Situation treten zwei Effekte gleichzeitig auf: das Bild wird unscharf (es ist defokussiert), und die Bildgröße ändert sich. Beide Phänomene können sich störend auf die quantitative Vermessung von Objekten auswirken.

### Elementare Abbildungsgleichung

Um die Situation genauer zu verstehen, betrachten wir zunächst zwei gleich große Objekte, die sich in verschiedenen Abständen vom Objektiv befinden. In Abbildung 1 ist diese Situation dargestellt. Zur Verdeutlichung sind ein roter und ein blauer Pfeil senkrecht zur optischen Achse gezeichnet, jeweils mit

ihrem Fußpunkt auf der optischen Achse, aber entgegengesetzt gerichtet. Für jeden der beiden Pfeile kann man die Lage des scharfen Bildes konstruieren, wenn man weiß, dass Lichtstrahlen, die parallel zur optischen Achse in das Objektiv einfallen, durch den bildseitigen Brennpunkt verlaufen und Lichtstrahlen, die durch das Zentrum des Objektivs verlaufen, nicht gebrochen werden. Zur Konstruktion verwendet man die Spitze des Pfeils; dort, wo sich die beiden Konstruktionsstrahlen im Bildraum schneiden, liegt das scharfe Bild der Pfeilspitze. Entsprechend kann man für den Mittelpunkt und weitere Punkte des Pfeils konstruieren und stellt fest, dass das Bild in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse entsteht. Insbesondere wird auch der Fußpunkt des Pfeils von der optischen Achse aus wieder auf die optische Achse abgebildet. Die Konstruktion zeigt sofort, dass die beiden gleich großen Pfeile zu verschieden großen scharfen Bildern abgebildet werden: das weiter entfernte Objekt erscheint im Bild kleiner als das näher liegende Objekt. Der Abbildungsmaßstab, das ist das Verhältnis zwischen der Bildgröße und der Objektgröße, ist für die beiden Positionen verschieden, er

hängt von der Objektweite ab. Quantitativ kann man diesen Zusammenhang für diese Situation noch mit der elementaren Abbildungsgleichung berechnen. Die beiden scharfen Bilder sind jedoch nicht nur unterschiedlich groß, sondern entstehen zudem in verschiedenen Bildebenen, also in unterschiedlichen Bildebenen. Wenn der Objekt-Abstand variiert, wie im oben beschriebenen Anwendungsszenario, müsste man folglich das Objektiv nachfokussieren, damit ein scharfes Bild entsteht. In der Praxis ist das nur in Ausnahmefällen handhabbar. Man wird vielmehr mit einer festen Bildebene arbeiten und in Kauf nehmen, dass das Bild unscharf wird.

Abbildung 2 zeigt, wie die Unschärfe entsteht. Die geometrischen Verhältnisse sind dieselben wie in Abbildung 1, es ist jedoch nur der Fußpunkt der beiden Pfeile gezeichnet. Aus der Konstruktion in Abbildung 1 ist bereits bekannt, wo die jeweiligen Bildebenen liegen. In Abbildung 2a sind nur die Randstrahlen eines Strahlenbündels gezeichnet, das zur Bildentstehung beitragen kann, wenn die Fassung der Linse als Blende wirkt. Wir nehmen an, dass sich der Detektorchip der Kamera in der Bildebene des näher liegenden Objekts befindet. Da sich die Strahlen für das weiter entfernte Objekt bereits vor der Bildebene schneiden, werden sie als divergentes Strahlenbündel auf den Detektor fallen und dort ein Scheibchen als Bild erzeugen. Je weiter das Objekt entfernt ist, desto größer wird das Scheibchen, desto unschärfer das Bild. Abbildung 2b verdeutlicht dieselbe Situation, jedoch nun für einen Objektpunkt außerhalb der optischen Achse. Die Spitze des weiter entfernten Pfeils wird ebenfalls unscharf abgebildet. Qualitativ ist erkennbar, dass das entstehende Bild kleiner ist als das Bild des scharf abgebildeten Objekts. Folglich wird auch bei festste-

hender Bildebene ein Objekt mit zunehmender Entfernung von der Kamera in ein kleiner werdendes Bild abgebildet – eine Erkenntnis, die man innerhalb kürzester Zeit empirisch gewinnen kann, wenn man im Labor eine Kamera von einem Objekt wegbewegt. Alternativ genügt es, mit offenen Augen bewusst in die weite Welt zu schauen, denn unsere Augen verhalten sich

dann in dieser Hinsicht ebenfalls wie Standardobjektive. Quantitativ können die Verhältnisse nun jedoch nicht mehr mit der elementaren Abbildungsgleichung beschrieben werden, sondern erfordern komplexere Methoden der technischen Optik. Insbesondere müssen die wirksamen Blenden im System und Beugungseffekte berücksichtigt werden [2].

## Zentralprojektion und Parallelprojektion

Die Abbildung mit einem Standardobjektiv ist eine Zentralprojektion. Zur Veranschaulichung sind in Abbildung 3 beide Objekte aus Abbildung 1 in beiden Abständen gezeichnet und nur die Strahlen eingetragen, die durch das Zentrum der Linse verlaufen. In dieser einfachen



## High-end trifft Know-how.

### Bildverarbeitungs-Systeme mit Mehrwert:

- Speziell auf Ihre Anforderungen zugeschnittene Kombinationen von Bildverarbeitungs-Komponenten führender Hersteller auf dem neuesten Stand der Technik
- Alles aus einer Hand: Kameras, Beleuchtungen, Optiken, Bilderfassung, Software, Systeme, Kabel, Zubehör

► Eine perfekte Kombination für Ihren Erfolg: Die System-Kompetenz von STEMMER IMAGING verbindet die optimalen Bildverarbeitungs-Komponenten für Ihre Anwendung mit einzigartigem Wissen und zuverlässigem Service. Ihr Vorteil: maßgeschneiderte, wirtschaftliche und sichere Lösungen mit einem Erfahrungsbonus, den nur STEMMER IMAGING bietet. Für diesen Mehrwert stehen wir europaweit. Vor und nach dem Kauf. *Imaging is our passion.*

Telefon 089 80902-0  
www.stemmer-imaging.de

**STEMMER**<sup>®</sup>  
IMAGING

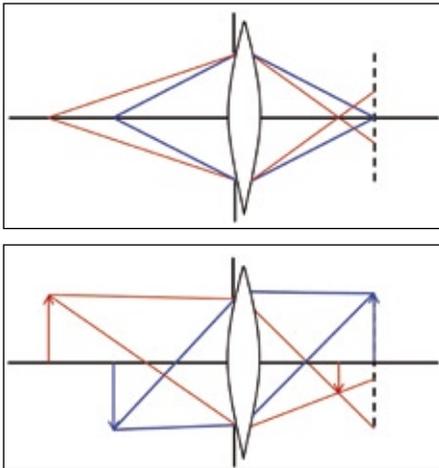


Abb. 2: Wenn der Detektor in der Bildebene des blauen Pfeils liegt, wird der rote Pfeil unscharf abgebildet; Abbildung 2a zeigt den Strahlengang für den Fußpunkt, Abbildung 2b für die Spitze des roten Pfeils

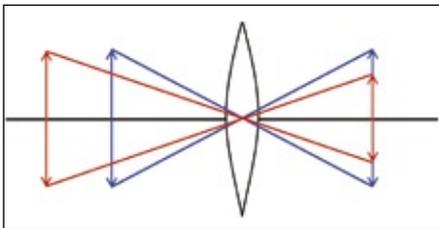


Abb. 3: Die Abbildung mit einem Standardobjektiv ist eine Zentralprojektion

Darstellung wird sofort klar, dass die Bildgröße bei der Zentralprojektion vom Objektstand abhängt. Wenn wir die Zentralprojektion durch eine Parallelprojektion ersetzen könnten, wäre diese Abhängigkeit eliminiert. Wir benötigen folglich eine optische Anordnung, bei der nur diejenigen Strahlen zur Bildentstehung beitragen, die parallel zur optischen Achse verlaufen. Bei einer einfachen Sammellinse verlaufen alle Strahlen, die parallel zur optischen Achse in die Linse eintreten, im Bildraum durch den Brennpunkt – das ist die Definition des Brennpunkts. Folglich wird eine Blende, die im bildseitigen Brennpunkt positioniert ist, dafür sorgen, dass nur die gewünschten Strahlen das System bis zum Detektor durchlaufen können, während alle anderen Strahlen abgeblockt werden. Abb. 4a zeigt diese Situation: das Konzept eines objektseitig telezentrischen Objektivs. Man kann zeigen, dass mit diesem Verfahren in einer feststehenden Bildebene die Bildgröße unabhängig von der Objektweite ist, der Abbildungsmaßstab also unabhängig von der Objektentfernung gleich bleibt [2]. Aus Intensitätsgründen kann der Blendendurchmesser nicht beliebig weit reduziert werden, so dass die Telezentrie nur näherungsweise realisiert werden kann. Telezentrische

Objektive sind meist für einen festen Arbeitsabstand ausgelegt und haben einen definierten Telezentriebereich um diesen Arbeitsabstand herum. Innerhalb des Telezentriebereichs ist die verbleibende Änderung des Abbildungsmaßstabs spezifiziert. Für ein gutes telezentrisches Objektiv kann beispielsweise im Telezentriebereich eine Bildgrößenänderung von maximal 1  $\mu\text{m}$  im gesamten Bildkreis angegeben sein. Wenn man diese Grenze bei einer Vermessungsaufgabe nutzen will, ist es sinnvoll, auch die übrigen optischen Parameter eines solchen Objektivs zu optimieren. Ein Restfehler, der wesentlich zur Ungenauigkeit einer Vermessung beitragen kann, ist die Verzeichnung. Daher sind telezentrische Objektive häufig auch in dieser Hinsicht hochwertig und mit Verzeichnungen von weit unter 1 % spezifiziert.

### Beidseitige Telezentrie

Die Konstanz des Abbildungsmaßstabs im Telezentriebereich eines objektseitig telezentrischen Objektivs gilt nur für eine feste Bildebene senkrecht zur optischen Achse. Eine Verkippung der Detektorebene kann bereits zu Bildgrößenänderungen führen. Außerdem können Kanten im Bild asymmetrisch werden, weil die Strahlen schräg auf die Detektorebene fallen. Da sich die Bildgröße im Telezentriebereich in der Regel nur um Bruchteile einer Pixelkantenlänge ändert, werden meist Subpixelverfahren zur Vermessung eingesetzt, die empfindlich auf Veränderungen im Kantenprofil reagieren. In einem zweistufigen System können diese Nachteile verhindert werden. Dazu wird die Blende in den Brennpunkt eines zweiten Linsensystems gestellt und so ins Unendliche abgebildet, d.h. die Strahlen treten parallel zur optischen Achse aus der zweiten Linsengruppe aus und fallen symmetrisch auf den Detektor, unabhängig von der Höhe im Bildkreis (s. Abb. 4b). Man kann zeigen, dass bei diesen sog. beidseitig telezentrischen Objektiven die Bildgröße auch bei variabler Bildebene konstant bleibt [2]. Der Abbildungsmaßstab ist dann das Verhältnis der beiden Brennweiten. Solche Objektive werden auch mit der Möglichkeit zur Nachfokussierung angeboten, so dass der Arbeitsabstand an die Applikation angepasst werden kann. Insgesamt hat dieses Konzept große Ähnlichkeit mit dem Kepler-Fernrohr, allerdings mit dem Unterschied, dass im telezentrischen Objektiv nur Strahlen parallel zur optischen Achse zugelassen werden. Eine für die Anwendung wesentliche Konsequenz dieser Ein-

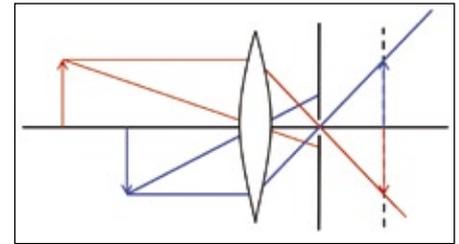


Abb. 4a: Ein objektseitig telezentrisches System entsteht durch eine Blende im Brennpunkt; für die feste Detektorebene ist der Abbildungsmaßstab unabhängig von der Objektentfernung

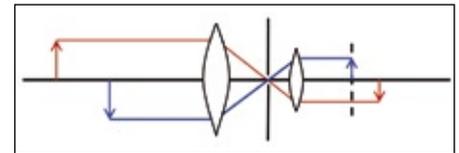


Abb. 4b: Beim beidseitig telezentrischen System ist zusätzlich die Bildgröße unabhängig von der Lage der Detektorebene

schränkung auf eine Parallelprojektion ist die Tatsache, dass der Durchmesser der Eintrittsoptik eines telezentrischen Objektivs mindestens so groß sein muss wie das Objekt, das damit abgebildet werden soll. Für die Prüfung von Bahnware über Breiten in der Größenordnung von Metern oder andere ausgedehnte Objekte sind telezentrische Objektive daher schwerlich als ein einziges Bauelement realisierbar. Ein Ausweg ist eine gestaffelte Phalanx von mehreren telezentrischen Objektiven, deren Bildbereiche sich überlappen. Aufgrund ihrer optischen Konstruktion haben telezentrische Objektive zudem im Vergleich zu Standardobjektiven eine relativ große Baulänge [3], können eine Masse von mehreren Kilogramm haben, sind lichtschwach und teuer. Für hochgenaue Vermessungsaufgaben gibt es jedoch oft keine Alternative zu diesen Spitzenprodukten der technischen Optik.

### Literatur

- [1] s. z. B. INSPECT 2/2003, Grundlagen der Bildverarbeitung: Objektive
- [2] Lenhardt, K., Optical measurement techniques with telecentric lenses, Schneider-Kreuznach, [www.schneiderkreuznach.com/knowhow.htm](http://www.schneiderkreuznach.com/knowhow.htm)
- [3] Schuhmann, R., Thöniß, T., Technisches Messen 65 4, S. 131 ff. (1998)

► **Autor**  
**Prof. Dr. Christoph Heckenkamp**  
 Hochschule 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)





### **VISION: KOMPONENTEN UND TECHNOLOGIEN**

In der Vision-Rubrik der INSPECT sind neue Trends im Kamera-Markt, die Veränderungen bei den Frame Grabbern, das breite Spektrum an Objektiven, die rasant zunehmende Vielfalt an Beleuchtungen ebenso Themen wie der zunehmende Einsatz der Smart Cameras, Visionensensoren und Kompaktsysteme. Die Software mit ihren Facetten der Algorithmik, der Benutzerführung sowie der Datenaufbereitung und Kommunikation hat in der Vision-Rubrik ihre Plattform. Aber auch die „heimlichen Helden“ Schnittstellen, Prozessoren und Kabel werden hier aus ihrem Schattendasein heraus geholt und ihre Auswirkung auf den Erfolg der ganzen Anlage redaktionell gewürdigt.

Die Vision-Rubrik wendet sich sowohl an die Leser, die tief im technischen Detail die Auslegung der Systeme konzipieren, als auch an die Anwender für die Plug, Play & Forget das primäre Ziel ist.

# Mehrere Millionen Spiegel

## Technologie und Anwendungen des Digital Light Processing



Digital Light Processing (DLP) ist eine von Texas Instruments entwickelte Technologie, bei der kleinste quadratische Mikrospiegel das Licht einer Lichtquelle auf eine Projektionsfläche reflektieren. Die als Lichtschalter fungierenden Mikrospiegel befinden sich auf einem DMD-Chip (Digital Micromirror Device) und sind jeweils für die Projektion eines einzelnen Bildpunktes verantwortlich. Je nach Auflösung kann ein solcher DMD-Chip aus mehreren Millionen Spiegeln bestehen, von denen jeder einzelne mehrere tausend mal in der Sekunde geschaltet werden kann.

Bereits seit vielen Jahren ist die DLP-Technologie in der digitalen Projektion etabliert. Schon kurz nach ihrer Einführung begannen Entwickler und Ingenieure, diese Mikrodisplay-Technologie für innovative Produkte außerhalb der Projektionstechnik einzusetzen. Besonders interessant wurde dies mit den speziellen DLP Discovery Modulen, die eine flexible Elektronikplattform für Produktentwicklungen in neuen Anwendungen bildeten.

Aber Produktentwicklungen in innovativen Anwendungen erfordern viel mehr als nur den Zugriff auf die Basisfunktionen solcher Elektronikplattformen. Effiziente Schnittstellen und Software sind ebenso erforderlich wie eine vielseitige Light Engine zur Beleuchtung des Mikrodisplays und für dessen Abbildung auf ein Objekt oder einen Empfänger.

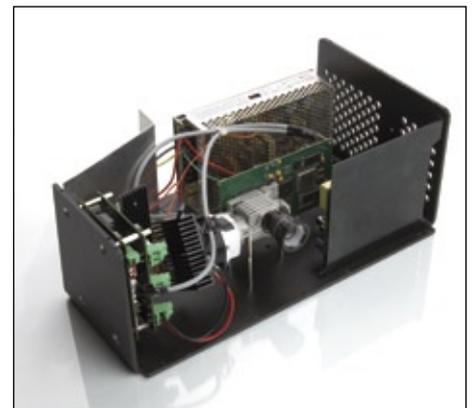
Hier bietet Visitech mit der Luxbeam DLP Light Engine Reihe Entwicklern eine professionelle Plattform für die frühen Phasen der Produktentwicklung. Die integrierten Module umfassen alle elektronischen und optischen Systeme, eine Lichtquelle und die vorinstallierte Luxware-Software zur Kontrolle der DLP Mikrodisplay-Funktionen. Die verschiedenen Modelle charakterisieren sich durch unterschiedliche optische Konfigurationen und Lampentypen wie Entladungslampen oder Hochleistungs-LED. Sie lassen sich dadurch flexibel in individuelle Produktentwicklungen integrieren.

### Anwendungsbeispiel: Optische 3D-Vermessung

Optische 3D-Messsysteme werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, beispielsweise in der 3D-Biometrik und Forensik, in Produktionskontrolle, Produktprüfung und Produktentwicklung oder in dermatologischen, kosmetischen und biomedizinischen Anwendungen. Dabei lassen sich spezifische

Parameter wie 2D- und 3D-Oberflächengeometrien, Konturen, Rauheit oder Fehlstellen vermessen.

Das Prüfobjekt wird mittels strukturierter Beleuchtung, d.h. einer Sequenz von definierten Streifen oder Mustern, beleuchtet. Eine hochauflösende Kamera, unter einem festen Winkel zur Beleuchtungsrichtung positioniert, nimmt die vom Objekt verzerrten Muster auf. Mit einer speziellen Bildverarbeitungssoftware, die das Triangulationsprinzip und komplexe Phasenshift-Algorithmen verwendet, wird daraus die 3D-Geometrie des Objektes berechnet.



Die integrierten Module der Luxbeam DLP Light Engine umfassen die vorinstallierte Software, die Lichtquelle und alle elektronischen und optischen Systeme

Die Messgenauigkeit solcher Systeme ist u. a. abhängig von der Präzision und Wiederholgenauigkeit der Projektion der Streifenmuster und ihrer Grauwerte. Mit der hohen Auflösung sowie der präzisen Kontrolle der einzelnen Pixel des Mikrodisplays und ihrer exakten Grauwertwiedergabe leisten die Luxbeam Light Engines eine variable und präzise Projektion nahezu beliebiger Streifen- und Mustergeometrien. Damit lassen sich berührungslos Messgenauigkeiten von bis zu einem Zehntel der Streifenbreite ( $< 1 \mu\text{m}$ ) erreichen.

### Vorteile in industriellen Anwendungen

Eine Reihe von Eigenschaften macht die DLP-Technologie besonders interessant für neue und industrielle Anwendungen, z. B.

- Pixel sind einzeln digital kontrollierbar,
- hohe Reflektivität,
- polarisationsunabhängig, damit hohe Lichteffizienz,
- einsetzbar im sichtbaren Licht, in UV und IR,
- hohe Zuverlässigkeit, über 18 Millionen Displays im Einsatz,
- linearer Grauwertverlauf mit PWM,
- hohe Schaltgeschwindigkeiten im Mikrosekundenbereich,
- verschiedene Auflösungen von XGA bis 1.080 und WUXGA (1.920 x 1.200 Pixels).

In Verbindung mit diesen Display-Eigenschaften haben die Luxbeam Light Engines sich als vielseitiges System für Produktentwicklungen etabliert, die in industriellen DLP Mikrodisplay-Anwendungen wie Hyper Spectral Imaging, 3D Security, Spektroskopie, Medizintechnik, Augmented Reality, Rapid Prototyping, 3D Volumetric Display, High Performance Imaging und Machine Vision angesiedelt sind.

Als unabhängiges DLP Design-Haus und führender Entwicklungspartner von Texas Instruments hat das Entwicklerteam von Visitech umfassendes Expertenwissen für die Entwicklung und Herstellung von DLP Elektroniken und Systemen und kann so Produktentwicklungen in den verschiedensten Bereichen der industriellen Mikrodisplay-Systeme unterstützen.

► **Autor**  
Alfred Jacobsen, Business Development Manager

► **Kontakt**  
Visitech AS, Drammen, Norwegen  
Tel.: 0047/3222-7700  
Fax: 0047/3222-7701  
contact@visitech.no  
www.visitech.no

Visitech Deutschland:  
OpSys Project Consulting  
Tel: 06445/6125090  
alfred.jacobsen@visitech.no



Die Erfahrung aus weltweit  
über 7000 Applikationen.

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

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

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



**NEURO  
CHECK**  
Industrial Vision Systems

# Pixel Highway

## Große Datenmengen effektiv bewegen

Das Applikationsumfeld industrieller Bildverarbeitung entwickelt sich zunehmend in Analogie zu einer „Metropolitan Area“. Dort stellen Millionen von Computern (Pendler) das City-Management bezüglich der Infrastruktur vor fast unlösbare Aufgaben. Und was können Sie tun, damit die Daten-Verkehrsströme aus Abermillionen Pixeln sicher und schnell von der Peripherie ans Ziel gelangen, um sich in Arbeitsprozessen des PC produktiv zu entfalten? Eine hervorragende Lösung bietet ein „Highway“ in CameraLink-Technologie.

Wie es zu der Ausgangslage kommt, ist bekannt: Zur Überwachung und Steuerung von Fertigungsabläufen, oft mit BV-Systemen zur Qualitätssicherung, stehen dem Anwender Kameras zur Verfügung, die bei hoher Auflösung und Unterstützung hoher Bildwiederholraten gewaltige Datenmengen erzeugen. Die Optimierungsaufgabe zum Datentransport und damit die Auswahl der Schnittstelle wird nun für den Anwender durch eine Anzahl von Kriterien definiert: Geschwindigkeit, Sicherheit, Integrationsaufwand, Flexibilität und Kosten. Der Blick zum Markt zeigt, wie wichtig die Orientierung an der konkreten Anwendung ist.

Definierte Standards erleichtern auch bei Kamera-Schnittstellen die Integration in bestehende Architekturen. So können FireWire und Gigabit Ethernet (GigE) hier punkten, weil erstere mit DCAM und zweite mit GigE Vision festgelegte Software-Standards mitbringen. Bei USB2.0, CameraLink und analogen Interfaces existieren lediglich Hardware Standardisierungen. Für die Installation der BV-Lösung im Produktionsumfeld spielt mitunter die Kabellänge eine Rolle. Für Längen von bis zu 100 m zeigen sich analoge und GigE Kameras von ihrer starken Seite. USB, CameraLink und FireWire bewegen sich unter der 10 m Marke. Behält man allerdings die eingangs geschil-

derten Fakten im Auge, nähert man sich wieder den Kriterien von Übertragungsgeschwindigkeit und Bandbreite an. Zeitakte, Verarbeitungstempo und Sicherstellung von quasi Nullfehler-Raten in der Produktion bewirken eine Äquivalenz von erzeugten Datenmengen zur gestellten Aufgabe. Um nun die „Ausbeute“ moderner Kameras nicht zu schmälern, kommt hier wieder das CameraLink Interface ins Spiel.

### Warum auf CameraLink setzen?

CameraLink ist für die schnelle Bildübertragung spezifiziert. Die Technologie setzt auf die drei Übertragungsstrukturen Base, Medium und Full, um eine möglichst breite Basis an Applikationen abdecken zu können. Die folgende Tabelle zeigt die spezifizierten maximalen Datentransferraten in Beziehung zu den Taktfrequenzen. Die Anzahl der Taps be-

zeichnet die Anzahl der Kanäle, die zur Übertragung der Daten verwendet werden (siehe Tabelle).

Zum Vergleich kann eine GigE Kamera maximale 125 MByte/s übertragen, bei FireWire IEEE1394b sind es sogar nur 100 MByte. Hier zeigt sich deutlich, dass CameraLink für schnelle Bildübertragung durchaus seine Berechtigung hat.

Als Physical Layer dient CameraLink LVDS (Low-voltage differential signaling), das sich durch hohe Geschwindigkeiten bei gleichzeitig niedrigen Spannungsebenen auszeichnet. Übertragen werden die bis zu 28 TTL Signale über standardisierte Stecker und Kabel. Je nach Ausführung müssen ein bzw. zwei Stecker pro Kamera angeschlossen werden.

Fortschritte gibt es heute bei der Spannungsversorgung der Kameras. Mit Einführung von Power Over CameraLink (PoCL) hat man die Lücke in puncto Be-

Tabelle 1:

Quelle:[Specifications of Camera Link Interface Standard for Digital Cameras and Frame Grabbers Version 1.1]

Konfiguration	Unterstützte Ports/ Taps (8 Bit/Tap)	Anzahl der Stecker	Datentransferrate	Max. Taktfrequenz
Base	A,B,C	1	255 MByte/s	85 MHz
Medium	A,B,C,D,E,F	2	510 MByte/s	85 MHz
Full	A,B,C,D,E,F,G,H	2	680 MByte/s	85 MHz

nutzerfreundlichkeit zu USB, FireWire und GigE merklich verkleinert, so dass „plug and play“ in greifbare Nähe rückt. Ein anderer Vorteil gegenüber diesen Schnittstellen ist die externe Hardware-Triggerung, welche eine sehr geringe Auslöseverzögerung (Latenz) aufweist.

### Engpass bei PCI überwunden

Ein schnelles Kamerainterface ist jedoch nur soviel wert, wie das übergeordnete Bus-system, das die Daten weiterleitet. Bis vor wenigen Jahren hieß der etablierte Standard bei PC-basierenden Bildverarbeitungssystemen PCI (Peripheral Component Interconnect). Bei einer Busbreite von 64 Bit und einer Taktfrequenz von 66 MHz ist die Übertragungsrate von maximal 533 MByte/s geringer als die maximale Datenübertragungsrate, die mit einer als Full konfigurierten CameraLink Kamera erreicht werden kann.

Mit dem 1998 verabschiedeten PCI-X Standard sind deutlich höhere Durchsatzraten möglich. PCI-X 1.0 erreicht mit einem Teilnehmer am Bus maximal 1,066 GByte/s und ist somit in der Lage, Daten einer als Full konfigurierten CameraLink Kamera problemlos und vor allem sicher zu transferieren.

Die Lösung des Problems stellt der 2004 eingeführte PCI-Express-Datenbus dar, welcher sowohl für Kupferleitungen als auch für optische Verbindungen vorgesehen ist. PCI-Express besitzt je nach Ausbaustufe 1 bis 16 Lanes und wird mit einer Taktfrequenz von 1,25 GHz pro Richtung betrieben. Dieser Bus, der sich durch serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen charakterisiert, ist vollduplexfähig. Es werden Datentransferraten von maximal 4 GByte/s bei 16 Lanes erzielt. Bei Nutzung einer Lane beträgt die Übertragungsrate pro Richtung noch 250 MByte/s – insgesamt

also 500 MByte/s. Zur Verwendung einer Kamera mit CameraLink Interface und Full Konfiguration sollte der PCI-Express-Bus mindestens 3 Lanes besitzen, um die Daten sicher übertragen zu können.

### Volle Konzentration auf den Job

Mit der Kombination von PCI Express und CameraLink wird der Anwender in die Lage versetzt, bisher nicht realisierbare geglaubte Anwendungen zu lösen. Vision & Control bietet CameraLink in Verbindung mit einem leistungsstarken Bildverarbeitungsrechner der vicosys-Serie an. In der ersten Ausbaustufe können zwei Kameras mit Base bzw. eine Kamera mit Medium-Konfiguration am Mehrkamerasystem vicosys betrieben werden.

Applikationen in der Stanz- oder Getränkeindustrie mit den typischerweise hohen Taktraten fordern gerade auch Softwarealgorithmen, welche die Auswertung der Bildinformation optimal realisieren. Nur ein fein abgestimmtes Paket aus Hard- und Software wird konstant hohe Taktraten fahren können – damit, um auf den Vergleich zurückzukommen, der Verkehr auf dem „Pixel Highway“ immer schnell und sicher fließt.

► **Autor**  
Ronny Walther,  
Produktmanager  
Kamerasysteme



**Kontakt**  
Vision & Control GmbH, Suhl  
Tel.: 03681/7974-27  
Fax: 03681/7974-33  
ronny.walther@vision-control.com  
www.vision-control.com

# GimaGO

## GigE Technology

**GIG**  
VISION



## Foresight and Success

### Vision Applications with digital cameras

Resolution VGA to 2 Megapixel  
NET Software Package  
Small Design 40x40x48 mm

**NET Locations**  
Germany | USA | Japan

[www.net-gmbh.com](http://www.net-gmbh.com)

**NET**  
NEW ELECTRONIC TECHNOLOGY

# Grüne Mobilität

## Qualitätskontrolle von Zylinderlaufbahnen zur Motorenoptimierung



Die allgegenwärtigen Diskussionen um den richtigen Weg zur umweltschonenden individuellen Mobilität machen die Situation deutlich: Bis reine elektrische Speicher und Antriebssysteme marktreif und allgemein verfügbar sind, hat die Optimierung herkömmlicher Verbrennungsmotoren bei fast allen Herstellern weiterhin hohe Priorität. Moderne Motoren müssen dabei immer höheren Ansprüchen genügen: insbesondere geringer Verbrauch, niedrige Schadstoffemissionen und eine lange Lebensdauer stehen im Fokus von Herstellern und Käufern.

Die Motorenbauer gehen dabei verschiedene Wege um den steigenden Ansprüchen gerecht zu werden. Eine Vielzahl der Lösungsansätze, z.B. die Erhöhung der Zünddrücke oder Hochdrehzahlkonzepte, haben auch einen erheblichen Einfluss auf die Anforderungen an die Zylinderlaufflächen. Hier besteht die Herausforderung darin, Mikrostrukturen in sehr engen Toleranzgrenzen in der Serienproduktion herzustellen. Anforderungen hinsichtlich guter tribologischer Eigenschaften, wie z.B. Schmiermittelrückhaltung, müssen erfüllt werden. Dem Fertigungsprozess der Zylinderlauffläche kommt dadurch eine besondere Bedeutung zu. Die beispielsweise durch Honen oder Lasern erzielte Mikrostruktur auf der Zylinderlauffläche ist entscheidend für den Aufbau des Ölfilms zwischen Zylinder und Kolben, der maßgeblich die Lebensdauer eines Motors beeinflusst. Die eingebrachten Mikrostrukturen bilden einen Art Ölreservoir, in denen nach jedem Kolben-

hub ein definiertes Volumen des Öles zurückbleiben kann. Diese Strukturen können z.B. durch sog. Honriefen (kreuzförmig verlaufende Riefen) oder Taschen bzw. Erhöhungen geschaffen werden.

### Optimierung der Laufflächen

Der Einsatz von gewichtsreduzierenden Leichtmetallwerkstoffen spielt bei der



Dem Fertigungsprozess der Zylinderlauffläche kommt eine besondere Bedeutung zu

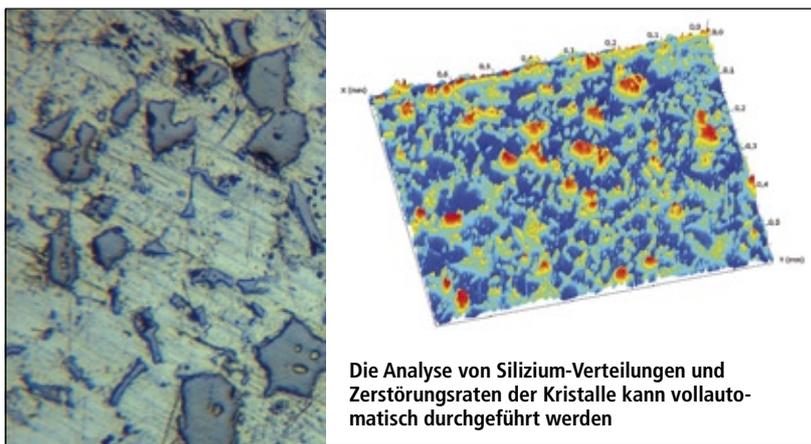
Verbrauchsreduktion ebenfalls eine große Rolle. Dieser erfordert beispielsweise eine spezielle Bearbeitung der Aluminiumlaufflächen. Dabei werden durch ein Honverfahren in der Aluminiummatrix eingebettete Siliziumkristalle freigelegt. Diese haben die benötigte Härte und Standfestigkeit um den Belastungen, die durch den Kolben im laufenden Betrieb entstehen, standzuhalten. Ebenfalls zur Härtung werden auch verschiedene Beschichtungsmöglichkeiten eingesetzt.

Die eingesetzten Verfahren zur Optimierung der Laufflächen sind inzwischen sehr vielfältig geworden. Allen gemein ist, dass die Qualitätsparameter der beteiligten Oberflächen während des Fertigungsprozesses überwacht werden müssen. Hier bietet der bereits von vielen deutschen Automobilherstellern eingesetzte Cylinderinspector der Opto Sonderbedarf GmbH als multifunktionales Messgerät alle Möglichkeiten der optischen Kontrolle und Auswertung. Erhältlich sind drei Ausführungen: das mobile handgeführte System Quick-Test ermöglicht Stichproben, der manuelle Cylinderinspector wurde für den Einsatz im Messlabor konzipiert und die motorische Cylinderinspector Lösung erlaubt den Einsatz bei sehr hohen Stückzahlen und hoher Kontrolldichte.

### Von manuell bis vollautomatisch

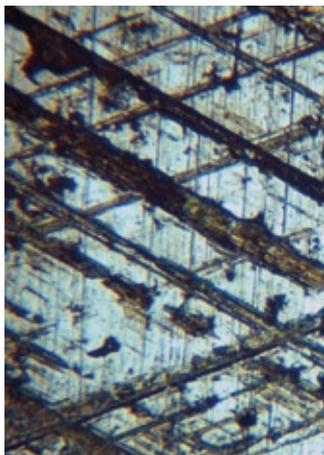
Grundsätzlich weisen alle Systeme eine Zoomoptik auf, um sowohl mit kleiner Vergrößerung einen Überblick zu ermöglichen als auch mit hoher Vergrößerung Details (z.B. zerstörte Si-Kristalle) in hervorragender optischer Qualität untersuchen zu können. Dies erfolgt beim Quick-Test visuell mit dem Auge oder mit einem einfachen Kamera/Messsoftware-Paket am Rechner. Die Beleuchtung erfolgt jeweils koaxial durch eine Kaltlichtquelle oder LED. Für die mit digitalen Kameras ausgestatteten manuellen und motorischen Cylinderinspector Versionen gibt es eine Vielzahl von softwareseitigen Analysemöglichkeiten.

Der korrekte Honwinkel ist für die tribologischen Eigenschaften der Lauffläche von entscheidender Bedeutung. Hierfür bietet die Cylinderinspector-Software

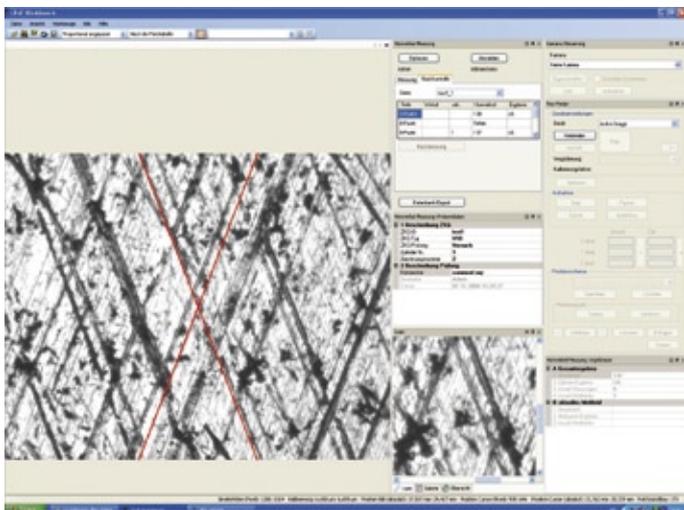


Die Analyse von Silizium-Verteilungen und Zerstörungsraten der Kristalle kann vollautomatisch durchgeführt werden

die Möglichkeit, diesen vollautomatisch zu bestimmen. Die Ergebnisse können dann in eine individuell angepasste Berichtsvorlage übernommen werden und so die Auswertung und Dokumentation



Die Mikrostruktur auf der Zylinderlauffläche ist entscheidend für den Aufbau des Ölfilms zwischen Zylinder und Kolben, der maßgeblich die Lebensdauer eines Motors beeinflusst



Der korrekte Honwinkel wird mit der Cylinder Inspector-Software automatisch bestimmt

schnell und komfortabel erstellt werden.

Die Speicherung aller Daten in eine Bilddatenbank ermöglicht es, die Daten langfristig zu sichern und jederzeit leicht auffindbar zu machen. Filter und Suchoptionen gestatten einen schnellen Zugriff auf Daten, auch nach langer Zeit.

Insbesondere das System „Cylinderinspector manuell“ ermöglicht eine schnelle Fehlererfassung im Qualitätslabor und bei der Entwicklung. Hon-Fehler (z.B. waagerechte Honriefen oder zu breite Honriefen) können in der kleinen Zoomstufe leicht visuell gefunden werden. Da der manuelle Cylinderinspector um 360° drehbar ist, können die kritischen Stellen (z.B. oberer und unterer Umkehrpunkt des Kolbens) schnell und einfach inspiziert werden. Die Fehlersuche ge-

staltet sich damit sehr komfortabel. Defekte Honwerkzeuge können vom geübten Anwender erkannt und entsprechende Maßnahmen sofort eingeleitet werden. Auch Bereiche mit zu geringem Anteil an Kristallen (sog. Entmischungszonen) können leicht erkannt werden.

Durch den hohen Zoomfaktor können im gleichen Bereich sofort die Kristalle auf Ihre Zerstörung geprüft werden. Zur Unterstützung des Bedieners stehen dabei umfangreiche Softwaretools zur Verfügung.

### Kontrolle im Fertigungsprozess

Die motorischen Systeme sind hingegen fast völlig automatisierbar. Durch das Abspeichern von verschiedenen Konfigurationen können definierte Prüfpunkte für unterschiedliche Motorentypen und Messungen angelegt werden. So kann beispielsweise eine vollautomatische Messung des Honwinkels an den vorher festgelegten Prüfpunkten durchgeführt werden. Die Analyse von Silizium-Verteilungen und Zerstörungsraten der Kristalle, wie z.B. Entmischungszonen, Limitierung von Zerstörungsraten (Zerstörungen der Kristalle z.B. durch den Honprozess) kann ebenfalls durch die Software voll- bzw. halbautomatisch durchgeführt werden. Die Programmierung der gewünschten Auswertelogiken erfolgt dabei in enger Zusammenarbeit mit dem Zylinderblockhersteller nach dessen spezifischen Prüfvorschriften. So können unterschiedliche Eskalationsszenarien bei verschiedenen Stufen der Entmischung definiert werden z.B. um zu unterscheiden, ob eine Entmischung nur lokal vorliegt und das Zylinderkurbelgehäuse noch in Ordnung ist

oder aber auf der gesamten Lauffläche die Anzahl der freigelegten Kristalle zu gering ist.

Durch das Zusammensetzen mehrerer Bilder (Stitching) ist auch die Auswertung großflächiger Bereiche möglich. Weitere Optionen sind Softwareerweiterungen zur automatischen Analyse von abgespeicherten Bildern z.B. in Bezug auf Fläche, Größe und Verteilung von eingebrachten Poren oder Graphitlamellen. Je nach Oberfläche spielen hier unterschiedliche Parameter eine Rolle. Der Einsatz von industrieller Bildverarbeitung mit der Möglichkeit einer individuellen Programmierung durch Opto ermöglicht den Herstellern eine hochgenaue und wiederholbare Messung ihrer individuell benötigten Messparameter – und damit eine immer genauere Kontrolle des Fertigungsprozesses der Laufflächen.

### Entwicklung neuer Motoren

Auch in der Entwicklung von neuen Motoren spielt die umfassende Inspektion der Laufflächen eine große Rolle. Vergleichsaufnahmen vor und nach einem Motortestlauf sowie großflächige Untersuchung der Laufflächen von Prototypen setzen eine zerstörungsfreie Prüfung voraus. Eine hohe Flexibilität beim Einsatz, brillante Bildqualität und die Kombination mit modernen industriellen Bildverarbeitungsalgorithmen erleichtert Entwicklern wie Fertigungsplanern als auch den Qualitätsingenieuren die Arbeit bei der Optimierung von Motoren.

► **Autor**  
Andreas Hermann,  
Produktmanager



► **Kontakt**  
Opto Sonderbedarf GmbH,  
Gräfelfing  
Tel.: 089/898055-0  
Fax: 089/898055-18  
info@opto.de  
www.opto.de

# Digitale Kamera? uEye®!



## USB uEye® ME

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



### USB

Von Boardlevel bis zur IP65/67 Variante bieten die uEye Kameras mit der „überall verfügbar“-Schnittstelle und Auflösungen bis 10 Megapixel größtmögliche Flexibilität

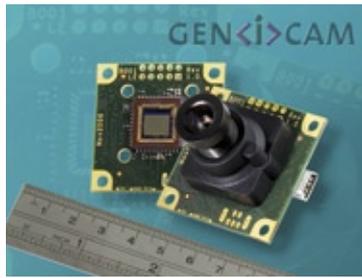


### GigE

Ultra-kompakt oder Real-time Pre-Processing. Plug & Play GigE Kameras mit eingebauter Investitionssicherheit

## Generische Schnittstelle sorgt für flexible Integration

IDS bietet für seine USB-Kamerafamilie uEye LE jetzt auch ein GenICam-Interface an. Damit werden insbesondere die Platinen-Versionen dieser preisgünstigen Kameraserie noch interessanter für Systemintegratoren und OEMs, denn die generische Schnittstelle sorgt für eine noch flexiblere Integration. Gerade in Bereichen, in denen häufig wechselnde Hardware eingesetzt wird, macht sich die Programmierung mit einer standardisierten API schnell bezahlt. Erhältlich sind die USB-Kameras dieser Serie sowohl in einer Version mit CE-B-zertifiziertem Kunststoffgehäuse und C/CS-Mount-Anschluss als auch in platzsparender Platinenbauweise mit und ohne S-Mount-Objektivhalterung. Zur Auswahl stehen moderne CMOS-Sensoren mit Auflösungen von WVGA (87 Bilder/s) bis 5 MPixel in Monochrom oder Farbe.



IDS Imaging Development Systems GmbH

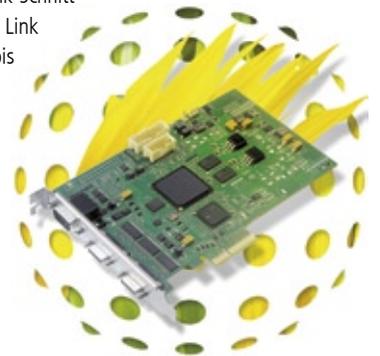
Tel.: 07134/96196-0 • [info@ids-imaging.de](mailto:info@ids-imaging.de) • [www.ids-imaging.de](http://www.ids-imaging.de)

## Camera-Link-Framegrabber

Matrox Solios eV-CL und Matrox Solios eM-CL sind kostengünstige Camera-Link-Framegrabber für PCI-Express und PCI/104-Express embedded. Beide Modelle können mit den besten, derzeit auf dem Markt angebotenen, hochleistungsfähigen Flächenkameras und Zeilenkameras mit Camera-Link-Schnittstelle verwendet werden. Sie sind für zwei unabhängige Camera Link Base oder einer Medium/Full-Konfiguration verwendbar und bieten bis zu 10 Ausgänge mit 85 MHz. Beide Framegrabber unterstützen Power-over-Camera-Link (PoCL) unter Verwendung von SafePower und vereinfachen damit die Verkabelung. Über eine Vielzahl von allgemeinen Ein- und Ausgängen (GPIOs) kann die Bilderfassung mit externen Ereignissen (z. B. Trigger und Strobes) synchronisiert werden und mit der Prozessautomatisierung kommunizieren.

Rauscher GmbH

Tel.: 08142/44841-0 • [info@rauscher.de](mailto:info@rauscher.de) • [www.rauscher.de](http://www.rauscher.de)



## Telezentrische Großformat-Serie

Sill Optics hat eine neue telezentrische Objektivserie entwickelt, die besonders große Objektfelder mit geringer Verzerrung abbildet. Diese neue Serie trägt den Namen SillVision und wird die Correctal-Serie nach oben hin ergänzen. Sie steht für innovative Optik für besondere Herausforderungen in der Bildverarbeitung. Die Serie SillVision XT300 besteht aus vier



Objektiven, die für die gängigen Kameraformate von 1/2", 2/3", 1" (10,9 x 10,9) und 1,2" (15,15 x 15,15) ein Objektfeld von bis zu 231 x 231 mm realisieren. Mit dem SillVision XT300/0.067 (S5LPJ7315) wird damit bei einem quadratischen 1,2"-Sensor z. B. ein Objektfeld von 225 x 225 mm erreicht. Alle Objektive sind so konstruiert, dass sie unabhängig von der verwendeten Kamera den gleichen Arbeitsabstand von 400 mm aufweisen.

Sill Optics GmbH & Co. KG

Tel.: 09129/90230 • [info@silloptics.de](mailto:info@silloptics.de) • [www.silloptics.de](http://www.silloptics.de)

## 12 Megapixel, 25 fps und Global Shutter

Für höchste Ansprüche ohne Kompromisse bei der industriellen Bildverarbeitung hat Toshiba Teli die CleverDragon-Kamera CSC12M25BMP19 vorgestellt. Die Kamera bietet einen monochromen CMOS-Chip (Sensorgröße 24,6 mm x 18,5 mm) mit  $4.096 \times 3.072$  aktiven Bildpunkten bei einer Pixelgröße von  $6 \times 6 \mu\text{m}$ , der bei voller Auflösung 25 Bilder pro Sekunde ausgeben kann. Die Bildrate lässt sich durch die Auswahl bestimmter Regions of Interest (ROI) noch weiter steigern – so sind bei der Ausgabe einzelner Bildzeilen mit 10 Bit Datentiefe bis zu 48.662 fps möglich. Darüber hinaus ermöglicht der lichtempfindliche Sensor Aufnahmen mit geringem Bildrauschen und – dank Multislope-Belichtungsverfahren – mit hohem Dynamikumfang. Der Global Shutter ermöglicht eine verzerrungsfreie Aufnahme von schnell bewegten Objekten, wie es für die meisten Machine-Vision-Anwendungen erforderlich ist.



Framos GmbH

Tel.: 089/710667-0 • [info@framos.eu](mailto:info@framos.eu) • [www.framos.eu](http://www.framos.eu)

# IDS

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

Tel. 07134/96196-0

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

### Bildverarbeitungssensor

Cognex erweiterte seine preisgekrönte Produktlinie der Checker-Vision-Sensoren um eine weitere Serie, die Checker-3G-Serie. Mit seinem einfachen Setup, der integrierten Teileerkennung, Beleuchtung, I/O und Auftragswechsel, zusammengefasst in einem robusten Gehäuse der Schutzart IP67, stellt der Checker 3G eine einfache, zuverlässige und günstige Lösung zum Überprüfen aller Produkte oder Teile auf einer Linie dar. Der Benutzer hat die Wahl, ihn entweder als Anwesenheits- oder Messsensor zu konfigurieren. In jeder der beiden Funktionen ist die Anzahl der Teilemerkmale, die ein einziger Checker überprüfen kann, unbegrenzt. Darüber hinaus ist der Sensor imstande, mehr als 6.000 Teile pro Minute auch bei wechselnden Positionen entlang der Fertigungslinie zu erfassen und zu verfolgen, wobei selbst ungenaue Teilepositionierungen bewältigt und stetige, präzise getimte „Pass/Fail“-Ergebnisse erzielt werden.



Cognex Germany Inc.

Tel.: 0721/6639-0 • [Info@cognex.de](mailto:Info@cognex.de) • [www.cognex.com](http://www.cognex.com)

### Kompakt-Bildverarbeitungssystem

Für das erfolgreiche Kompaktbildverarbeitungssystem PV500 führt Panasonic Ende des Jahres eine neue Windows Konfigurationssoftware (PVWin) ein. Mit ihr lassen sich alle Einstellungen komfortabel am PC vornehmen. Die Software führt den Anwender dafür Schritt für Schritt durch die unterschiedlichen Menüs und unterstützt ihn bei der Wahl der passenden Optionen. So können auch unerfahrene Mitarbeiter das Bildverarbeitungssystem schnell einrichten. Besonders komfortabel ist die Analysefunktion. Mit ihr ist es möglich, gespeicherte Bilder automatisch zu laden und einzeln auszuwerten. Umfangreiche statistische Auswertemöglichkeiten zeigen schnell Optimierungsmöglichkeiten auf. Verbesserungen können so aus der laufenden Produktion ins Vorfeld verlagert werden.



Panasonic Electric Works Deutschland GmbH • Tel.: 08024/648-0

[info-de@eu.pewg.panasonic.com](mailto:info-de@eu.pewg.panasonic.com) • [www.panasonic-electric-works.de](http://www.panasonic-electric-works.de)

### Vier neue schnelle Scout-Modelle

Basler Vision Technologies beginnt mit der Serienproduktion von vier weiteren Kameramodellen der erfolgreichen Scout-Serie, die auf Sonys neuem Sensor ICX618 basieren. Die Kameras verfügen über ein kompaktes Industriegehäuse (29 mm x 44 mm x 73.7 mm) und einen C-Mount sowie CS-Mount Adapter. Sie sind erhältlich als Monochrom- oder Farb-Variante und mit Gigabit-Ethernet- oder IEEE-1394b-Schnittstelle. Die EMVA-1288-Daten für die neue Scout-Kamera scA640-120gm zeigen dieselbe Quanteneffizienz (QE) und die gleiche absolute Empfindlichkeit wie Sonys äußerst erfolgreicher Sensor ICX285. Zudem sind die neuen Scout-Modelle sehr schnell: Sie erreichen 120 Bilder pro Sekunde bei voller VGA-Auflösung. Die exzellente Sensitivität und die hohe Bildrate prädestinieren die Kameras für den Einsatz in Anwendungen, bei denen es auf Geschwindigkeit ankommt, wie Fabrikautomation oder Halbleiter- und Elektronikfertigung.



Basler AG

Tel.: 04102/4630 • [info@baslerweb.com](mailto:info@baslerweb.com) • [www.baslerweb.com](http://www.baslerweb.com)

### Intelligente Kamera

Die HawkEye 1600T von Microscan Systems ist eine intelligente Kamera, die kompakte Maße mit einem breiten Anwendungsbereich und der großen Flexibilität des bewährten Visionscape Bildverarbeitungs-Toolkits verbindet. Für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet, stellt die HawkEye-1600T-Kamera eine kostengünstige, leicht zu implementierende Lösung für die Qualitätskontrolle, Prozesssteuerung, Identifikation und Verfolgung von Teilen auf den Produktionslinien zur Verfügung. Sie bietet C-Mount Objektive und separate Beleuchtung, integrierte digitale Input/Outputs, serielle Kommunikation und Ethernet-Anschluss. Alle Prozesse werden von einem eigenen, leistungsstarken, integrierten Prozessor gesteuert. Mit dem robusten Gehäuse nach Schutzart IP67 und M12-Anschlüssen ist die Kamera die ideale Wahl für harte industrielle Anwendungen.



Microscan Europa

Tel.: 08161/9199-33 • [info@microscan.com](mailto:info@microscan.com) • [www.microscan.com](http://www.microscan.com)

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

# Raue Umgebung? uEye®!



### USB uEye® RE

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

\* mit Original-Zubehör von IDS



### USB

Von Boardlevel bis zur IP65/67 Variante bieten die uEye Kameras mit der „überall verfügbar“-Schnittstelle und Auflösungen bis 10 Megapixel größtmögliche Flexibilität



### GigE

Ultra-kompakt oder Real-time Pre-Processing. Plug & Play GigE Kameras mit eingebauter Investitionssicherheit

# IDS

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

Tel. 07134/96196-0

### Tag/Nacht-Funktionalität

Die Image Sensing Solutions Division von Sony hat die Einführung ihres zweiten hochauflösenden Zoom-Kameramoduls angekündigt. Die neue FCB-H11 baut auf dem Erfolg der 2007 eingeführten FCB-H10 auf und erweitert deren außergewöhnliche Bildqualität durch eine ganze Reihe neuer, zusätzlicher Produktmerkmale. Dazu gehört die Fähigkeit zum Einsatz unter besonders schlechten Lichtverhältnissen, denn das nunmehr eingebaute Auto-ICR-Feature ermöglicht die Realisierung einer Tag/Nacht-Funktion und den Einsatz bei der industrieweit führenden Beleuchtungsstärke von 1 lx, wobei echter High-Definition-Betrieb möglich ist. Dank dieser neuen Funktionalität erschließt sich für Sony ein breiteres Anwendungsspektrum.

Sony

Tel.: 0044/1932/817406 • zone@eu.sony.com • www.sonybiz.net/vision



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

**FRAMOS**  
imaging

**YOUR CHALLENGE  
OUR SOLUTION**

Customer Service    Development Support    Technical Assistance

COMPONENTS    ENGINEERING    CAMERAS PLUS

FRAMOS GMBH  
Phone: +49.89.710667-0  
info@framos.eu  
www.framos.eu

### Kompakter VGA-Framegrabber

VGA2Ethernet ist ein kompakter externer VGA-Framegrabber, der in der Lage ist, VGA-Signale mit Bildwiederholraten von bis zu 120 Bildern pro Sekunde aufzuzeichnen. Entwickelt wurde das Gerät für Hochgeschwindigkeits- und hochpräzise militärische, medizinische und industrielle Anwendungen. Epiphan Systems VGA2Ethernet setzt auf den bewährten RJ45-Netzwerkanschluss zum Anschluss an den Ziel-Rechner und erlaubt eine Transferrate von bis zu 1 Gigabit Datenübertragung. Bei einer maximalen Auflösung von 1.600 x 1.200 gehört der VGA2Ethernet zu den schnellsten und leistungsstärksten VGA-Framegrabbern auf dem Markt. Aufgrund der von Epiphan speziell für den VGA2Ethernet entwickelten Vorkomprimierungstechnologie ist es möglich, mit 100 % verlustfreie Bildern von jeder beliebigen VGA/RGB-Quelle in bester diagnostischer Qualität aufzuzeichnen.

Vision Dimension

Tel.: 04308/189980 • www.vga2usb.de

### Der Finger als Fernbedienung

Mit dem iPoint 3D kommuniziert der Mensch durch simple Gesten mit einem 3D-Display – berührungslos, ohne 3D-Brille oder Datenhandschuh. Was bisher nur in Science-Fiction-Filmen zu sehen war, zeigen jetzt die Experten des Fraunhofer-Instituts für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI. „Das Herzstück des iPoint 3D ist eine Erkennungseinheit, nicht viel größer als eine Tastatur, die über dem Benutzer an der Decke hängt oder im Couchtisch eingebaut wird. Zwei integrierte Kameras erkennen Hände und Finger in Echtzeit und übertragen die Information an den Computer“, erläutert Paul Chojeci, Wissenschaftler am HHI, die Technik. Sobald der Akteur vor dem Bildschirm steht und die Hände bewegt, reagiert das System – völlig berührungs- und markerlos. Der kleine Kasten ist mit zwei Firewire-Kameras bestückt – handelsübliche Videokameras, die günstig sind und sich einfach einbauen lassen.

Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik HHI

Tel.: 030/31002-0 • www.hhi.fraunhofer.de



### Matrixcode-Lesung auf Pharmaverpackungen

Eltrotec Sensor liefert die dritte Generation eines Code-Readers der Serie ELCR 4840, der über eine intuitive, pull-down-geführte Software parametrierbar sein kann. Speziell kleine 2D Pharma-Matrixcodes, wie sie auf Arzneimittelschachteln vorkommen, werden bevorzugt gelesen. Das Lesen auf Papier, Karton, Kunststoffverpackungen sowie auf glänzend beschichtete Materialien stellt für den Code-Leser kein Problem dar. True Colour Farbsensoren erkennen im Wellenlängenbereich von 300–950 nm spezielle Marken und Nanopartikel, um die Echtheit der Produkte zu prüfen. Ein Lesefeld von 88 x 118 mm bei 200 mm Abstand wird erreicht. Sollen größere Entfernungen überbrückt werden, greift man auf die Embedded Camera Sensoren der Smart Reader M3-Serie zurück, die mit verschiedenen Optiken und Beleuchtungen ausgerüstet werden können.



Eltrotec Sensor GmbH

Tel.: 07161/98872-300 • vertrieb@eltrotec.com • www.eltrotec.com

### Kompakter, industrieller 3D-Sensor

Der efector pmd 3d ist der erste industrielle 3D-Sensor, der auf einen Blick Szenen und Objekte räumlich erfasst. Er verfügt über 64 x 48 Bildpunkte. Jeder Bildpunkt dieser Chip-Matrix wertet den Abstand zum Objekt aus. Zeitgleich erhält man somit 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 oder der Szene. Die integrierte Lichtlaufzeitmessung, basierend auf PMD-Technologie, ermöglicht die Bewertung geometrischer Eigenschaften wie zum Beispiel Volumen, Abstand, Füllhöhe oder Flächenmaß. Das Besondere: Lichtlaufzeitmessung und Auswertung sind zusammen auf einem Chip integriert.



ifm electronic GmbH

Tel.: 020112422-0 • info@ifm.com • www.ifm.de

### Sichere Datenübertragung für Roboter und Co.

Bei Torsionsanwendungen mit geschirmten Datenleitungen in Energieketten gibt es häufig Busprotokollprobleme, verursacht durch EMV-Einstrahlungen oder beschädigte Schirme. Anders bei Glasfaser-LWL-Leitungen: Diese haben kein mechanisch anfälliges Schirmgeflecht, sind EMV-unempfindlich und übertragen Hochgeschwindigkeitsbusse bis zu einer Länge von 400 m. Nach umfangreichen Tests hat igus dazu jetzt einen neuen tordierbaren Lichtwellenleiter für alle 3D-Bewegungen in der Energiekette entwickelt, mit dem Anwender die Busprotokolle stets im Griff haben. Der tordierbare TPE-Lichtwellenleiter Chainflex CF Robot-LWL ermöglicht hohe Datenraten sowie ein direktes Verlegen neben Leitungen mit hohen Leistungen. Aufgrund der besonderen Konstruktion mit torsionsoptimierten Ausgleichselementen ist die mechanisch feste LWL-Leitung auch bei Drehwinkeln von +180° frei im Raum, zum Beispiel an einem Roboterarm, absolut störicher.



igus GmbH

Tel.: 02203/9649-0 • info@igus.de • www.igus.de

### Release 2.3 mit zahlreichen neuen Features

Die neueste Release 2.3 der EyeVision Software bringt viele Verbesserungen mit sich, die dem Anwender zusätzliche Vorteile bieten. Der Fokus der Weiterentwicklung lag hierbei auf der Überarbeitung der Konturkorrelation, der Leseleistung des DMC sowie der Filterbibliothek, die um weitere Filterfunktionen erweitert wurde. Ein weiteres Highlight ist das neue Anzeigeprogramm EyeView. Im Release 2.3 wurde besonders die Kontur des Einlernmenüs überarbeitet und somit der Einlernprozess vereinfacht und die Konturkorrelation präzisiert. Dank dieser Detailverbesserung ist die Handhabung benutzerfreundlicher. Auch im Release 2.3 gelang eine Verbesserung der Leseleistung im Lesemodus. Ein weiteres Feature ist die Lesequalitätsausgabe, die dem Anwender nicht nur das Leseergebnis, sondern auch die Codequalität zur Verfügung stellt.

EVT Eye Vision Technology GmbH

Tel.: 0721/626905-82 • info@evt-web.com • www.evt-light.com

### Neue 3D-Vision-Technologien

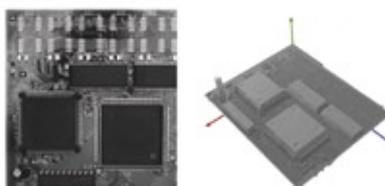
3D-Vision wird am Markt immer wichtiger, speziell für die Robotik. Die Bildverarbeitungs-Software Halcon von MVtec bot bisher bereits viele 3D-Technologien. Das Unternehmen stellt nun weitere 3D-Vision-Technologien der kürzlich veröffentlichten Version 9.0 vor. So erkennt z. B. das deskriptorbasierte Matching perspektivisch verzerrte Objekte. Dazu werden bestimmte Punkte detektiert, deren Grauwerte sich deutlich von ihrer benachbarten Umgebung unterscheiden. Planare Objekte wie Druckbilder mit Textur können mit deskriptorbasiertem Matching extrem schnell in beliebiger Rotation und Kippung lokalisiert werden. Halcon 9.0 verfügt über ein umfangreiches 3D-Vision-Paket, mit dem 3D-Aufgaben schnell und sicher gelöst werden können.

MVtec Software GmbH

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



Die 3D-Form eines Objekts wird mit dem Lichtschrittbefahren durch die Messung des Phasenwinkels einer projektierten Laserstrahlens erstellt.



Mit dem Lichtschrittbefahren lassen sich dreidimensionale Höhenprofile erstellen. Besonders geeignet ist dieses Verfahren für Objekte mit geringer Textur, wie elektronische Bauteile.

www.inspect-online.com

www.matrix-vision.com/mvBlueFOX



mvBlueFOX

Industrielle USB 2.0 Kameras

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

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

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

### SDK für GigE-Kameras erneut verbessert

Mit dem neuen Software Development Kit für die haus-eigenen SVCam-GigE-Kamerallinien bietet SVS-Vistek wieder einige sehr interessante Neuerungen, die die Einbindung der Kameras in die Kundensoftware erheblich erleichtern. Die wichtigste neue Funktion ist das Auto-Tap-Balancing, das ohne Eingriff durch den

Anwender die Helligkeitsunterschiede zwischen den Bildhälften bei Dual-Tap-Sensoren automatisch ausgleicht. Dies geschieht zuverlässig für jeden Frame und bei wechselnden Bildinhalten und Helligkeiten. Die Multicast- und Broadcast-Funktion stellt die Bilddaten einer Kamera einer Vielzahl von PCs zur parallelen Be-

arbeitung zur Verfügung. Neben den Entwicklungs-Umgebungen Borland Builder 6.0 und MS Visual C++6.0 und 8.0 wird jetzt auch Borland Delphi 7 unterstützt. Auf allen Plattformen ermöglicht ein lauffähiges Beispielprogramm im Sourcecode dem Kunden den schnellen Einstieg.

SVS-Vistek GmbH • Tel.: 08152/9985-571-56 • sales@svs-vistek.com • www.svs-vistek.com

### Neue kompakte und flexible Code-Lesesysteme

Die neuen stationären 1D/2D-Code-Leser der Siemens-Division Industry Automation zeichnen sich durch hohe Lesesicherheit und -geschwindigkeit sowie vielfältige Kommunikations- und Anschlussmöglichkeiten aus. Anwendungsschwerpunkt der kompakten Code-Lesesysteme Simatic MV440 in hoher Schutzart IP67 ist das Lesen von Data Matrix Codes, beispielsweise DPM (direct parts marks), bei schwierigen Umgebungsbedingungen im industriellen Umfeld. Mit flexiblen Beleuchtungsoptionen lässt sich das System an die jeweilige Applikation anpassen. Typische Einsatzgebiete sind Produktverfolgung, Prozesssteuerung und Überprüfung der Markierqualität in Anwendungen der Automobil-, Verpackungs-, Pharma-, Tabak-, Kosmetik-, Elektronik- sowie Nahrungs- und Genussmittelindustrie.



Siemens Industry Automation

Tel.: 0911/895-0 • infoservice@siemens • www.siemens.de

### Helleres LED-Ringlicht

Polytec bringt ein neues, helleres LED-Ringlicht auf den Markt. Die bewährte PAH-Ringlicht-Serie von Latab mit einer Wellenlänge von 630 nm wird durch eine neue um ca. 1,5-fach hellere und homogenere Serie ergänzt. Das Ringlicht, auf Basis von SMD-LEDs, emittiert bei einer Wellenlänge von 617 nm (Amber). Weitere Farben wie Weiß, Blau und Grün sind in Kürze erhältlich. Die Beleuchtungen sind mit Kühlkörpern versehen, um so die Wärme unmittelbar abzuführen. Ein Vorteil liegt auch darin, dass die Abmessungen der neuen Beleuchtung nahezu mit den bisher bekannten identisch sind. Unverändert werden die Beleuchtungen mithilfe der bewährten Steuereinheit (Controller) im Dauer- oder Blitzbetrieb verwendet, d.h., die Intensitätseinstellung erfolgt wahlweise mit internem oder externem Dimmer analog 0–10 V, RS232 oder Ethernet.



Polytec GmbH

Tel.: 07243/604-0 • info@polytec.de • www.polytec.de

June 9-11, 2009 • Donald E. Stephens Convention Center • Chicago, Illinois USA

# INTERNATIONAL & ROBOTS & VISION MOTION CONTROL SHOW

*Win Globally: Innovate & Automate*

For full show and conference details,  
plus free online registration, go to

[www.robots-vision-show.info](http://www.robots-vision-show.info)

Find all the solutions you need to  
successfully apply robots, vision and  
motion control at your company.

Brought to you by



# INSPECT

## Automation



### **AUTOMATION: MESSEN – PRÜFEN – IDENTIFIZIEREN – STEUERN**

In der Automation-Rubrik hier geht es um Turn Key-Systeme und Applikationen. 3D-Roboterführung zur Automatisierung der Scheibenmontage in der Automobilindustrie ist hier ebenso ein Thema wie die Qualitätskontrolle von Tiefkühl-Pizza. Oberflächeninspektion von Bahnware in der Glas-, Kunststoff, Metall- und Papierproduktion, Druckbildkontrolle in der Druckmaschine oder auf der Thunfischdose, Inline-Maßhaltigkeitskontrolle ganzer Automobilkarosserien: alles Themen, die Sie in der Automation-Rubrik finden. Erfolgsgeschichten mit Anwender-Testimonials zeigen nicht nur die Leistungsfähigkeit der Technologie in unterschiedlichsten Bereichen, sondern führen Sie auch klar zu den für Ihre Aufgabenstellung geeigneten Lieferanten.

# Präzision aus der Goldstadt

## Messverfahren für hochgenaue optische Messungen

Zur hochgenauen Messung großer, komplizierter Geometrien ist eine Kombination aus hochauflösender Sensorik und präziser Mechanik nötig. Je nach Aufgabenstellung, optischen Eigenschaften des Messobjektes, Teilezuführung und Geometrie können unterschiedliche Verfahren zum Einsatz kommen. Auf multisensorielle kundenspezifische Lösungen für Präzisionsmessmaschinen hat sich EHR aus Pforzheim spezialisiert.



Die wichtigste Komponente einer Präzisionsmessmaschine ist die Sensorik zur Messdatenerfassung. Koordinatenmessmaschinen (KMM oder englisch CMM) nutzen hier meist taktile, d.h. berührende Sensoren, sog. Messtaster. Immer häufiger werden aber auch berührungslos arbeitende optische Sensoren eingesetzt.



Gesamtansicht einer Präzisionsmessmaschine für die halbautomatische Vermessung von Synchronringen

Das gängigste Prinzip ist die Laser-Triangulation. Werkzeugvoreinstellgeräte hingegen setzen im Wesentlichen auf telezentrische Messprinzipien. Beide Verfahren sind kamerabasierend – es werden Bilder aufgenommen, die anschließend analysiert werden. Man spricht daher von Bildanalyse oder Bildverarbeitung.

Weitere bildverarbeitende Messmethoden sind die Weißlichtinterferometrie, Streifenlichtprojektion, Laser-Mikrometer und konfokal-chromatische Abstandssensoren. In den Präzisionsmessmaschinen von EHR können alle diese Verfahren zu einer Gesamtlösung kombiniert werden.

### Erfassung großer Messbereiche

Ein Nachteil aller hochauflösenden Messmethoden ist, dass sie lediglich kleine Messfelder aufweisen. Standardmäßige Werkzeugaufbauten mit Messfeldern in der Größenordnung von etwa 1 cm<sup>2</sup>. Laserlinien-Triangulationsgeräte, die etwa 10 µm Auflösung erreichen, haben einen Messbereich von ungefähr 2 cm. Bei anderen Sensoren sieht es ähnlich aus.

Damit können Wendeschneidplatten, Bohrer, Fräser und andere Werkzeuge mit ähnlichen Dimensionen vermessen werden, aber keine Objekte, die einige

Dezimeter groß sind. Um große Messbereiche erfassen zu können, sind Mechaniken nötig, die das kleine Messfeld einer hochgenauen Sensorik zu einem Messort verfahren. Da die Positioniergenauigkeit einer gängigen Mechanik viel zu ungenau ist, muss diese von einem inkrementalen Wegmesssystem bestimmt werden.

### Steuerung und Auswertung

Zentraler Bestandteil jeder Messanlage ist die Software, die die Einzelkomponenten steuert. Statt einer SPS setzt EHR im Allgemeinen einen oder mehrere IPCs ein. Basis der Steuerungs-Software ist der eigene Systemkern TIVIS, der folgende Aufgaben übernimmt:

- Aufnahme der Messwerte verschiedener Sensoren oder Kameras,
- Auswertung und Interpretation der Messwerte,
- Steuerung der Mechanik inkl. Auslesen der inkrementellen Positionsmessung,
- Synchronisierung aller Messdaten,
- Bildverarbeitung,
- Kommunikation zu übergeordneten Steuerungen,
- Kommunikation und/oder Steuerung von Robotern oder anderen Mechaniken,

# Prüfen von Produkten



# Steuern der Automation



# Identifizieren von Teilen



Vision Systems

Vision Software

Vision Sensors

ID Readers

**All dies bietet Cognex Bildverarbeitung.**

Firmen auf der ganzen Welt setzen die Bildverarbeitung von Cognex ein, um ihre Produktqualität zu optimieren, Herstellungskosten zu senken und die Rückverfolgbarkeit zu sichern.

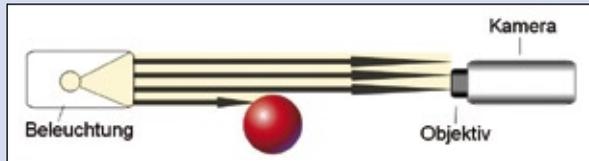


[www.cognex.com/all](http://www.cognex.com/all)

**COGNEX**

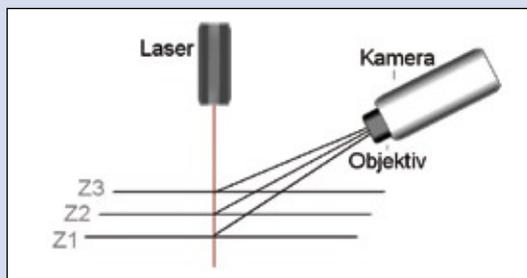
## Optische Messmethoden: Messprinzipien und Genauigkeiten

### Telezentrie



Unter Telezentrie versteht man den achsparallelen Hauptstrahlenverlauf, d.h. einen Öffnungswinkel von  $0^\circ$ , meistens von Objektiven und Beleuchtungen. Vorteil der telezentrischen Objektive ist, dass sich die Größe der Objekte im Telezentriebereich (dies ist in etwa der Schärfentiefenbereich des Objektivs) nicht ändert. Daher werden diese Objektive häufig als Messobjektive eingesetzt, z.B. bei Werkzeugvoreinstellgeräten. Hierbei leuchtet eine telezentrische Beleuchtung direkt in ein telezentrisches Objektiv (mit gemeinsamer optischer Achse) und das Messobjekt befindet sich dazwischen. Der große Vorteil dieser Anordnung ist, dass auch spiegelnde Objekte vermessen werden können, da am Objekt reflektierte Strahlen nicht mehr abgebildet werden. Nachteilig ist, dass erstens lediglich Außenkontouren erfasst werden können und zweitens die Objektivdurchmesser etwa doppelt so groß sind wie das Bildfeld bzw. der Messbereich. Die Messgenauigkeit hängt im Wesentlichen von der Bildfeldgröße, der Kameraauflösung und der softwareseitigen Subpixelinterpolation ab. Typische Werkzeugeinstellgeräte mit einer Bildfeldgröße von knapp  $1\text{ cm}^2$  und einer 1-Megapixelkamera erreichen Messgenauigkeiten von einigen  $\mu\text{m}$ .

### Laser-Triangulation

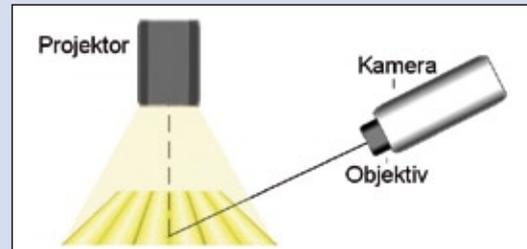


Die Laser-Triangulation ist ein Lichtschnittverfahren, bei dem z.B. eine gerade Laserlinie auf ein Objekt projiziert und unter einem bestimmten Winkel (Triangulationswinkel) von einer Kamera aufgenommen wird. Die Abweichung der Geradheit der Laserlinie im Kamerabild ist ein Maß für die Objekthöhe entlang der Linie. Ein Scan aus vielen Linien ergibt ein Höhenbild (Oberflächenprofil) in X, Y und Z. Die Messgenauigkeit hängt im Wesentlichen von der Linienlänge und der Kameraauflösung ab. Bei einer Linienlänge von etwa 20 mm und einer VGA-auflösenden Kamera erhält man eine Messgenauigkeit in der Größenordnung von  $10\ \mu\text{m}$ . Durch geeignete Softwareinterpolation kommt man dann auf Messwiederholungsgenauigkeiten um die  $1\ \mu\text{m}$ . Die Laser-Triangulation ist ein sehr gängiges Messverfahren, das robust und kostengünstig ist. Allerdings ist es ein scannendes Verfahren, so dass entweder der Sensor oder das Messobjekt verfahren werden muss. Problematisch (optisch „nicht gutmütig“) können spiegelnde oder halbtransparente Oberflächen sein.

### Streifenlichtprojektion

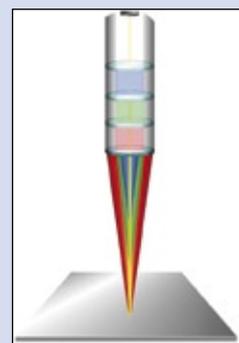
Die Streifenlichtprojektion ist ebenfalls ein Triangulationsverfahren, bei dem viele parallele Linien auf das Messobjekt projiziert werden, die unter einem bestimmten Winkel von einer Kamera aufgenommen und analysiert werden. Man unterscheidet zwischen dem Codierten Lichtansatz

(CLA: diskrete Hell-Dunkel-Linien, die Bild für Bild enger zusammen rücken; Gray-Code Sequenz) und dem Phasenshiftverfahren (Streifen mit sinusförmiger Helligkeitsmodulation, die seitlich um Viertelperioden verschoben werden). Um daraus ein Höhenbild zu errechnen, sind mehrere Bildaufnahmen mit geändertem Streifenmuster nötig. Dieses Verfahren liefert direkt 3D-Daten ohne Scanvorrichtung. Allerdings ist ein Streifenprojektor notwendig. Die Messgenauigkeit hängt auch hier im We-



sentlichen von der Bildfeldgröße und der Kameraauflösung ab. Bei einer Bildfeldgröße von etwa  $1\text{ cm}^2$  und einer 1-Megapixelkamera sind Messgenauigkeiten von etwa  $10\ \mu\text{m}$  typisch.

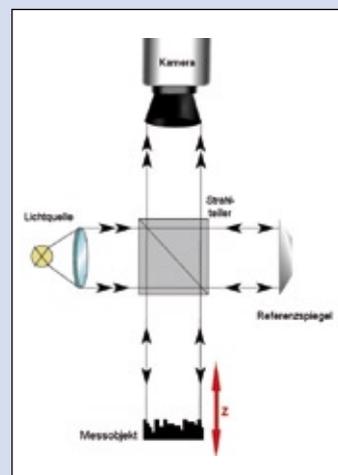
### Konfokal-chromatische Abstandssensoren



Bei konfokal-chromatischen Abstandssensoren wird der Farbfehler von Linsen (chromatische Aberration) genutzt, indem weißes Licht bei der Fokussierung auf das Messobjekt so aufgespalten wird, dass für einen Abstand nur eine Farbe scharf abgebildet ist. Die Farbe des von dem Messpunkt (Durchmesser ca.  $10\text{--}100\ \mu\text{m}$ ) gestreuten Lichts wird gemessen und einem Abstand zugeordnet. Dieses Messverfahren ist hochpräzise und liefert Messgenauigkeiten im Submikrometerbereich, selbst bei spiegelnden und transparenten Oberflächen. Durch die konfokale Anordnung von Lichtquellen- und Detektionsoptik gibt es keine Abschattung, wie bei Triangulationsmesssystemen. Nachteilig ist, dass dieses Messverfahren bisher nur punktuell möglich ist.

transparenten Oberflächen. Durch die konfokale Anordnung von Lichtquellen- und Detektionsoptik gibt es keine Abschattung, wie bei Triangulationsmesssystemen. Nachteilig ist, dass dieses Messverfahren bisher nur punktuell möglich ist.

### Weißlichtinterferometer



Weißes Licht wird über zwei Wege auf das Messobjekt gelenkt. Bei bestimmten Höhen kommt es zu Überlagerungseffekten (Interferenzen) des Lichtes, die von einer Kamera aufgenommen werden. Für diese Höhen ist der Abstand bestimmt. Alle Höhen des Messobjekts erhält man, wenn es in der Höhe verfahren und jeweils ein Bild aufgenommen wird. Aus allen Bildern wird dann ein Höhenbild zusammen gesetzt. Die Messgenauigkeit liegt im Submikrometerbereich bei Messfeldern bis  $25\text{ cm}^2$ . Es handelt sich um ein

scannendes Verfahren, bei dem mehrere Bilder aufgenommen werden. Nachteilig ist der große und anspruchsvolle Aufbau, der auch eine begrenzte Robustheit aufweist.

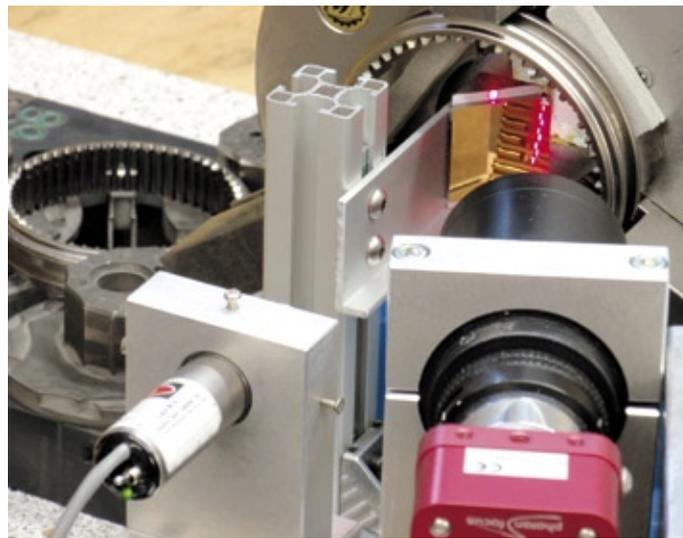
- Archivierung von Messwerten oder sonstigen Daten,
- Paßwortverwaltung,
- kundenspezifische Aufgaben.

Für die Auswertung der Messdaten ist die hauseigene Bildverarbeitungsbibliothek in TIVIS integriert. Zusätzlich dazu stehen die Bildverarbeitungs-Tools der mächtigen Bibliothek Halcon zur Verfügung.

### Applikationsspezifisch gewählte Verfahren

Mit der beschriebenen Hard- und Software-Basis wurden im Hause EHR unterschiedliche Kombinationen zu Kundenlösungen zusammengestellt. Besonders Kurbelwellenfräser sind hier ein anschauliches Beispiel für die µm-genaue Vermessung sehr großer Objekte. Es müssen dutzende kleiner Wendeschneidplatten positionsvermessen und ggf. nachgerichtet werden. Dazu wurde ein stabiler Arm an die z-Achse eines Werkzeugvoreinstellgeräts so montiert, dass der Laser-Scanner zentral im Werkzeug positioniert ist und von hier aus die einzelnen Wendeschneidplatten exakt angefahren werden können.

Spezialisiert hat sich EHR auch auf die Messung von innen liegenden Geometrien. Verzahnungen von Zahnrädern beispielsweise werden traditionell taktil durch „Auskugeln“ vermessen (Rollmaß), indem die Eindringtiefe einer Kugel zwischen die Zahnflanken gemessen wird. Dieses Verfahren ist aufwändig, da



Prototyp zur Innenvermessung einer Getriebe-Schaltmuffe mit Lasertriangulations-Eintauchoptik

langwierig. Mit den Algorithmen von EHR werden die Zahnräder „digital ausgekugelt“: Ein Laser-Scanner erfasst die 3D-Kontur, in die dann Kugeln desselben Radius hinein gerechnet werden. Auf diese Weise sind beide Messmethoden genau vergleichbar. Nun aber mit dem großen Vorteil, diese Messmethode automatisieren und frei von menschlichen Fehlern durchführen zu können.

Mit denselben Messdaten können meist auch weitere Messwerte ermittelt werden, wie z. B. Parallelitäten und Planläufe von Flächen, Höhen, Winkel, Durchmesser, Rundheiten und sonstige bauteilbedingte Besonderheiten. Damit ist eine schnelle und umfassende Qualitätssicherung gewährleistet. Schlecht zugängliche Innenbereiche, die mit Standard-Trian-

gulationssensoren nicht erreichbar sind, werden mit Spiegelkonstruktionen (oder Prismen) und getrennten Kamera-Laser-Komponenten erfasst.

► **Autor**  
Dr. Helge Moritz,  
Leiter Vertrieb und Marketing



► **Kontakt**  
EHR GmbH, Pforzheim  
Tel.: 07231/9731-0  
Fax: 07231/9731-9  
vision@ehr.de  
www.ehr.de

## Image Acquisition with ADLINK PCI Express® Cards

**Full Spectrums of Vision Interfaces Are Available!**

GigE for Vision	IEEE 1394b	Power over Camera Link	Analog
 <b>PCIe-GIE62</b> 2-CH Gigabit Ethernet Vision Interface Card with Trigger, and I/O	 <b>PCIe-FIW64</b> 4-CH PCI Express® IEEE 1394b Frame Grabber	 <b>PCIe-CPL64</b> 2-CH PCI Express® PoCL Frame Grabber	 <b>PCIe-RTV24</b> 4-CH PCI Express® Real-time Video Capture Card

**Higher bandwidth, higher speeds and more...**



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

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

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

For more information, search  on 

# Gut gewickelt

## Präzise 3D Stereomesstechnik bei 900°

Im Bochumer Stahlwerk der ThyssenKrupp Steel AG werden nicht rostende Flachstähle und andere Qualitätsstähle produziert. Der Wickelzustand des gewalzten und aufgewickelten Stahlblechs, des Coils, wird mit einem optischen 3D-Messsystem erfasst. Die 3D-Messungen erfolgen berührungslos ohne zeitlichen Eingriff in die Fertigung und erlauben Rückschlüsse auf den Anlagenzustand und das Materialverhalten der unterschiedlichen Stahlqualitäten beim Aufwickelvorgang. Die Messwerte sollen in Zukunft die Grundlage für objektive Sperrkriterien bilden und Informationen zum Anlagenzustand für Prozessoptimierungen liefern.



Als Messsystem kommt das System Coilcontrol des Garbsener Unternehmens Solving3D zum Einsatz. Coilcontrol ist ein berührungslos und vollautomatisch arbeitendes 3D-Messsystem mit dem der Wickelversatz an der Stirnseite des Coils mit hoher Präzision erfasst und klassifiziert wird. Selbst glühend heiße Stahlcoils mit bis zu 2 m Durchmesser werden mit einer 3D-Genauigkeit von 0,5 mm vermessen. Das System besteht aus ei-

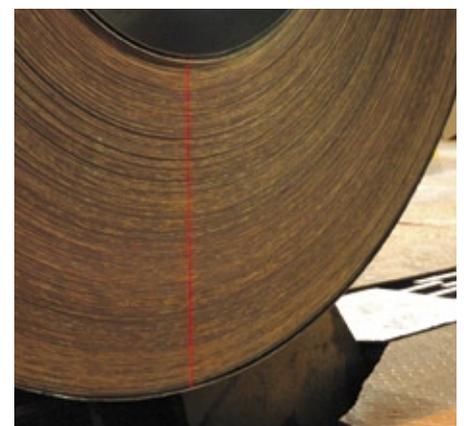
nem frei konfigurierbaren Sensorkopf mit abgesetztem Auswerterechner. Der oder die Sensorköpfe mit Kameras und Laserbeleuchtungssystem können in unmittelbarer Nähe des Coils platziert werden. Bewegliche mechanische Komponenten sind nicht notwendig und die Kameras können in wassergekühlten Gehäusen vergleichsweise einfach vor der Strahlungswärme der heißen Coils geschützt werden.

### Profilvermessung

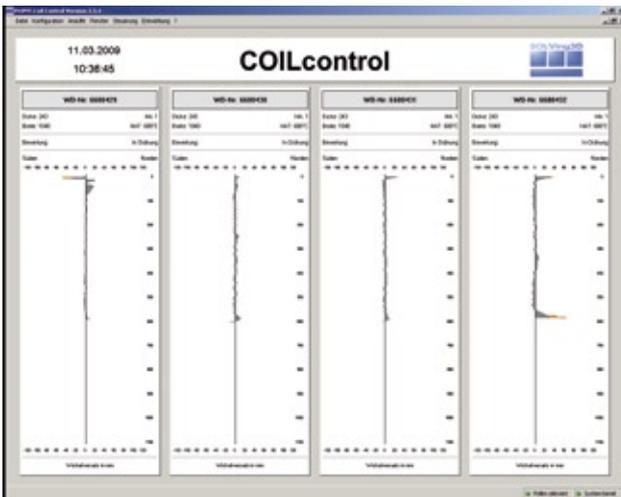
Für die Messung des Wickelversatzes wird das Coil mit einer Laserlinie beleuchtet. Die so markierten Profilpunkte werden von einem hochauflösenden Stereokamera-System aufgenommen. Der Sensorkopf nimmt das gesamte Profil mit einer Aufnahme auf. Jedes Profil besteht aus bis zu 1.000 Messpunkten mit einer Tiefenauflösung in Relation zur Länge des Profils von etwa 1:5.000. Der Tiefenmessbereich, beispielsweise zur Erkennung



Bundtransport an der Warmbandstraße (ThyssenKrupp Steel AG, WBW Bochum)



Während der Messung wird das Coil mit einer Laserlinie beleuchtet



Graphische Darstellung der Ergebnisse am Steuerstand

von verlaufenen Bandenden bzw. Bandanfängen, beträgt dabei bis zu 1.000 mm. Ohne dass der Sensorkopf bewegt werden muss können so Coils mit Breiten von 0 bis zu 2.000 mm vermessen werden.

Die Signalübertragung vom Sensorkopf zum Auswerterechner erfolgt mit glasfaseroptischen Kabeln, mit denen sich sehr lange Strecken ohne Einbußen bei der Signalqualität realisieren lassen. Auswerterechner, Bedien- und Anzeigeterminal

werden geschützt und sicher im Steuerstand montiert. Konsequente Fehlervermeidung mit Coilcontrol wird durch die Software vielfältig unterstützt. Die übersichtliche graphische Darstellung und die integrierte Klassifikation des Wickelzustandes stellt die Ergebnisse der Messung für den Anlagenführer sofort zur Verfügung. Das fehlerhafte Produkt kann aussortiert werden und bei Wiederholungen können

frühzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Zusätzlich verarbeitet Coilcontrol Datagramme mit weiteren Daten zum Produkt, wie zum Beispiel der individuellen Coilnummer, der Dicke des Walzgutes, der Breite und Temperatur des Bandes.

**Kostensenkung und Qualitätssteigerung**

Alle Messwerte werden in einer Datenbank gespeichert, die beliebig viele Da-

tensätze für statistische Auswertungen bereithält. Coilcontrol implementiert eine SQL Schnittstelle zu den gängigsten Datenbanksystemen. Über diesen Datenbestand werden die langfristigen Analysen durchgeführt. Aus den Messergebnissen des Systems können so neben der Coilform indirekt auch Aussagen zum Zustand der Produktionsanlage abgeleitet werden. Die frühe Erkennung von Fehlern verhindert nicht nur die Auslieferung minderwertiger Produkte, sondern reduziert auch direkt Aufwände im Coilager. Die gespeicherten Werte erlauben indirekt die langfristige Beobachtung des Anlagenzustandes. Daraus lassen sich Parameter ableiten, mit deren Hilfe Wartung und Instandsetzung besser geplant werden können. Die erwarteten hohen Potentiale bei Kostensenkung und Qualitätssteigerung haben sich bestätigt.

**► Kontakt**  
 Solving3D GmbH, Garbsen  
 Tel.: 05131/907972-0  
 Fax: 05131/907972-9  
 coilcontrol@solving3d.de  
 www.solving3d.de

Aviation Labor- / Biotechnik Healthcare Messen, Regeln & Automatisieren Prozesstechnik Sicherheit

**Schnell, einfach, direkt – ONLINE!**

PRO-4-PRO.com ist die Online-Branchenplattform des GIT VERLAG. Monatlich nutzen über 80.000 User PRO-4-PRO.com für ihre berufliche Information und zur Recherche. **Nutzen auch Sie die Vorteile!**

- Komfortable Suchfunktion
- Keine Registrierung notwendig
- Branchenspezifische Newsletter
- Tägliche neue Produkte und Anbieter
- Veranstaltungskalender

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



# Perfektes Zusammenspiel

3D-Roboterführung, In-line Messtechnik und Datenanalyse sichert Qualität im Karosseriebau

Immer mehr Automobilbauer sichern sich allerhöchste Präzision, maximale Verfügbarkeit und dazu noch Kostenvorteile: 3D-Roboterführung in Kombination mit präziser In-line Messtechnik aus einer Hand führt zu optimaler Passgenauigkeit der Karosserien. Mit Best-Fit-Verfahren werden die Maße der Karosserie bestimmt, die Bauteile anhand ihrer Geometrie gemessen und die optimale Position definiert. Für die nachgelagerte In-line Qualitätsprüfung und Messung kommt eine temperaturkompensierte Sensorik zum Einsatz und ein durchgängiges Qualitätsmanagement der Prozessmessdaten sorgt für schnellstmögliche Qualitätsmaximierung.



© Flickr, elja-artistik

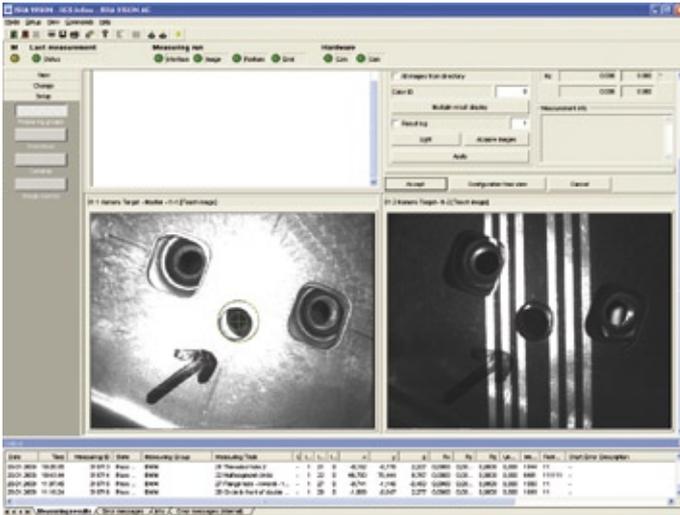
Schnelle Montageprozesse im Automobilbau müssen selbst bei wechselnden Fahrzeugtypen sicher ausgeführt werden. Beispiele hierfür sind die Montage von Türen, Front-, Heck- und Seitenscheiben, der Einbau von Glasmodulen im Autodach bis hin zum Panoramadach. Hier kommen immer öfter flexible Best-Fit-Fertigungsverfahren zum Einsatz. Ziel ist es dabei, die Roboter in ihren Bewegungen aktiv zu kontrollieren und zu regeln, also zu führen. Dies reduziert Nacharbeiten an den Karossen auf ein Minimum. Integriert ist weiterhin eine Qualitätsmessung unmittelbar nach der Montage. Beide Aufgaben übernehmen die vielfach bewährten Isra Robot Guidance Sensoren (RGS) und ihre smarten „Brüder“ vom Typ SGS<sup>3D</sup>. Sie können

wahlweise stationär oder mobil direkt auf der Roboterhand integriert werden. Die robusten Sensoren sind so kompakt, dass sie auch an schwer zugänglichen Stellen sowie unabhängig von Oberfläche und Farbe des Karosserieteils zuverlässig ihren Dienst verrichten.

## Kombination aus Mehrlinien- und LED-Flächenprojektion

Die Sensoren sind aufgrund der Kombination aus Mehrlinien- und LED-Flächenprojektion hochflexibel. Selbst das Messen in der Bewegung ist möglich. Die Mehrlinienprojektion auf Basis des 3D-Form Matching und die LED-Technologie gewährleisten höchste Genauigkeit in der 2D/3D-Qualitäts- und Koordina-

tenmesstechnik. Daher kommen die Sensoren auch bei der Anbringung von besonders anspruchsvollen Sichtschnitten z. B. am Türfalz oder im Bereich von Kofferraum und Motorhaube zum Einsatz. Sie erreichen Genauigkeiten von besser als  $\pm 0,1$  mm. und verbinden die exakte Ortsbestimmung beliebig geformter Flächen mit der Möglichkeit präziser 3D-Messungen. Im Produktionsverlauf lassen sich damit die endgültigen Einbaupositionen dreidimensional auf ihre Qualität untersuchen. Weil mit einem bildverarbeitenden Sensor sowohl 3D-Roboterführung als auch Inspektionsaufgaben realisiert werden können, ergeben sich durch diese intelligente Kombination Kostenvorteile für die Anwender.



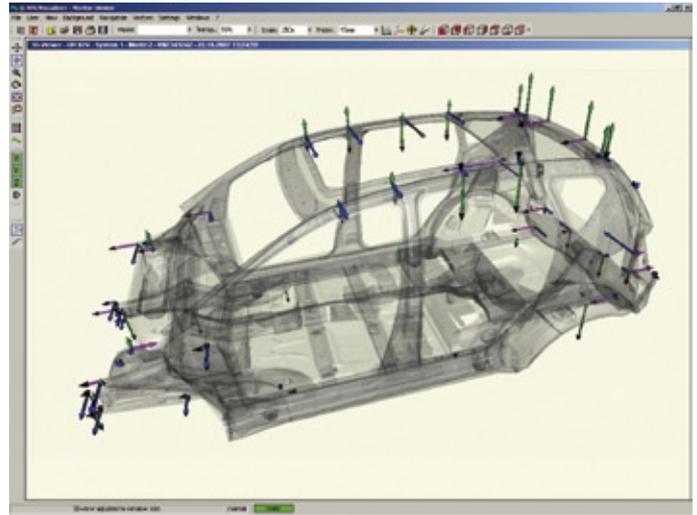
Qualitätsmerkmale eindeutig bestimmt: Visualisierung am Messzellenrechner

Die Bildaufnahme und -auswertung der optischen Messsysteme erfolgt sehr schnell. Das Teach-in verläuft einfach. Für alle gängigen Robotersteuerungen sind Schnittstellen vorhanden.

**In-line Messtechnik: maximale Zuverlässigkeit**

Eine deutliche Erweiterung und Ergänzung zu den Best-Fit-Systemen stellen die Messtechnik-Pakete aus Messzellenrechner, Geometry Gauging Sensoren (GGS) und Temperaturkompensation für die In-line Qualitätsmessung dar. Sie bieten maximale Zuverlässig-

keit bei minimaler Fehlertoleranz. Sechs LED-Linien und das 3D-Form-Matching sorgen für höchste Präzision. Die perfekt aufeinander abgestimmten In-line Messsysteme eignen sich sehr gut für die Vermessung großer Bauteile wie z.B. Karosserien. So wurde das flexibel erweiterbare In-line Messsystem u.a. für anspruchsvolle Messungen im Karosseriebau der aktuellen Fiesta-Modelle im Kölner Ford-Werk direkt in die Fertigung integriert. Der Grund: die Systeme punkten im Vergleich durch Geschwindigkeit, Bedienerfreundlichkeit und Messgenauigkeit. Die



Erkennung von Zusammenhängen: räumliche Darstellung aller Messabweichungen im CAD-Modell

hohe Robustheit reduziert Ausfallzeiten.

Das Messsystem liefert sofort nach der Installation verwertbare Ergebnisse und zeichnet sich wie auch das Best-Fit Verfahren durch hohe Systemstabilität und -linearität aus. Selbst schwer zugängliche Stellen im Bereich von Motorraum, Armaturenbrett und Innenraum sind erreichbar. Auch größere Merkmale können durch das Anfahren mehrerer Messpunkte mit dem Roboter und anschließender intelligenter Auswertung einwandfrei und exakt bestimmt werden. Für alle Anwendungen gilt:

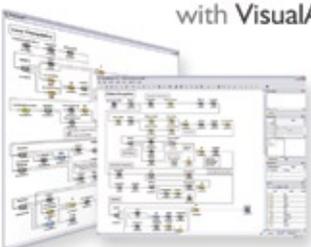
höchste Zuverlässigkeit für beste Qualität.

Die Systeme übernehmen vielfältige Messaufgaben: Sie reichen von der 3D-Bolzenprüfung oder der Prüfung von Türschlossbohrungen bis hin zur Bestimmung des Kreismittelpunktes von großen Durchlässen, z.B. im Montagezugang für den Tankgeber oder beim Längssäulendurchbruch. Besonders hervorzuheben ist, dass die Prüfung des Kreismerkmals bei Bohrungen auch in mehreren Ebenen möglich ist, was bei der Prüfung von Mehrfachblechen im Schlossbereich von Vorteil ist. Mithilfe der ex-

**The World of Image Processing**

Competence • Innovation • Reliability

- ▷ Processing image data of **FULL Configuration** cameras in real-time
- ▷ Acquiring image data from **GigabitEthernet** cameras with less interrupt load and protocol overhead
- ▷ Processing **GigabitEthernet** cameras without CPU load
- ▷ Connecting **Power over CameraLink** cameras
- ▷ Using enhanced functionalities of **VisualApplets**
- ▷ Realizing image processing on hardware with **VisualApplets** by yourself





Der Weg zu mehr Qualität: Vollautomatisierte Messzelle zur Kontrolle selbst schwer zugänglicher Messpunkte

akten Messergebnisse lässt sich die Qualität der Karosserien signifikant steigern.

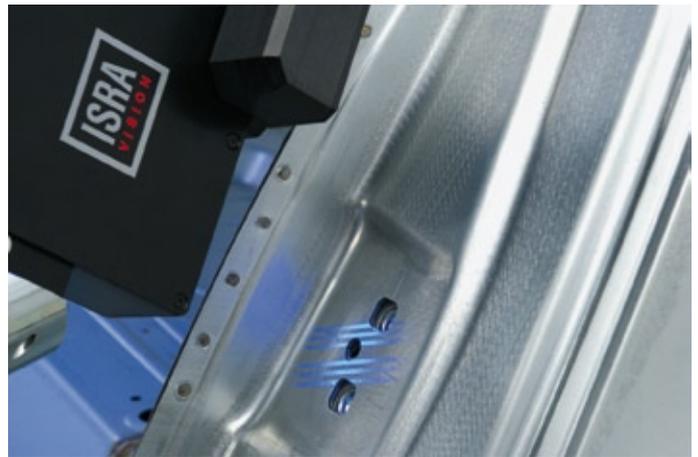
### Von der Messtechnik zur Produktionsoptimierung

Das ganze Potential der In-line Messtechnik erschließt sich, wenn aus den ermittelten Messdaten der einzelnen Stationen (Zellen) wertvolles Wissen für die Produktionsoptimierung entsteht. Dies übernimmt – als separate Softwarelösung oder in Kombination mit der In-line Messtechnik – die intelligente, prozessübergreifende Qualitätsmanagement-Software Q-Vis. Die Production Quality Data Base ist unabhängig von Sensorik und Robotik auf einem zentralen Server für die unterschiedlichen In-line Messstationen installiert. Die Client-Programme des modularen Datenbanksystems sind auf beliebigen Bürorechnern lauffähig. Das modulare System überwacht lückenlos, visualisiert, analysiert und optimiert – von der lokalen Messzelle über alle Fertigungslinien weltweit mit lokalem und globalem Zugriff. Zu den einzelnen Modulen gehören unter anderem ein Leitstand-, ein Analyse-, ein Visualisierungs-, ein Berichts- und ein Managementmodul. Das Leitstand-Modul präsentiert den aktuellen Qualitäts-Status und aggregiert die verschiedenen Messdaten: Auf einen Blick wird erkannt, ob

ein Messobjekt insgesamt die vorgegeben Toleranzen einhält. Mit nur drei Mausklicks gelangt der Bediener vom visualisierten Gesamtstatus zu einzelnen analysierten Messergebnissen. Schnell kann der Bediener feststellen, ob es sich bei einem Fehler um einen einzelnen Ausreißer handelt oder gewisse Trends auszumachen sind. Das Analyse-Modul übernimmt die Verarbeitung der 2D- und 3D-Messdaten, zeigt schnell Parameter an, die charakteristisch für einen Tag sind, und analysiert ebenso längerfristige Veränderungen sicher. Komplexe mathematische Berechnungen und Prozessanalysen helfen bei der Produktionsoptimierung. Das Berichts-Modul bietet aussagefähige Statistiken. Das Management-Modul ermöglicht hochwertige Entscheidungsvorlagen.

### Als Standardsystem im Automobilbau bewährt

Q-Vis ist bereits erfolgreich als Standardsystem in den Mercedes-Produktionsstätten in Rastatt, Sindelfingen, Bremen und East London/Südafrika im Einsatz. So werden z.B. die Messergebnisse mithilfe des Visualisierungs-Moduls mit dem CAD-Modell der Karosserie verglichen und die so ermittelten Abweichungen direkt für Optimierungsmaßnahmen in den Schweißanlagen genutzt. Auch Audi in



Schnell, flexibel und hochgenau: Exakte Vermessung auch bei Bohrungen und Blechen in verschiedenen Lagen



Kompakt und Smart: 3D Sensorik für die In-line Messtechnik und Roboterführung

Ingolstadt profitiert von den Vorteilen des Analyse-Systems. Die intuitiv bedienbare Programmoberfläche erfreut sich einer hohen Anwenderakzeptanz. Darüber hinaus überlegt derzeit auch Ford, einen Messzellenverbund aufzubauen und das Analysesystem Q-Vis einzuführen und so die besondere Stärke der Kombination aus In-line Messtechnik und Qualitätsmanagement zu nutzen. Mit der Kombination aus In-line Messtechnik und Production

Decision Intelligence lassen sich schnell reagierende und gut dokumentierte Qualitätsregelprozesse sofort umsetzen. Der Nutzen der In-line Messtechnik wird um ein Vielfaches gesteigert. Neben den vielen technischen Vorteilen der 3D-Roboterführung, der In-line Messsysteme und der Analyse-Software kommt dem Anwender die hohe Lösungskompetenz von Isra Vision zugute, die eine schnelle Amortisation der Systeme sicherstellt.

► **Autor**  
Robert Werny, Vertriebsleiter Automobilindustrie

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





# VISION 2009

22. Internationale Fachmesse  
für industrielle Bildverarbeitung  
und Identifikationstechnologien

**Neue Messe Stuttgart**  
**3.- 5. November 2009**

## It's a VISION It's a community

Alle Jahre wieder stellen Unternehmen aus der ganzen Welt auf der Weltleitmesse der IBV-Branche, der VISION, aus. Und jedes Jahr werden es mehr. Sie kommen aus 28 Ländern, und sie treffen auf Besucher aus zahllosen Branchen, die – hoch qualifiziert und investitionsfreudig – auf der Suche sind nach neuen Produkten und anwendungsorientierten Lösungen.

### Wann kommen Sie auf den Geschmack?

Infos und Anmeldung:  
Florian Niethammer  
Tel. +49 (0)711 18560-2541  
Fax +49 (0)711 18560-2657  
florian.niethammer@messe-stuttgart.de

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

# Outsourcing

## Lohnmessen mit Bildverarbeitung



Der Qualitäts- und Kostennutzen durch den Einsatz von industrieller Bildverarbeitung in der Produktion ist heute unumstritten. Die Entscheidung für eine Investition in diese Technologie kann jedoch auch abhängig sein von Kriterien wie der verfügbaren Zeit für Recherche und Auswahl des Systems, der Mittel für einen Invest, der Eignung des vorhandenen Personals, der Integrationsmöglichkeit in den Produktionsablauf oder der Logistik und des Materialflusses.

Als Entwickler und Hersteller von Prüfanlagen kennt die Visimation GmbH diese Praxissituationen und bietet – neben dem Bau von Kunden-Anlagen – auch die Dienstleistung „Lohnmessen“ mit Bildverarbeitungssystemen an.

Zusätzlich zu dem rein dimensional Messen von Geometrien wie Längen, Durchmessern und Winkeln, können z.B. auch Oberflächenqualitäten, Anwesenheiten, Lage und Form von Aufdrucken, oder auch Funktionalitäten wie

eine Gewindegängigkeit dem Produkt gleichzeitig als Prüfmerkmal anhaften und automatisch optisch kontrolliert werden. Merkmale, die über die vielfältigen Möglichkeiten der Bildverarbeitung hinausgehen, sind idealerweise adaptiv mit in das Prüfkonzept integrierbar.

### Messmethoden

Die klassische Methode ein Bauteil sehr genau optisch zu vermessen ist die Durchlichtaufnahme. Der Umriss des Objektes kann – je nach optischer Auflösung – bis auf +/-2-3 µm exakt vermessen werden. Gerade jüngst wurden mit Kameras wie der JAI BM500 wieder höhere Auflösungen bei akzeptablen Bildfrequenzen möglich. Die Grenze für die Messgenauigkeit bei optischen, flächigen Verfahren stellt jedoch oft die schwankende Oberflächen-Rauhtiefe des Prüflings dar, die in der Regel im Gesamtbild nicht aufgelöst werden kann. Soll unterhalb dieser Schranke vermessen werden, so ist dies mit taktilen oder pneumatischen Methoden realisierbar – allerdings eben mit der Folge, dass dies nur um Faktor 10 langsamer geht.

Bei dem deutlich aufwändigeren Auflichtverfahren kann die Oberfläche des Bauteils z.B. auf Beschädigungen, Fehlstellen und Kratzer oder auf den korrekten Sitz eines Aufdrucks kontrolliert werden.

Neben diesen Methoden für einzelne zweidimensionale Merkmale verbessern sich stetig die Möglichkeiten, mittels des Laser-Lichtschnittverfahrens Objekte dreidimensional zu erfassen. Mit dem so entstandenen Raum-

Profil lassen sich auch Deformationen an komplexen Geometrien erkennen.

### Anlagenkonzepte

Das wesentliche Kriterium für den Teiledurchsatz einerseits und die Prüfmethodevielfalt andererseits ist die Art mit der die Prüflinge an den Messpositionen vorbeigeführt werden. Visimation ist Hersteller von derzeit fünf verschiedenen Grund-Anlagen-typen. Bei Gleitsystemen (GS) gleiten die Teile auf Glas- oder Schienenführungen an den Kameras vorbei und werden dabei in Bewegung vermessen, wodurch sehr hohe Takt-raten mit bis zu 6 Teilen/Sek möglich sind. Ebenso in Bewegung und mit gleichen Taktraten prüft die Glastelleranlage (GT). Hier liegen die Teile ohne weitere Führung flach auf dem Teller und werden wie bei einem Karussell an den Kameras vorbeigeführt.

Sollen die Teile z.B. um die eigene Achse rotiert oder soll zusätzlich taktil geprüft werden, so eignen sich Linear-taktanlagen (LT) oder Rund-taktanlagen (RT). Die Teile kommen nach jedem Takt zum Stillstand. Neben den schnellen optischen Prüfungen ist hier eine Vielzahl weiterer Prüfmethoden realisierbar.

Das HighEnd bezüglich Flexibilität stellt der Messroboter (MRO) dar. (Fast) Alles was greif- oder saugbar ist, kann über den Sechs-Achs-Roboter sehr flexibel den einzelnen Messstationen zugeführt werden. Das Entnehmen von Setzware aus einem Tray ist genauso möglich wie der intelligente, Kamera-geführte Abgriff von lose liegendem Schüttgut aus einem Jumper.

Lösungen / Anforderung	Gleitsystem	Glasteller	Lineartakt	Rundtakt	Messroboter	Werkstück-trägersystem	Adaption	Lohnmessung
	GS	GT	LT	RT	MRO	WT	AN	LMZ
Drehteile	X	X	X	X	X	X	X	X
Stanzteile		X	X	X		X	X	X
Kunststoffteile		X	X	X	X	X	X	X
Montagetechnik				X	X	X	X	
Schüttgut	X	X	X	X	X		X	X
Setzware		X	X	X	X			X
Bandzuführung			X	X	X	X	X	
man.Bestückung			X	X	X	X	X	
optisch	X	X	X	X	X	X	X	X
taktil			X	X	X	X	X	X
pneumatisch			X	X	X	X	X	X

Visimation ist Hersteller von derzeit fünf verschiedenen Grund-Anlagen-typen



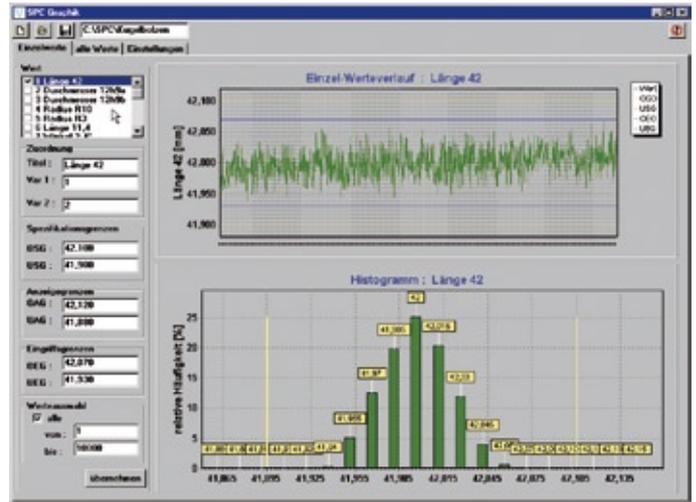
Auf Gleitsystem-, Gesteller-, Lineartakt- sowie Messroboter-Anlagen können eine Vielzahl von Prüfkriterien optisch, taktil, pneumatisch oder mit anderen Methoden auch im Lohn geprüft werden

**System-Invest oder Outsourcing?**

Sind relativ kleine oder mittlere Serien maschinell zu prüfen? Sind die mittelfristigen Abrufe noch unklar? Liegt der strategische Fokus auf der Fertigung? Muss kurzfristig auf ein Fertigungsproblem reagiert werden? Ist kurzfristig ein steiler Serienanlauf zu bewältigen. In diesen und anderen Fällen kommt das maschinelle Prüfen als Dienstleistung in Form der Lohnmessung in Betracht.

Auf Gleitsystem-, Gesteller-, Lineartakt- sowie Messroboter-Anlagen können eine Vielzahl von Prüfkriterien optisch, taktil, pneumatisch oder mit anderen Methoden auch im Lohn geprüft werden. Nach Abstimmung der Kriterien, der Anforderungen und der Machbarkeit können Einrichtungsaufwendungen und Prüfkosten kalkuliert werden.

Ist die Wirtschaftlichkeit gegeben und die passende Prüfanlage vorbereitet, kann die gewünschte Prüfung der Teile beginnen. Der Kunde er-



Der Kunde erhält nach den Prüfläufen vermessene, sortierte und ggf. fertig verpackte Teile mit entsprechenden Prüfprotokollen und statistischen Auswertungen zurück

hält nach den Prüfläufen vermessene, sortierte und ggf. fertig verpackte Teile mit entsprechenden Prüfprotokollen und statistischen Auswertungen zurück.

Die Erledigung von Einzel- Aufträgen – oder ein dauer-

haftes Outsourcing von Prüfaufgaben – oder die Interims-Lösung mit anschließendem Invest in eine eigene Prüfanlage – dies ist die strategisch/wirtschaftliche Entscheidung des Kunden.

**Autor**  
Dipl.-Ing.(FH) Joachim Kimmerle, Geschäftsführer

**Kontakt**  
Visimatiom GmbH, Eningen  
Tel.: 07121/304580-0  
Fax: 07121/890705  
post@visimatiom.de  
www.visimatiom.de



kappa



Unikate in Serie

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

Fordern Sie unser kostenloses Handbuch an!

**Kalypso 023-USB**  
Robuste 1/3" CMOS Kamera für Machine Vision

10 Bit, 752 x 480 Pixel, 55-80 dB, Temperaturbereich -20°C bis +80°C, kleines Gehäuse 50 ø x 29 mm, inkl. Software KCC Kalypso



realize visions .

### Lotpasteninspektionssystem

Zum Technologie-Forum am 11./12. Februar 2009 präsentiert Viscom mit der S3088-II QS die erfolgreiche QuickScan-Lotpastenprüfung auf einer neuen Systemplattform. Die bewährte Spezialbeleuchtung wird mit einer neuen Sensorik in das System S3088-II integriert. Bisher wurde die S3088-II als Post-Reflow-AOI mit 8M-Sensorik angeboten. Nun nutzt Viscom die Vorzüge dieser Systemplattform auch bei der 2D-Lotpasteninspektion. Durch die Integration eines neuen Sensorkopfes speziell für die Pasteninspektion und einer neuen hochauflösenden Zeilenkamera ergibt sich insgesamt eine bis zu 50% erhöhte Scangeschwindigkeit. Damit werden noch niedrigere Taktzeiten als beim Vorgängermodell erreicht. Außerdem profitieren Kunden, die bereits eine S3088-II Post-Reflow einsetzen von den Synergieeffekten bei Service und Wartung.



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

### Schnelle Paketsortierung auf kleinstem Raum

Siemens hat eine Sortieranlage für Logistikzentren entwickelt, die deutlich weniger Platz beansprucht. Der Clou an dem weltweit einzigartigen Verfahren des Systems Visicon Singulators ist, dass es jeden einzelnen Gegenstand erfasst und individuell weitertransportiert. Dazu arbeitet die Anlage mit einem intelligenten Kamerasystem in Kombination mit einem Förderbandsystem, das an einer Stelle wahlweise mit verschiedenen Geschwindigkeiten laufen kann. Siemens Mobility stellte den Visicon Singulator kürzlich auf der Messe LogiMat in Stuttgart vor. Im Visicon Singulator (also „Vereinzelner“) stellt ein Förderbandsystem seine Geschwindigkeit für jedes einzelne Paket direkt ein und sortiert so 9.000 Pakete pro Stunde in einem Schritt ohne Rückführung. Dadurch kann eine Sortieranlage viel kleiner ausgelegt werden. Das System behandelt die Pakete dabei absolut schonend.



Siemens AG  
Tel.: 089/636-00 • contact@siemens.com • www.siemens.de

### Zuverlässige Kontaktlinsenprüfung

Auf der Vision 2008 präsentierte Bi-Ber ein Bildverarbeitungssystem, das in einer Produktionslinie für weiche Kontaktlinsen die Qualitätskontrolle übernimmt. Die Anlage, die im Wesentlichen aus einem Industrie-PC und zwei FireWire-Kamerabaugruppen mit integrierter LED-Beleuchtung besteht, gewährleistet eine optimale optische Abbildung – dadurch werden die transparenten Linsen, die normalerweise nur mit schwachem Kontrast erscheinen, zuverlässig erfasst und geprüft. Das System arbeitet mit minimaler Pseudofehler-Rate und verbessert die Gesamtausbeute, da es Nutzern ermöglicht, Prozessparameter zeitnah zu optimieren. Vor dem Blistern und Verpacken der Kontaktlinsen führt das System eine 100%-Prüfung durch. Auf dem angeschlossenen Industrie-PC läuft ein von Bi-Ber entwickeltes Prüfprogramm, das die Ergebnisse protokolliert und wahlweise auch die Fehlerbilder speichert.

Bi-Ber GmbH & Co. Engineering KG  
Tel.: 030/5304-1253 • info@bildererkennung.de • www.bildererkennung.de

### Perfekt geklebt, alles dicht

pi4 robotics bietet eine 3D-Technologie, die vor dem Auftragen des Klebe- und Dichtmittels ein 3D-Bild von einem beliebigen Produkt in Echtzeit aufnimmt. Aus den Daten wird eine Bearbeitungskontur extrahiert und ein Roboterfahrprogramm erzeugt.



Vorteilhaft, weil so eine exakte Produktkontur möglich ist und das Roboterteachen entfällt. Durch die 3D-Datenerfassung kann die Ausrichtung des Dosierkopfes ebenfalls im 3D-Raum erfolgen. Lage und Form eines jeden Produktes werden erfasst, sodass kleinste Produkt- und Lageschwankungen in die Dosierkontur einbezogen werden. Des Weiteren ermöglichen die Daten eine Qualitätsüberprüfung der Produkte auf Maßhaltigkeit und Oberflächenfehler. Das garantiert, dass nur qualitativ hochwertige Produkte weiterverarbeitet werden.

pi4 robotics GmbH  
Tel.: 030/70096940 • vertrieb@pi4.de • www.pi4.de

### Digitale Messtechnik zur Geschwindigkeitsüberwachung

Die PoliScanspeed-Systeme von Vitronic werden von den Polizeipräsidenten Oberbayern Nord, Niederbayern Oberpfalz, Mittelfranken, Schwaben Süd/West und Schwaben Nord eingesetzt. Der Einbausatz für die VW-Caddys wurde ebenfalls von Vitronic geliefert. In Zusammenarbeit mit den jeweiligen Dienststellen und dem Polizeipräsidentium München soll der Einbau demnächst erfolgen. Die Systeme können alternativ auch auf dem Stativ betrieben werden. PoliScanspeed misst mehrere neben- oder hintereinanderfahrende Fahrzeuge gleichzeitig, ordnet Verstöße eindeutig zu und dokumentiert diese digital. Die neue, effiziente Geschwindigkeitskontrolle beruht auf modernster Lasertechnologie und ist unabhängig von Tageszeit, Wetterlage und Verkehrsdichte. PoliScanspeed trägt so auch zu mehr Sicherheit in vielen kritischen und unfallträchtigen Verkehrssituationen bei, in denen bisherige Systeme nur unzureichend funktionieren.

Vitronic Dr.-Ing. Stein Bildverarbeitungssysteme GmbH  
Tel.: 0611/7152-0 • sales@vitronic.de • www.vitronic.de

# LUMIMAX<sup>®</sup>

POWER LIGHTS FOR MACHINE VISION

made by iIM  
Germany

## POWER LIGHTS FOR MACHINE VISION

CONTROL HALLE 7 / STAND 7114

WWW.LUMIMAX.DE

# INSPECT

# Control



## **DEFEKTE DETEKTIEREN UND CHARAKTERISIEREN**

Die Wärmefluss-Thermografie ist ein leistungsfähiges und vielseitiges Verfahren der zerstörungsfreien Material- und Bauteilprüfung. Die Fotos zeigen einen Anlagenausschnitt und Anlagenkomponenten: leistungsfähige Infrarotkameras und für die Aufgabenstellung optimierte Anregungstechnik (LED-Array und Laseranregung).



# Wärmefluss-Thermografie

Vom Laborsystem bis zur industriellen Anwendung – eine Erfolgsgeschichte

Die Wärmefluss-Thermografie – oder auch „aktive Thermografie“ – basiert auf dem dreidimensionalen Wärmefluss innerhalb eines zu prüfenden Bauteils. Eine Reihe verschiedener Anregungstechniken kann diesen Wärmefluss über den zu prüfenden Bereich durch inhomogene Erwärmung des Bauteils erzeugen. Liegen innerhalb des Materials Fehler vor, ist der Wärmefluss gestört.

Eine Infrarotkamera bildet die Veränderung der Wärmestrahlung an der Bauteiloberfläche mit hoher zeitlicher und thermischer Auflösung (üblicherweise im Millisekunden- und Millikelvin-Bereich) ab. Das Infrarotvideo erlaubt Rückschlüsse – zum Teil auch durch Vergleich mit mathematischen Modellen der Wärmeausbreitung – auf den dreidimensionalen Wärmefluss und damit auf Fehler, die in einem Bauteil verborgen sind. Typische Bauteile sind: Karosseriestrukturen, Solarmodule, Turbinenschaufeln, Bandstahl, lackiertes Blech, mikroelektronische Schaltkreise, Kohlefaser-Verbundstoffe – die Liste ließe sich nahezu beliebig fortsetzen.

Im Gegensatz dazu wird bei der „passiven Thermografie“ lediglich die von allen Gegenständen ausgesendete Wärmestrahlung aufgenommen. Dies erlaubt in einigen Fällen ebenfalls eine Defektdetektion, jedoch nur von Defekten, die an der Bauteiloberfläche liegen.

## Wärmefluss-Thermografie – ein zerstörungsfreies Prüfverfahren

Neben den bekannten Methoden zur zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) wie Röntgen-, Ultraschall- und Wirbelstromprüfung, hat sich in den letzten Jahren die Wärmefluss-Thermografie als eigenständiges ZfP-Verfahren auch im industriellen Umfeld etabliert. Basis hierfür ist insbesondere die Verfügbarkeit eines breiten Spektrums leistungsfähiger Infrarotkameras und applikationsoptimierter Inf-



Buchstäblich blitzschnell, d.h. in weniger als einer Sekunde, durchläuft die von einem Blitz angeregte Wärmewelle das Karosseriebauteil. Gleichzeitig wird ein Infrarotvideo der gegenüberliegenden Bauteiloberfläche aufgenommen. Die Thermosensorik-Software steuert die Erfassung der Rohdaten und ihre Weiterverarbeitung zu verschiedenen Ergebnisbildern (vgl. Überblendung im Foto). Diese geben Aufschluss über die Qualität der Schweißnaht. Doch wie funktioniert dieses Verfahren?

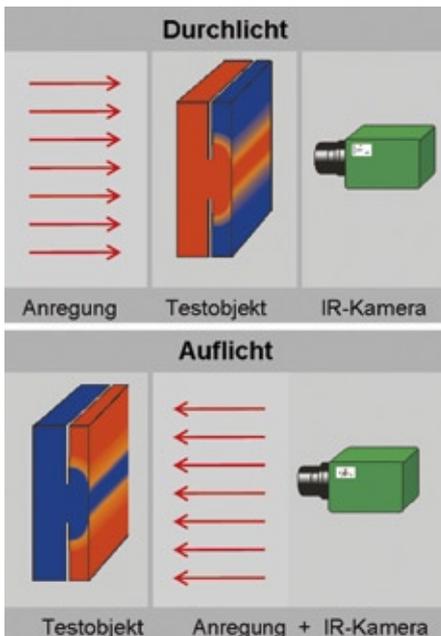
rarot-Optiken (z.B. Mikroskopobjektive). Daneben wurden die verfügbaren Anregungstechniken weiterentwickelt bzw. auf die Bedürfnisse der Wärmefluss-Thermografie angepasst und optimiert. Der wesentlichste Schritt zu einem breiten industriellen Einsatz war jedoch die Entwicklung automatisierter, produktionsstauglicher Systeme für spezifische Anwendungen. Hierbei wurden die Vorteile der Wärmefluss-Thermografie (berührungsfrei, zerstörungsfrei, bildgebend, etc.) für einen technisch wie wirtschaftlich erfolgreichen Einsatz herausgearbeitet. Teilweise kann die Wärmefluss-Thermografie zerstörende Prüfmethode ersetzen (z.B. „Hammer-und-Meißel-Test“ bei Schweißverbindungen), teilweise steht erst mit der Wärmefluss-Thermografie überhaupt eine geeignete Prüfmethode zur Verfügung.

## Infrarotkameras und -objektive

Die Hauptkomponenten der Messtechnik sind hochauflösende Infrarotkameras und lichtstarke Infrarotobjektive. Beide

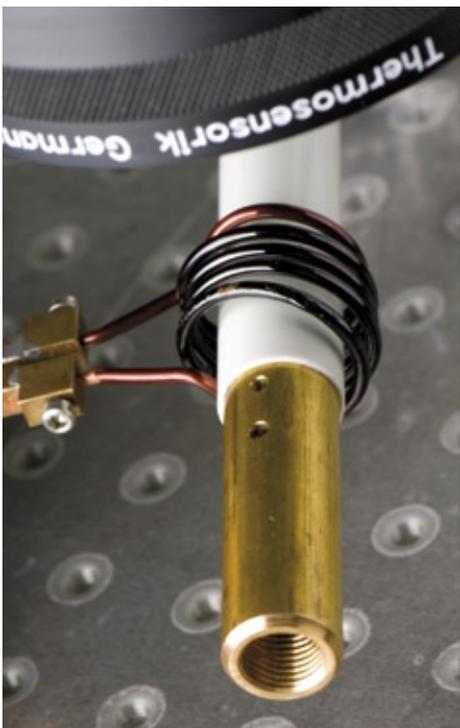
Komponenten müssen auf den selben Wellenlängenbereich abgestimmt sein: So werden Infrarotkameras für den kurz-, mittel- und langwelligen Infrarotbereich (SWIR, MWIR und LWIR) angeboten, daneben Spezialkameras, die zwei benachbarte Wellenlängenbereiche abdecken: S/MWIR und sog. Dualbandkameras für das mittel- und langwellige Infrarot. Um einen schnellen Vorgang scharf abzubilden oder allgemein um hohe Bildraten nutzen zu können, braucht man empfindliche Detektoren und lichtstarke Abbildungssysteme. Kameras und Objektive der Thermosensorik GmbH sind aus diesem Grund auf große Blenden (F/2.0 oder F/1.5) ausgelegt.

Bei der Auswahl der passenden Kamera sind ferner zu berücksichtigen: Die für die geometrische Auflösung benötigte Pixelzahl, die zur zeitlichen Auflösung benötigte Bildwiederholrate (bei vorgegebener Bildgröße) und damit eng verknüpft die erzielbare Integrationszeit (Belichtungszeit). Nicht zuletzt müssen Abbildungsmaßstab und der Abstand zwischen Kamera und Objekt unter einen



Prinzipbild Wärmefluss-Thermografie  
(Grafik: Thermosensorik GmbH)

Hut gebracht werden: Werden Teleobjektive oder Mikroskopobjektive mit Ortsauflösung bis unter  $3\ \mu\text{m}$  benötigt oder ist ein Standardobjektiv das Richtige? Doch es geht noch kleiner: Neben der einzigartigen Palette an Mikroskopobjektiven sorgen Festkörperimmersionslinsen und der sich nach allen Seiten ausbreitende Wärmefluss dafür, dass selbst Wärmequellen im Nanometerbereich nachgewiesen werden können.



Induktionsanregung einer Demonstrationsprobe; Metallrohr mit Kunststoffmantel und Messergebnis

## Anregungstechniken

Der Wahl der passenden Anregungstechnik kommt in der Wärmefluss-Thermografie eine besondere Bedeutung zu: Welche Anforderungen stellen das Prüfstück und die Prüfumgebung? Materialeigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, Wärmekapazität und -leitfähigkeit sowie das Absorptionsvermögen sind hier ebenso zu berücksichtigen wie Zugänglichkeit, Arbeitssicherheit oder Betriebskosten und Dauerfestigkeit der Anregungstechnik. Zur Auswahl stehen neben Blitzlampen, Halogenlampen, LED-Arrays und Lasern auch Erwärmung unter Betriebsspannung, Wirbelstromanregung, Ultraschall, Heiß- und Kaltluft sowie mechanische Anregung. Induktions- oder Wirbelstromanregung gehört zu den berührungslosen Anregungsmethoden und ist gerade bei stark reflektierenden metallischen Prüfstücken einer Beleuchtungsanregung vorzuziehen.

Das Beispiel in der Abbildung unten (rechts) zeigt, wie ein mit Kunststoff ummanteltes Messingrohr mit Bohrungen die Induktionsanregung durchläuft. Erwärmt wird in diesem Fall lediglich das leitfähige Messingrohr, von dem aus die Wärmewelle durch den Kunststoffmantel zur Oberfläche läuft. Das Ergebnisbild entsteht durch Aneinanderreihung von vielen während der Durchfahrzeit aufgenommenen Zeilenbildern und macht auch die Bohrungen unterhalb des Kunststoffmantels sichtbar.

Für elektrisch nicht leitende Materialien empfehlen sich in erster Linie die optischen Anregungstechniken: Halogenlampen, Blitzlampen, Laser, LED-Arrays. Die Anregung durch Halogenlampen eignet sich besonders zur Lock-in-Thermographie mit Modulationsfrequenzen bis maximal  $1\ \text{Hz}$ . Die flächige Anregung mit Blitzlampen ist wahrscheinlich die verbreitetste Methode, auch weil seit längerem auf Dreischichtbetrieb ausgelegte Systeme verfügbar sind. Mit Blitzlampen lässt sich hochenergetisch und impulsartig auch in gut

wärmeleitenden Materialien ein ausreichender Wärmegradient – und damit ein ausreichender Wärmefluss – erzeugen. Laser und LED-Arrays ermöglichen sowohl die schnelle Modulation der Anregungsleistung als auch die geschickte Wahl der Anregungswellenlänge, angepasst auf das Probenmaterial und den Empfindlichkeitsbereich der IR-Kamera. Die Laseranregung erlaubt es zusätzlich, sowohl auf einen Punkt fokussiert als auch flächig (aufgeweitet oder scannend) Wärme einzubringen.

## Labor- und Anlagensoftware

Die Markterfordernisse haben zwei Entwicklungsrichtungen für die Software vorgegeben: Eine vielseitige Laborsoftware („Multi Purpose Software“ MPS), eine Software für periodisch angeregte Messungen (Lock-in-Suite) und Zusatzoptionen (Scriptsprache, Software-Entwicklungsumgebung...) dienen vorrangig dem Forschungseinsatz mit ständig wechselnden Anwendungsgebieten.

Daneben wurde speziell für die Nutzung innerhalb der industriellen Produktion die Thermosensorik-Anlagensoftware SCS entwickelt. Sie verfügt über eine industrieübliche Feldbus-Schnittstelle und zweierlei Betriebsmodi: Bedienmodus sowie Expertenmodus. Hierdurch wird einerseits eine Fehlbedienung im Produktionseinsatz verhindert, andererseits können durch den Experten Parameter optimiert bzw. jederzeit zusätzliche Bauteile neu parametrisiert werden.

Fachkundige Beratung und Machbarkeitsstudien im Applikationslabor von Thermosensorik helfen, die optimale Kombination aus Kamera, Optiken, Anregungstechnik und Auswertungssoftware zu finden.

► Autor  
Dr. Christoph Döttinger,  
Vertriebsleiter

► Kontakt  
Thermosensorik GmbH,  
Erlangen  
Tel.: 09131/691-400  
Fax: 09131/691-419  
info@thermosensorik.de  
www.thermosensorik.de



# Automatische Fokusjustierung

## Piezoantriebe für die Mikroskopie

In der Biotechnologie sowie in der klinischen und pharmazeutischen Forschung ist Mikroskopie heute ohne Automatisierungstechnik kaum noch denkbar. Aber auch bei etlichen Anwendungen in der industriellen Oberflächeninspektion verlangen sowohl die großen Datenmengen als auch die gewünschten Durchsatzraten entsprechende Lösungen bei Probenhandling und -positionierung. Nun erreichen handelsübliche Schrittmotoren zwar die notwendigen Geschwindigkeiten und Auflösungen im Mikrometerbereich und eignen sich damit durchaus als Antriebe für einen Proben-Scan in XY-Richtung. Für Bewegungen in Richtung der optischen Achse hingegen sind weitaus höhere Auflösungen erforderlich, gleichzeitig sind langsame Einschwingzeiten der Antriebe hier unerwünscht. Weitaus bessere Voraussetzungen für die Fokus-Feinjustierungen bieten Piezoantriebe. Obendrein lassen sie sich vergleichsweise einfach in die Anwendung integrieren und auch ein späteres Nachrüsten ist meist unproblematisch.



Abb. 3: Die Piezo-Z-Antriebe lassen sich aufgrund ihrer Kompaktheit oft direkt in den bereits vorhandenen XY-Proben-scanner (hier ein Kreuztisch von Märzhäuser) integrieren

In der Mikroskopie gibt es heute viele Anwendungen, die eine dynamische und präzise Justierung der Probe in Richtung der optischen Achse erfordern. Dazu gehören beispielsweise die Autofokussierung auf die Topografie der Oberfläche oder die Datenerfassung in unterschiedlichen Brennebenen zur computerunterstützten Darstellung dreidimensionaler Strukturen. In all diesen Fällen kommt es darauf an, in möglichst kurzer Zeit mit größtmöglicher Genauigkeit zu fokussieren:

### Zeitvorteil beim Screening

Ein breites Anwendungsfeld in der Mikroskopie hat dabei das sog. Screening. Darunter versteht man ein systematisches Testverfahren, das eingesetzt wird, um innerhalb eines definierten Prüfbe-

reichs – dieser besteht meist aus einer großen Anzahl von Proben – bestimmte Eigenschaften der Prüfobjekte zu identifizieren. Typische Applikationen finden sich in Biotechnologie, medizinischer Diagnostik oder Pharmazie. Dabei werden Gewebe- oder Zellproben einem Wirkstoff ausgesetzt und die Veränderungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Dosierung und der Einwirkzeit beobachtet. Außerdem kann die Bestrahlung fluoreszierender Tracer toxisch auf die Zellen wirken; ein weiterer Grund, weshalb der Zeitfaktor beim Fokussieren eine wichtige Rolle spielt. Gleichzeitig verlangt der Handlingprozess nach hohen Durchsatzraten der Proben. Auch aus diesem Grund sind beim Screening möglichst hohe Geschwindigkeiten beim Fokussieren erwünscht.

Speziell für solche Problemstellungen hat die Karlsruher Firma Physik Instrumente (PI) Piezoantriebe im Programm, die sich flexibel und einfach am Mikroskop anbringen lassen und den klassischen Z-Motor – meist ein Schrittmotor – bei seiner Arbeit unterstützen (Abb. 1) oder ihn ersetzen. Dabei wird entweder das Objektiv, der Objektivrevolver oder die Probe entlang der optischen Achse bewegt. Ist die erste Probe in den Fokus gebracht, können sich die Brennebenen der nach-

### Vorteile und Eigenschaften von Piezoaktoren

Piezelektrische Materialien wandeln elektrische Energie direkt in mechanische um und umgekehrt. Dieser piezelektrische Effekt wurde im Jahre 1880 durch die Gebrüder Curie entdeckt. Für die Positionierung von großer Bedeutung ist die Bewegung, die entsteht, wenn eine elektrische Spannung an ein piezelektrisches Material angelegt wird. Aktoren, die auf dem Piezoeffekt basieren, bewegen sich im Sub-Nanometerbereich mit hoher Dynamik. Mit klassischen Methoden können Stellwege bis zu 1 mm bei hohen Auflösungen im Nanometerbereich und hoher Dynamik mit Scanfrequenzen bis zu mehreren Kilohertz erreicht werden. Da die Bewegung auf kristallinen Effekten beruht, gibt es keine rotierenden oder reibenden Teile; Piezoaktoren sind dadurch praktisch wartungs- und verschleißfrei. Sie können große Lasten bis zu mehreren Tonnen bewegen. Elektrisch wirken sie wie kapazitive Lasten und benötigen im statischen Betrieb keine Leistung.

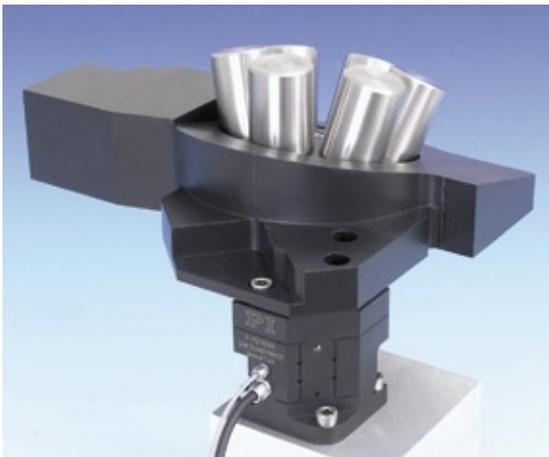


Abb. 1: Piezoantriebe lassen sich flexibel und einfach am Mikroskop anbringen und erlauben eine schnelle Feinjustierung des Fokus. Mehrere 100  $\mu\text{m}$  können so innerhalb von wenigen Millisekunden auf wenige Nanometer genau angefahren werden

Abb. 2: Mit PIFOC Z-Antrieben lassen sich nicht nur einzelne Objektive justieren, sondern auch der komplette Objektivrevolver

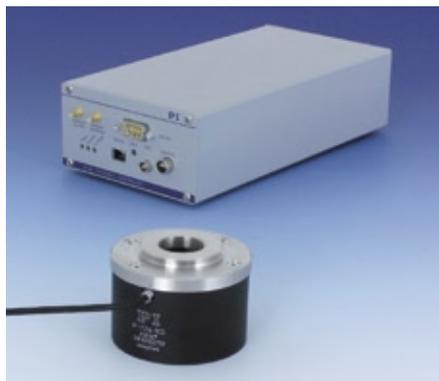
folgenden Proben von der ersten untersuchen, sei es durch Differenzen in der Füllstandshöhe oder durch Unebenheiten am jeweiligen Probenhalter. Um die Qualität der Auswertung zu garantieren, muss deshalb bei jeder Probe der Fokus nachjustiert werden, und zwar mit möglichst kurzen Einschwingzeiten. Diese Aufgabe übernimmt der Piezoantrieb. Die Autofokus-Routinen sprechen beim Nachjustieren also nicht mehr den langsameren Schrittmotor an, sondern den Piezoantrieb. Bei einem maximalen Stellweg von bis zu 500  $\mu\text{m}$  regelt dieser binnen weniger Millisekunden die Position auf wenige Nanometer genau.

### Dreidimensionale Bilderzeugung

Diese Vorteile des Piezoantriebs lassen sich auch für die dreidimensionale Bilderzeugung nutzen. Bei der sog. konfokalen Mikroskopie werden beispielsweise in der Diagnostik virtuelle Schnitte durch die Gewebestruktur erzeugt bzw. die Beschaffenheit der Probe wird durch die Verschiebung der Brennebene detektiert. Für die Justage der Brennebene ist auch hier eine präzise Bewegung der abbildenden Optik in Richtung der optischen Achse notwendig. Alternativ dazu kann aber auch die Probe entsprechend bewegt werden. Beide Verfahren haben ihre Vorteile:

PIFOC-Z-Antriebe für das Objektiv können sehr klein und steif gebaut werden. Sie reagieren dadurch mit kurzen Ansprechzeiten und positionieren durch die gute Führung auch bei verhältnismäßig großen Verfahrenswegen sehr genau. Außerdem sind bei der Probe bewegungsbedingte Störungen auszuschließen. Entsprechend ausgelegt können die PIFOC-Z-Antriebe je nach Anforderung einzelne Objektive oder den ganzen Revolver bewegen (Abb. 2).

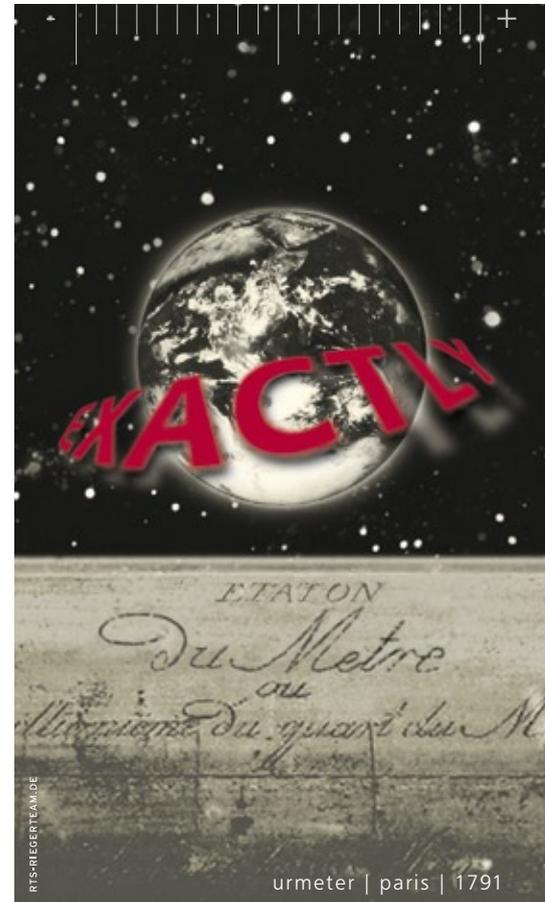
Es gibt aber auch Gründe, die dafür sprechen, beim Fokussieren nicht das Objektiv zu bewegen, sondern die Probe.



Der wichtigste ist, dass auf diese Weise das Bild bei der Phasenkontrast-Mikroskopie (Differenzielle Interferenz-Kontrastmikroskopie, kurz: DIC) nicht geschwächt wird. Dazu lassen sich die Piezoantriebe aufgrund ihrer Kompaktheit oft direkt in den bereits vorhandenen XY-Proben-scanner integrieren (Abb. 3). Ausführungen mit vertikalen Verfahrenswegen von 0,1–0,5 mm passen z.B. ohne Adapter in XY-Scanner des Mikroskop-ausrüsters Märzhäuser. Damit können noch immer alle gängigen Probenhalter für Objektträger bis hin zur Mikrotiterplatte verwendet werden. Die noch immer geringe Gesamthöhe des kompletten XY-Z-Systems erlaubt den Einsatz unter allen gängigen Mikroskopen und Integration und Ansteuerung sind so einfach wie bei einem klassischen Kreuztisch.

► **Autoren**  
Dipl.-Phys. Steffen Arnold,  
Leiter „Markt und Produkte“  
Ellen-Christine Reiff,  
M.A., Redaktionsbüro Stutensee

► **Kontakt**  
Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG,  
Karlsruhe  
Tel.: 0721/4846-0  
Fax: 0721/4846-100  
info@pi.ws  
www.physikinstrumente.de



## DAS URMETER SCHUF ORDNUNG, MAHR DIE PRÄZISION.

Am Anfang war das Urmeter – die Basis für die Entwicklung der Präzision: immer feiner, immer exakter. An dieser Evolution der Messtechnik ist Mahr seit 140 Jahren maßgeblich beteiligt. Unsere Messgeräte sind überall dort im Einsatz, wo es auf höchste Präzision und Zuverlässigkeit ankommt – ob im Automobilbau, in der Halbleiterfertigung, der Medizintechnik oder der Raumfahrt. Präzision ist universell. Die Welt spricht Mahr.

WERKZEUGVOREINSTELL-  
GERÄTE



OPTISCHE 3D-  
MESSTECHNIK



# Neue Möglichkeiten

## Laser Tracker vereinfacht Kontrolle großer Gussteile



Die Edelstahlgießerei von Otto Junker vereinfachte ihren Messprozess mit einem Leica Geosystems Laser Tracker. Die hohe Qualität der bearbeiteten Teile spricht dank der erzielten Messgenauigkeiten für sich.

Von draußen betrachtet scheint es in der Edelstahlgießerei der Otto Junker GmbH stockdunkel zu sein. „Dafür sind die Jungs hellwach“, sagt Ulrich Tigges lachend und spielt auf die extrem schwierigen Arbeitsbedingungen in der Gießerei an, die seinen Kollegen einiges abverlangen. Tigges ist Leiter Mechanische Fertigung bei der Otto Junker GmbH in Simmerath-Lammersdorf, einer Eifel-Gemeinde im Südwesten Nordrhein-Westfalens, nur einen Steinwurf von der belgischen Grenze entfernt.

Das Unternehmen Otto Junker gibt es schon seit 1924. Ursprünglich baute Otto Junker nur Gießereiofen. Aus einem Vorführ-Ofen für die Kunden entwickelte sich jedoch über die Jahre ein eigener Geschäftszweig, der unabhängig von der Sparte Anlagenbau agiert.

Eigentümerin der heutigen Unternehmensgruppe ist die Otto-Junker-Stiftung, die sich der Ausbildung von Ingenieur-nachwuchs verschrieben hat. „Für ein Stiftungsunternehmen zu arbeiten ist schon etwas besonderes“, erklärt Ulrich Tigges. „Das Miteinander von Otto Junker und den Kunden basiert auf ruhigem Umgangston, gegenseitigem Verständnis und offener Kommunikation.“

### Drehteile mit über 6 m Durchmesser

Im Lauf der Zeit veränderte sich das Nachfrageverhalten der Kunden. Neue Prozesse führten dazu, dass immer häufiger fertig bearbeitete Gussteile gewünscht wurden. Die Gießerei von Otto Junker, spezialisiert auf Edelstähle und Sonderwerkstoffe, ist in der Lage, ein Komplettpaket anzubieten. Das Kerngeschäft bilden Bauteile für die chemische und pharmazeutische Industrie sowie die Lebensmittelindustrie. „Gefragt sind vor allem Drehteile“, erläutert Ulrich Tigges. „Wir setzen Karusselldrehmaschinen ein, die Teile bis zu 6,30 m Durchmesser bearbeiten.“

Bis 2007 verwendete die Otto Junker GmbH konventionelle Messinstrumente wie Messschieber oder Mikrometerschrauben. Bei Bauteilen mit 6 m Durchmesser ist das Handling dieser Werkzeuge aber extrem aufwändig: Das Messgerät muss permanent unterstützt und selbst in der Genauigkeit gehalten werden. Außerdem konnten manche Formen mit konventionellen Mitteln einfach nicht mehr vermessen werden, beispielsweise ineinander laufende Radien und Schrägen. Hier sind Durchmesser theore-

tische Maße von Schnitten, die am Bauteil selbst so de facto nicht existieren und bei der Messung konstruiert werden müssen. An dieser Stelle erwachte bei den Verantwortlichen von Otto Junker der Wunsch, mit moderner, softwaregestützter Koordinatenmesstechnik diese Konstruktion direkt am Bauteil auf der Maschine vorzunehmen ohne die Produktion extra zu verlassen – eine immense Zeitersparnis. Bei den Bauteilen, die die Abteilung Mechanische Fertigung verlassen, werden nur minimale Toleranzen geduldet. Ulrich Tigges: „Die Genauigkeitsbereiche, in die wir vorstoßen, sind wirklich nicht ohne. Formteile mit einem Durchmesser von 4 m müssen auf 3/100 mm genau stimmen. Das alles auch noch in einer sehr rauen Umgebung ist mit herkömmlichen Mitteln einfach nicht abzudecken.“

### Kurzes Zeitfenster pro Messung

Die Suche nach der richtigen Messlösung brachte Otto Junker zunächst auf eine ganz bestimmte Spur. Bei einem Kunden war schon länger ein Messarm im Einsatz. Bauteile mit 6 m Durchmesser brachten dieses System aber schnell an seine Grenzen. Mit Laservermessung war Ulrich Tigges bereits vertraut: Als früherer Mitarbeiter des geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) war ihm das Verfahren bekannt, allerdings überraschten ihn die Genauigkeiten, die Laser Tracker tatsächlich erzielten. Mehrere Hersteller demonstrierten ihre Tracker. Bei Otto Junker kam allerdings Skepsis auf, weil eine Anforderung an das neue System nicht erfüllt wurde: Alle Bauteile, auch künftige, sollten mit dem neuen Equipment abgedeckt werden. Damit rückte eine Lösung von Leica Geosystems ins Rampenlicht: Die Fähigkeit des kabellosen Tasters Leica T-Probe auch versteckte Punkte messen zu können, sorgte bei den Mitarbeitern für Begeisterung. „Vergleichbare Systeme funktionierten nur mit viel Geduld. Ein Zeitfenster von etwa 30 Minuten pro Messung war mit anderen Systemen nicht einzuhalten“, berichtet Tigges. Die viel größere Akzeptanz der Mitarbeiter für die Lösung von Leica Geosystems gab schließlich den Ausschlag.

Otto Junker kaufte zunächst einen Laser Tracker, der für sechs Freiheitsgrade vor-konfiguriert ist. Zu einem späteren Zeitpunkt soll die Leica T-Probe hinzukommen: Tigges und seine Kollegen rüsten ihr Messsystem Schritt für Schritt auf.

Kurz nach Lieferung des Systems wurde eine Abnahmemessung durchgeführt. Das neue System musste dabei erstmals seine Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. „Unsere Meister sind es gewohnt, mit Zehnteln oder Hundertsteln zu kämpfen und haben viel Erfahrung. Entsprechend neugierig waren sie – der Tracker musste sich in ihren Augen erst einmal bewähren“, erinnert sich Ulrich Tigges. Die Abnahmemessung zeigte, dass der neue Tracker alle Genauigkeiten perfekt einhielt.

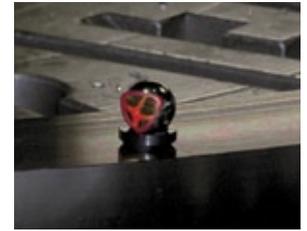
Das Training, das von Hexagon Metrology angeboten wurde und an dem die Teamleiter der Abteilung teilnahmen, begann mit der Theorie über das Messgerät und die Software PC-DMIS. Die anschließende Simulation der Praxis gestaltete sich intensiv. In einem ruhigen Montage-raum wurde jeder Schritt einmal geübt: Wie misst man einen Kreis, einen Kegel oder einen einzelnen Punkt? Der Trainer von Hexagon Metrology zeigte wie. Inzwischen bedienen sechs Mitarbeiter das System. Das Wissen über dessen Funktionsweise wird unter den Kollegen weitergegeben. Die größte Herausforderung für die Anwender ist, ihre eigene Messung zu beurteilen. „Kleine Kegel mit 2,5 m Durchmesser und einem Höhenmaß von 15 mm bei einem Winkel von 10° sind ganz schwer zu erfassen. Mit einer ½“-Reflektorkugel schaffen wir aber auch das mit sehr zuverlässigen Ergebnissen. Die graphische Anzeige in der Software ist eine Riesenhilfe.“

### Messprozess folgt Produktion

Der Messprozess der mechanischen Fertigung bei Otto Junker folgt dem Produktionsablauf der Gussteile. Die Bauteile, die aus der Gießerei kommen, werden nach zwei bis drei Tagen erstmals aus der Form gezogen. Es vergehen eine oder maximal zwei Wochen bis ein Bauteil zur Weiterverarbeitung bereit steht. Zunächst wird es per Bandmaß grob vermessen und auf Gussfehler kontrolliert, um ein Untermaß zu vermeiden. Mit dem Kran wird das Teil dann beispielsweise auf die Drehmaschine gehoben. Jedes Bauteil wird anders aufgespannt und anhand des Anrisses ausgerichtet. Die erste grobe Zerspanung führt bis auf 3 mm an die Fertigungskontur heran. Nach diesen 20–50 Stunden Laufzeit hebt der Kran das Gussteil von der Maschine herunter. Mehrere Tage Ruhezeit folgen,



Messung direkt auf der Karusselldrehmaschine: Michael Gerards, Meister für Feinwerkmechanik, prüft mit dem Reflektor rund 30 Punkte auf dem Gussteil



Die Messergebnisse, die der Leica Geosystems Laser Tracker liefert, sind absolut zuverlässig. Michael Gerards und Ulrich Tigges (rechts) von Otto Junker prüfen die Einhaltung der Toleranzen akribisch.

um Werkstoffspannungen frei werden zu lassen: Das Bauteil verändert während dieser Zeit seine Form – es muss „gehen“. Sobald die weitere Bearbeitung beginnt, kommt der Laser Tracker von Leica Geosystems permanent zum Einsatz. Dünnwandige Teile mit nur 20 mm Wandstärke bewegen sich auf der Drehmaschine. Daher werden sie mehrfach gedreht und die Maße von beiden Seiten in Bezug zueinander gesetzt. In 0,5 mm-Schritten wird nachgemessen, ob das Maß noch stimmt. Ab 1,5 mm Annäherung an das Fertigmaß bis zum endgültigen Bauteil benötigen die Messzyklen zusammen drei bis vier Stunden. „Da können und werden wir künftig auch noch schneller werden, z.B. mit Hilfe der Leica T-Probe“, so Ulrich Tigges. „Wir haben auch festgestellt, dass wir neben der Maschine nur sehr schwer messen können. Die bessere Variante ist, wenn das Bauteil aufgespannt bleibt. Wir haben so viele Kran- und LKW-Bewegungen in der Halle – da ist es besser, wenn der Tracker in der Nähe der Maschine stehen bleibt. Um die Maschine herum sind die Bodenplatten ruhiger und dicker.“ Die Abweichungen bewegen sich im Minimal-Bereich. Das Bewusstsein, dass das neue Messsystem zuverlässig funktioniert, war schnell vorhanden.

Für den Laser Tracker von Leica Geosystems entdeckte das Anwender-Team immer wieder neue Einsatzmöglichkeiten. Beim Aufbau einer neuen Drehmaschine war der Tracker eine große Hilfe. Ulrich Tigges erinnert sich: „Wir haben den Untersatz der Maschine vermessen, auf dem die Planscheibe auf einem Ölteppich läuft. Diese Laufbahnen müssen parallel sein und werden von Hand geschabt. Mit dem Laser Tracker haben wir eineinhalb Wochen lang die Laufbahn vermessen – und die Erkenntnisse aus der Messung führten zu einer signifikanten Zeit- und Kostenersparnis. Die 63 t schwere Scheibe konnte zügig in die Maschine eingesetzt werden.“ Auch für die Kontrolle der Maschinen kommt der Leica Geosystems Laser Tracker zum Einsatz. Der Verschleiß des Drehstahls etwa ist ein zu kompensierender Faktor. Genaue Messergebnisse geben darüber Aufschluss, innerhalb welcher Toleranzen sich eine Maschine überhaupt bewegt.

„Unsere oberste Priorität ist: Die Produktion muss laufen“, fasst Tigges zusammen. „Wir haben immer nur dieses eine Bauteil in Bearbeitung, daher muss auch das Messsystem zu 100% funktionieren. Von Hexagon Metrology wurden wir richtig beraten. Die Präzision der Leica Geosystems-Lösung und die Software PC-DMIS waren genau das, was wir brauchten. Das System erleichtert uns wirklich den Alltag.“

► **Autor**  
Andreas Petrosino, Marketing Coordinator

► **Kontakt**  
Hexagon Metrology  
Marketing&Communications Europe  
c/o Leica Geosystems AG  
Unterentfelden, Schweiz  
Tel.: 0041/62/737-6767  
Fax: 0041/62/737-6868  
info.eu@hexagonmetrology.com  
www.hexagonmetrology.com

# Für höchste Oberflächen<sup>güte</sup>

Qualität von Bohrern und Fräsern rundherum sichern

Rund 60 Oberflächenparameter mit kleinsten Toleranzen bestimmen die Geometrie und damit Standzeit und Bearbeitungsergebnis von Bohrern, Fräsern und Gewindewerkzeugen. Für die Qualitätssicherung ist entscheidend, dass der gesamte Umfang des Werkzeugs hochauflösend gemessen wird. Mit dem Einsatz des optischen 3D-Messsystems InfiniteFocus gelingt es, eine Schneidkantengeometrie mit hoher Oberflächengüte und Maßgenauigkeit zu gewährleisten.

Dass die Schneide das Geld verdient, ist heute Herstellern wie Anwendern von Bohrern, Fräsern und Gewindewerkzeugen wohl bekannt. Hersteller von Schneid- und Schaftwerkzeugen haben zwei wesentliche Anforderungen zu erfüllen. Zum einen gilt es, ihren Kunden Werkzeuge mit langen Standzeiten und herausragendem Bearbeitungsergebnis zu garantieren. Zum anderen sind sie gezwungen, unter höchstmöglicher Prozesssicherheit reproduzierbare Qualität bei niedrigen Produktionskosten zu gewährleisten. Für die Produktion gilt, eine vorgegebene Geometrie exakt und konstant zu fertigen. Für die Qualitätssicherung heißt es wiederum, diese Geometrie vor, während und nach der Fertigung entsprechend zu kontrollieren und sicherzustellen, dass das fertige Werkstück dem entsprechenden CAD Datensatz der Soll-Geometrie entspricht. Da es sich zunehmend um extrem kleine Bauteile mit sehr engen Toleranzen handelt, kann dies nur durch den Einsatz von hochauflösenden Oberflächenmessverfahren gewährleistet werden.

Die Anwender von Bohrern und Fräsern wissen um die Relevanz des Werkzeugwechsels. Wird ein Schaft- oder anderes Schneidwerkzeug wie eine Wendplatte zu spät getauscht, leidet die Oberflächengüte des bearbeiteten Werkstoffes.



Hochauflösendes optisches 3D Oberflächenmesssystem InfiniteFocus zur Form- und Rauheitsmessung im Labor und in der Produktion. Schneidkanten werden mit einem Radius ab  $2\mu\text{m}$ , Winkel bis zu einer minimalen Größe von  $20^\circ$  gemessen.

Alicona, ein führender Anbieter von optischer 3D-Mess- und Prüftechnik, bietet mit dem hochauflösenden 3D-Messsystem InfiniteFocus sowohl dem Hersteller als auch dem Anwender von Schaft- und Schneidwerkzeugen ein Sys-

tem zur vollständigen Formmessung und Verschleißkontrolle in Labor und Produktion. Beide profitieren von der Technologie der Fokus-Variation, mit der sie ihre Qualitätssicherung optimieren und die Prozesssicherheit steigern.



InfiniteFocus mit Rotationseinheit um Bohrer, Fräser und Gewindewerkzeuge um  $360^\circ$  zu drehen und so die Form des Werkzeugs vollständig zu messen. So misst der Anwender auch Geometrien wie die Rundheit oder den Anschnitt seiner Werkzeuge.

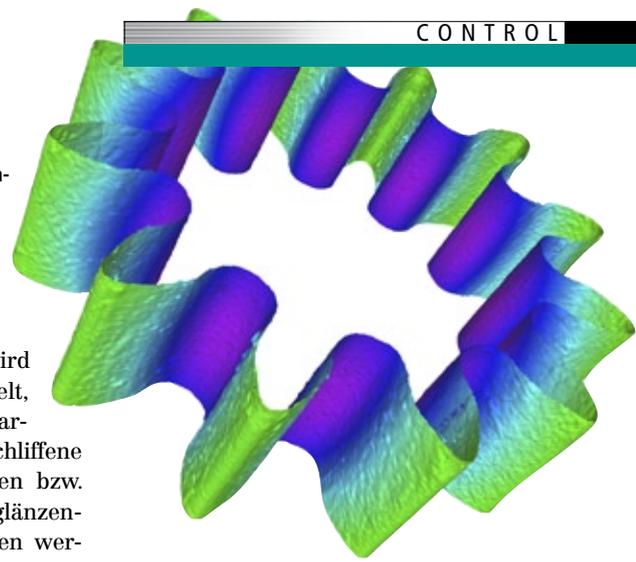
## Mit optischem Messsystem die Geometrie sicherstellen

InfiniteFocus ist ein optisches 3D Messsystem zur hochauflösenden Formmessung von kritischen Oberflächenparametern wie Radien und Winkel einer Schneidkante. Mit der richtigen Geometrie gewährleistet der Hersteller entsprechende Standzeiten und Bearbeitungsergebnisse seiner Bohrer und Fräser. Selbst bei der Messung von komplexen Formen, wie sie z. B. Gewindebohrer aufweisen, erzielt das Messsystem eine vertikale Auflösung von bis zu 10 nm. Der besondere Vorteil von InfiniteFocus ist dabei, dass mit nur einem System sämtliche Funktionalitäten eines klassischen Oberflächenmessgerätes und einer Koordinatenmessmaschine abgedeckt werden. Anstatt mehrere Systeme zu verwenden, misst der Benutzer mit einem System beides, Rauheit und Form seiner Werkzeuge. Die hohe Auflösung ist auch bei Geometrien mit sehr großen Scanhöhen gegeben, was das 3D-Messgerät nicht nur ideal zur Messung von miniaturisierten Komponenten wie Mikrowerkzeugen, sondern auch von größeren Bauteilen macht. Selbst bei Topographien

Vollständige 3D Messung eines Mikrozahnrades. Der Einsatz der hochauflösenden Technologie der Fokus-Variation trägt dazu bei, die Einhaltung von zunehmend kleiner werdenden Positions-, Form- Lage- und Durchmesser-toleranzen zu gewährleisten.

mit Flanken von mehr als 80° wird die hohe vertikale Auflösung erzielt, womit auch die Messung von scharfen Kanten gegeben ist. Auch geschliffene und hochglanzpolierte Oberflächen bzw. einer Kombination aus matten, glänzenden und spiegelnden Topographien werden hochauflösend gemessen.

Anwender von Schaftwerkzeugen setzen InfiniteFocus u. a. zur Verschleißkontrolle ein. Indem sie für die Fertigung den idealen Zeitpunkt für einen Werkzeugwechsel definieren, beugen sie stumpfen, verschlissenen Kanten und damit mangelhaften Bearbeitungsergebnissen und fehlerhafter Ausschussware vor. Dem Wissen, nach wie vielen Umdrehungen ein Bohrer oder Fräser ersetzt werden muss, gehen vergleichende Untersuchungen der Schneidkante voraus. InfiniteFocus misst die Werkzeuggeometrie vor und nach Gebrauch in der Fertigung. Dabei



registriert das Messsystem die beiden 3D-Datensätze automatisch und berechnet unabhängig von der manuellen Justierung des Werkzeugs automatisch ein Differenzmodell. Das verschlissene Material wird automatisch berechnet und zusätzlich farblich visualisiert. Durch die numerische Verifizierung des abgetragenen Materials nach einem gewissen Zeitpunkt wird genau berechnet, zu welchem Zeitpunkt und nach welchem Grad der Abnutzung das Werkzeug gewechselt werden muss, um ein konstantes Bearbeitungsergebnis zu erzielen.

# SCHON BEI UNS GESEHEN?



## Messmikroskope MF/MF-U

- Einfachere und sichere Bedienung
- Verbesserter Messtisch mit neuen Gerätegrößen
- Verbesserte optische Leistung von Mikroskop und Objektiven



Besuchen Sie uns in Halle 7, Stand 7502



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

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

**Mitutoyo**

InfiniteFocus misst Radien von Schneidwerkzeugen ab 2 µm, Winkel bis zu einer minimalen Größe von 20°. Diese Werte machen die Fokus-Variation zu einer begehrten Technologie, da kein anderes Verfahren, weder optisch noch taktil, bei derartigen Merkmalen Messungen in der hohen vertikalen Auflösung von bis zu 10 nm liefert. Die hochauflösende, numerische Verifizierung von Form, Lage und Oberflächenrauheit von zerspanenden Werkzeugen gewährleistet die Einhaltung von zunehmend kleiner werdenden Positions-, Form- Lage- und Durchmesser-toleranzen. Üblicherweise sind mindestens zwei Systeme notwendig, um diese Komponenten zuverlässig und vollständig zu messen. Mit InfiniteFocus steht dem Benutzer hingegen ein System zur Verfügung, mit dem er Rauheit und Form, also Länge, Durchmesser, Winkel, Neigung, Rundheit etc. mit demselben System misst.

### Schaftwerkzeuge um 360° messen

Rund 60 Oberflächenparameter bestimmen die Geometrie von Schaftwerkzeugen und damit ihre Standzeiten sowie ihr Bearbeitungsergebnis. Für die Messung der Form ist entscheidend, dass der gesamte Umfang des Werkzeugs gemessen und dreidimensional erfasst wird. Diesen Anspruch setzt Alicona mit einer optionalen Rotationseinheit um, die das Werkstück um 360° dreht. Mit InfiniteFocus Real3D misst der Anwender auch Geometrien wie die Rundheit oder den Hinterschliff an Gewindeflanken, die durch herkömmliche Messungen nicht erfasst werden. Entscheidende Winkel wie der Span- oder Flankenwinkel werden ebenso gemessen wie

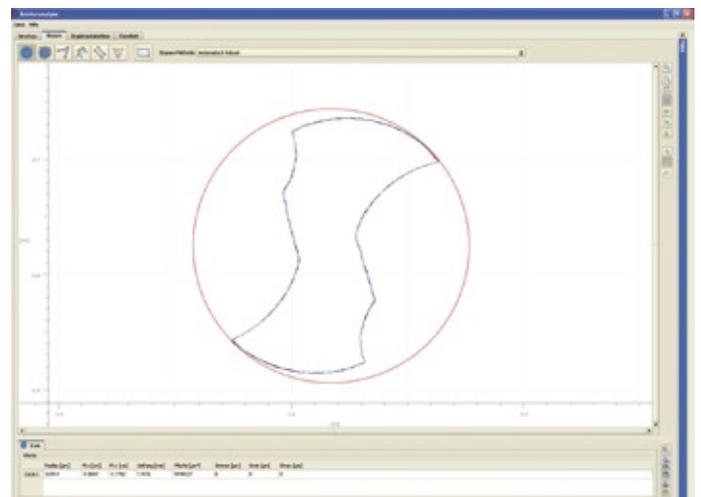
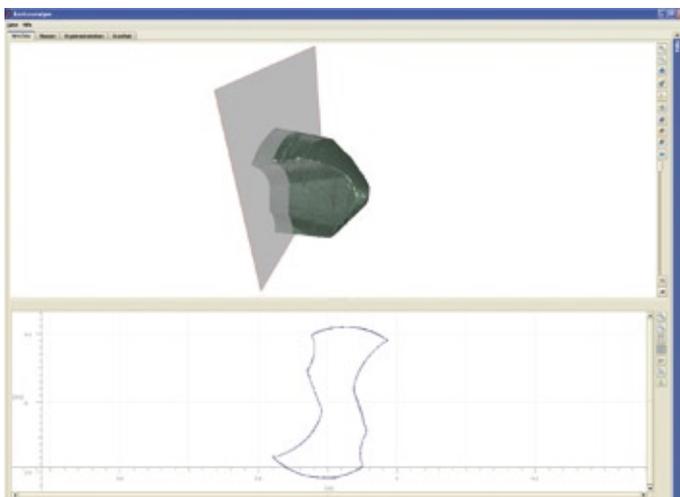
diverse Durchmesser und die Konzentrität des Schaftes. Auch Formabweichungen zu einem Referenzkörper werden automatisch ermittelt. Durch die direkte Anbindung an einen CAD Datensatz misst und visualisiert der Anwender Abweichungen zum vordefinierten CAD Modell. Differenzmessungen von zwei Geometrien bzw. Freiformflächen verifizieren Verschleißerscheinungen und die Einhaltung von Toleranzen. Das Unternehmen Bass, Hersteller von Gewindewerkzeugen im Hochpräzisionsbereich, über InfiniteFocus Real3D: „Die Möglichkeit, Rauheit und Form unserer Werkzeuge mit nur einem Gerät in hoher Auflösung zu messen, hat uns überzeugt. Wir verwenden InfiniteFocus mit Real3D seit dem letzten Jahr in der Forschung und Entwicklung“, erklärt Geschäftsführer Martin Zeller. Das mittelständische Unternehmen setzt auf innovative Partner: „An Alicona gefällt uns die hohe Innovationskraft, eine Eigenschaft, die auch uns am Markt auszeichnet und die wir von unseren Partnern erwarten. Deshalb freuen wir uns, die Produkte von Alicona in Zukunft nicht nur im F&E Bereich, sondern auch in der Produktion einsetzen zu können“, so Zeller.

### Die Rauheit bestimmt die Oberflächengüte, den Spänefluss und die mechanische Belastbarkeit

„Endlich können wir jetzt die Rauheit von fein geschliffenen bis polierten Oberflächen messen!“, erläutert Thomas Kogler einen von zahlreichen Vorteilen, die seit dem Einsatz von InfiniteFocus

zur Qualitätssicherung gewonnen wurden. Der Maschinenbautechniker von Amada, einem führenden Hersteller von Bandsägewerkzeugen, Sägemaschinen und Abkantwerkzeugen, beschäftigt sich u.a. mit der Optimierung von Bandsägewerkzeugen. Die Oberflächenrauheit ist hier von großer Bedeutung, da sie über Haftung, Zähigkeit und mechanische Belastbarkeit entscheidet und außerdem die Verschleißfestigkeit erhöhen soll. Kogler: „Früher haben wir Rauheitsmessungen extern durchführen lassen. Das war immer mit einem hohem Kosten- und Zeitaufwand und einem gewissen Unsicherheitsfaktor verbunden. Jetzt messen wir die Rauheit mit InfiniteFocus selbst und haben durch die hohe Wiederholgenauigkeit der Messungen auch die entsprechende Sicherheit.“

Die Oberflächenrauheit spielt auch für andere Qualitätsmerkmale eine entscheidende Rolle. Je glatter die Oberfläche, desto besser ist z. B. der Spänefluss. Dadurch verringert sich die Erhitzung der Späne, was wiederum höhere Schnittleistungen bedeutet. Eine hohe Oberflächengüte verringert auch die Gefahr des „Verschweißens“, was im schlimmsten Fall eine massive Werkzeugbeschädigung zur Folge hat, die bis zum Bruch des Werkzeugs führen kann. Spezielle Mikrobehandlungen sollen Kantenschartigkeit und damit verbundene Kantenausbrüche minimieren. Die Rauheit der Oberfläche entscheidet des Weiteren über die Schichthaftung bei Beschichtungsprozessen. Verfahren zur Oberflächenglättung werden auch angewendet, um Unebenheiten und Täler von Rautiefen auf Werkzeugsubstrat auszugleichen. Der schnellen, wiederholgenauen und rückführbaren Rauheitsmessung als qualitätssichernde Maßnahme kommt also eine ebenso



Der Benutzer setzt eine Schnittebene (Bild Mitte) und misst in der daraus resultierenden Kontur verschiedenste Geometrien wie den Hinterschliff wiederholgenau und rückführbar (Bild links). Stegbreite und Gewindesteigung können ebenfalls aus der Kontur gemessen.

große Bedeutung zu wie der Rauheit selbst. Durch Ra-Messungen lassen sich die Wirkung und Wirtschaftlichkeit der diversen Verfahren zur Oberflächenglättung numerisch verifizieren und Prozesse zur Optimierung der Oberfläche beurteilen.

Amada schätzt in der täglichen Arbeit mit dem 3D-Messsystem noch einen weiteren Aspekt: „InfiniteFocus ist sehr einfach zu bedienen. Für uns ist das ein wesentliches Kriterium, da mehrere Mitarbeiter mit dem Messgerät arbeiten. Da ist es Voraussetzung, dass man schnell und einfach zu einem guten Ergebnis kommt und keine langwierigen Einschulungszeiten in Kauf nehmen muss!“, so Kogler über die Handhabung des 3D-Messsystems.

#### Rauheit optisch messen

Um höchste Oberflächengüte bei kleinsten Bauteilgeometrien zu gewährleisten sind hochauflösende Messverfahren notwendig. Daher lösen optische Technologien herkömmliche Verfahren wie taktile Messmethoden mehr und mehr ab. Die Technologie der Fokus-Variation zur Form- und Rauheitsmessung wird aufgrund der hohen vertikalen Auflösung und den Einsatzmöglichkeiten in Labor und Produktion nicht nur in der spangebenden Industrie immer gefragter. Das Verfahren liefert genauere Messergebnisse bei kürzerer Messzeit und steigert somit die Effizienz der Qualitätssicherung. Der Anwender misst mit bis zu 100 Millionen Messpunkten die gesamte Fläche statt lediglich nur das Profil einer einzelnen Spur. Zudem sind die Messungen völlig verschleißfrei. Das Prinzip der optischen, berührungslosen Form- und Rauheitsmessung beugt außerdem diversen Ungenauigkeiten vor, die fallweise bei taktilen Messungen auftreten, da Form und Größe der Messspitze einen massiven Einfluss auf das Messer-

gebnis ausüben. InfiniteFocus liefert neben den 3D-Messergebnissen auch die zur Oberfläche registrierte Echtfarbinformation, die u.a. bei der Verschleißanalyse erhebliche Vorteile liefert. Die Fokus-Variation ist im aktuellen Entwurf zur ISO 25178 enthalten, die erstmals auch optische Messtechniken standardisiert.

#### Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser

Qualitätssicherung wird nicht nur in den „eigenen Reihen“ als kostensparender Faktor zunehmend bedeutsamer. Auch in der Wareneingangskontrolle spielt die 3D-Oberflächenkontrolle des Rohmaterials eine wichtige Rolle. Weiß man z.B., welchen Ra-Wert Hartmetall vor der weiteren Verarbeitung aufweisen muss, kann mittels entsprechender Rauheitsmessung das Zulieferprodukt schnell und einfach in automatisierter Form überprüft werden. Die leichte Automatisierbarkeit von Messungen ermöglicht die effiziente und verlässliche Wareneingangskontrolle ohne hohen Personalaufwand. Der Anwender kann auch diverse Parameter wie Erhebungen und Vertiefungen definieren, die InfiniteFocus dann automatisch detektiert, misst und quantifiziert. So überprüft er, ob die Oberfläche Fehler oder Mängel aufweist.

► **Autor**  
Mag. Astrid Krenn, Marketing & Communication Manager

► **Kontakt**  
Alicona Imaging GmbH  
Grambach, Österreich  
Tel.: 0043/316/4000-700  
Fax: 0043/316/4000-711  
info@alicona.com  
www.alicona.com

#### TELECENTRIC LENSES



WWW.OPTO-ENGINEERING.COM



**OPTO ENGINEERING**  
THE TELECENTRIC COMPANY

Distributed in Germany by  
**MaxxVision®**

# OPTOMETRON.DE



**LED- und FL-  
Beleuchtungen  
für die Bildver-  
arbeitung**



**Mobile  
Digital-  
Mikroskope**



**Zoom-  
Optiken  
und Stereo-  
Mikroskope**



**Software für  
Dokumen-  
tation und  
Vermessung**

**Tel. +49-89-90 60 41**

# Perfekte Oberfläche

## Automatisierter objektiver Oberflächenprüfplatz mit hoher Flexibilität bei Daimler AG

Großer Aufwand wird im Automobilbau im Bereich der Oberflächenprüfung von Karosserie-einzelteilen und Rohkarossen durchgeführt. Erfahrene Prüfer finden mit Augen, Händen und Abziehstein auf den Oberflächen Fehler wie Dellen, Beulen, Welligkeiten, Einfallstellen, Einschnürungen und Risse und klassifizieren diese hinsichtlich der Lackrelevanz. Problematisch sind hierbei vor allem Fehler, die auf der Blechoberfläche schwer erkennbar sind, nach den weiteren Verarbeitungsschritten KTL und schließlich Lack aber sichtbar und somit kundenrelevant werden. Ferner ist die Oberflächenbeurteilung subjektiv und die Auditnote kann von Auditor zu Auditor variieren. Es ergibt sich ein Kostenreduktionspotential, wenn relevante Oberflächenfehler möglichst frühzeitig und objektiv erkannt werden. Am Standort Sindelfingen nutzt die Daimler AG ein automatisiertes ABIS II-Oberflächenprüfsystem als einen zentralen Auditplatz.



Abb. 1: Komplette Anlage



Abb. 2: Prüfablauf:  
1: Teileauflage am Einlaufband,  
2: Inspektionszelle mit ABIS II,  
3: Auslaufband mit Anzeige des Prüfergebnisses

Seit der Betriebsübergabe im November 2008 wird im Presswerk 2 der Daimler AG Mercedes-Benz Cars (Sindelfingen) ein optisches Oberflächeninspektionssystem ABIS II genutzt (Abb. 1), das im Vergleich mit anderen Anlagen bei anderen Automobilherstellern den höchsten Automatisierungsgrad und größte Teiledurchsatzkapazität aufweist. Beim Prüfablauf (siehe Abb. 2) wird am Einlaufband ein Bauteil abgelegt (1), fährt in die Inspektionszelle ein (2), wird nach der Lageerkennung (Einzelkamera ist über dem Band montiert) und der Robotorbahnanpassung mit dem optischen Oberflächeninspektionssystem ABIS II inspiziert und schließlich (3) auf dem Auslaufband aus der Zelle transportiert. Am Auslaufband wird am großen Visualisierungsbildschirm das Ergebnis der Oberflächeninspektion angezeigt (Abb. 3). Der Person, die die Bauteile vom Auslaufband nimmt, wird am Report auf dem Visualisierungsbildschirm angezeigt, ob das Bauteil in Ordnung ist, nachgearbeitet werden muss oder Ausschuss ist. Bei einer klassischen manuellen Auditierung mit Abziehstein kann man von mindestens 15 Minuten Aufwand für einen kompletten Seitenwandrahmen ausgehen, mit dem ABIS II System ist die Aufgabe in weniger als zwei Minuten erledigt.

Kernstück der Anlage ist in der Zelle das optische Oberflächeninspektionssystem ABIS II. ABIS steht für Automatic Body Inspection System und ist ein System, das exakt für die Anforderungen im industriellen Umfeld entwickelt wurde. Das Sensor-konzept beruht 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 Kamera erfasst wird. Durch die Anwendung der Ein-Bild Technik mit extrem kurzer Bildaufnahmezeit von 0,1 ms wird gewährleistet, dass Vibrationen und Umgebungslicht, wie sie im typischen Fertigungsprozess in den Werkshallen (Presswerk, Karosseriebau) immer vorhanden sind, für den ABIS II Sensor vernachlässigbar sind. Ferner sind im Sensor keine beweglichen Teile, was hohe Beschleunigungen ohne Verlust der Kalibrierstabilität sicherstellt. Die integrierte Klassifikation der Oberflächen-

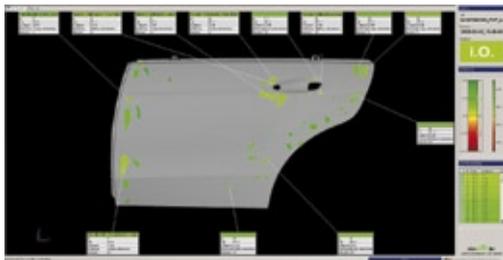


Abb. 3: Anzeige am Visualisierungsbildschirm

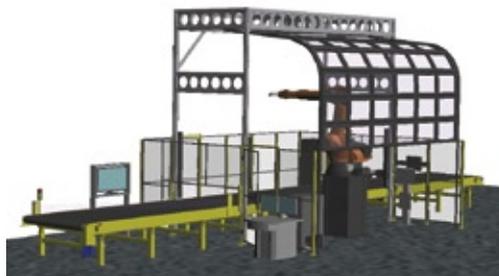


Abb. 4: Erstes 3D Zellenlayout

fehler ist ein entscheidender Part der Datenauswertung, um in den nachgelagerten Entscheidungsprozessen, die Qualitätskriterien anwenden zu können. Die ABIS Analyse Systemsoftware ermöglicht die Bildung von Fehlermerkmalen und daraus resultierenden Audit-Werten, die von den Auditoren entsprechend der kundenspezifischen Produktqualität einstellbar sind. Denn nicht jeder gefundene Oberflächenfehler ist kundenrelevant und muss nachgebessert werden.

Die automatisierte ABIS II Oberflächeninspektionsanlage bei Daimler im Werk Sindelfingen wird von den Betreibern im Presswerk für verschiedene Aufgabenstellungen eingesetzt:

- Es gilt, die vereinbarten Oberflächengrenzmuster abzubilden und so einen zentralen Prüfplatz mit objektiven Kriterien zu installieren.
- Im Falle von Diskussionen über Problemstellen am Einzelteil kann mit einer Einzelprüfung ein objektives Urteil über die Qualität gewonnen werden.
- Bei einem automatisierten Betrieb der Anlage sind rationell durchführbare Verleseaktionen einzelner Abpressungen möglich. Die Losgrößen können hier von 100 bis zu 2.000 Teilen reichen. Um die Anlage ist genügend Platz für Ladungsträger und Staplerverkehr.
- Die Oberflächeninspektionsanlage wird als Stichprobenprüfung in die Qualitätsregelkreise im Presswerk integriert und kann somit schnell Rückmeldung über die Oberflä-

chenqualität nach einem Werkzeugwechsel ermöglichen.

Das Konzept der Anlage, wie sie jetzt bei Daimler in Sindelfingen steht, entstand in enger Abstimmung mit den Planern und Betreibern von Daimler und Mitarbeitern von Steinbichler Optotechnik. In den ersten Layouts (Abb. 4) wurde z.B. noch ein Rolltor geplant, in der Realität wurde z.B. aus Vereinfachung des Wartungsaufwandes der Lageerkennungskamera über dem Band ein Sektionaltor verwendet. Mit Hilfe der Robotersimulation wurde die optimale Roboterposition, sprich Abstand zum Band und Höhe des Sockels, ermittelt, damit auch für die größtmöglichen Teile (Seitenwandrahmen) in jeder Lage auf dem Band für die Bildaufnahme alle notwendigen Sensorpositionen angefahren werden können.

Eine Besonderheit der Daimler-Anlage stellt die optionale Erweiterungsmöglichkeit dar, auch Teile von Komplettkarossen zu inspizieren. Hierzu wird das Tor geöffnet, die Rohkarosse vor dem Roboter positioniert und anschließend im abgesicherten manuellen Modus der ABIS II Sensor mit dem Roboter an die zu prüfenden Teile gefahren. Diese zusätzliche Betriebsart ermöglicht somit, auch Oberflächen zu prüfen, die nach dem Zusammenbau (ZB) nicht mehr als Einzelteil auf das Band gelegt werden können. Seitenwandrahmen, Kotflügel und Dächer können im ZB nur noch an der Komplettkarosse inspiziert werden. Hintergrund ist, die Anforderungen die Oberflächenqualität auch

nach den einzelnen Prozessschritten Einzelteil, ZB und KTL-Beschichtung zu untersuchen und zu verfolgen. Die Erfahrung zeigte, dass Oberflächenfehler, die am Einzelteil als nacharbeitsrelevant gelten, in den nachfolgenden Prozessen manchmal an Relevanz verlieren. Auch das Gegenteil (besonders im Sichtzonenbereich) ist bekannt, dass anfänglich nicht nacharbeitsrelevante Fehler am Einzelteil nach der KTL-Beschichtung deutlich sichtbar werden.

Die ABIS II-Oberflächeninspektionsanlage im Presswerk 2 von Daimler in Sindelfingen hat derzeit den höchsten Automatisierungsgrad, die größte Flexibilität und Durchsatzkapazität zu bieten. Die Wünsche und Anforderungen von Centerleiter Dr. Frank Weber (Leiter Center Presswerk) und Christoph Schlott (Leiter Qualitätssicherung Presswerk) wurden im Konzept und Aufbau der Anlage umgesetzt. Für den Anlagenlieferanten (und GU), Steinbichler Optotechnik GmbH (Neubeuern), ist es eine schöne Bestätigung, wenn der Kunde zufrieden ist, und wie Christoph Schlott sagte: „Die Konzeption der Anlage bietet exakt das, was wir uns gewünscht haben.“

► **Autor**  
Dipl.-Phys., MBM  
Hubert Lechner,  
Sales Manager



► **Kontakt**  
Steinbichler Optotechnik GmbH,  
Neubeuern  
Tel.: 08035/8704-0  
Fax: 08035/1010  
h.lechner@steinbichler.de  
www.steinbichler.de

## Z-LASER

### Der neue ZM18 Laser



#### Laserbeleuchtung für:

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

#### Features:

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

www.Z-LASER.com



# Hochpräzise und berührungslos

## Rundheit- und Rundlaufmessung mit Vielstellensensorik

Neuartige Produkte werden heutzutage immer effizienter und Ressourcen schonender ausgelegt. In vielen Industriebereichen (z. B. Luft- und Raumfahrt, sowie Automobil- und Medizintechnik) sind hierdurch Produktmerkmale entstanden, welche sich nur durch Mikro- und Nanotechnologien herstellen lassen. Damit wächst auch der Bedarf an messtechnischen Lösungen, welche die Qualität, Geometrie und Funktionalität von diesen Produkten erfassen müssen.

Im besonderen Fall der Messung von Oberflächentopografien sind taktile Messgeräte heutzutage Stand der Technik. Diese Sensoren erfüllen aber nur bedingt die messtechnischen Anforderungen hinsichtlich Genauigkeit und Tastkraft in der Mikro- und Nanotechnologie. Außerdem sind die meisten taktilen Sensoren nicht in der Lage ausreichend hohe Messraten zu realisieren.

Aufgrund der höheren Messgenauigkeiten, der kürzeren Messzeiten und der berührungslosen Abtastung gewinnen optische Messsysteme in verschiedenen Einsatzgebieten zunehmend an Bedeutung. Ein Beispiel dafür ist im Bereich der Rundheits- und Rundlaufprüfung zu sehen (Abb. 1).

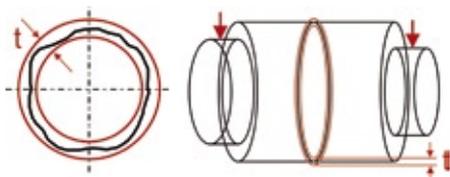


Abb. 1: Rundheits- und Rundlaufprüfung

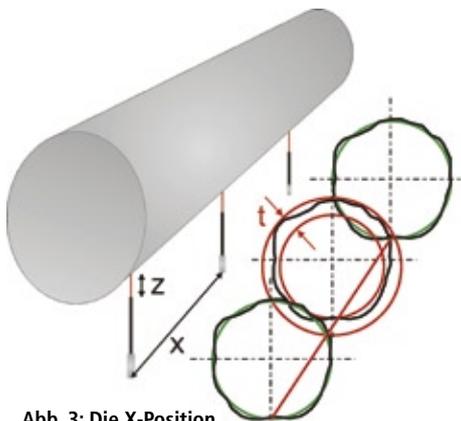


Abb. 3: Die X-Position jeder Sonde wird kalibriert

### Messsystem

Das Fraunhofer IPT in Aachen hat ein System für die hochgenaue Messung von Wellen, Führungen und Walzen entwickelt. Das entwickelte Messsystem basiert auf dem Messprinzip der kurzkohärenten Interferometrie und setzt sich aus einem faserbasierten Fizeau Interferometer und einem Michelson Interferometer zusammen (Abb. 2). Die verwendete Fasersonde ermöglicht die hochgenaue Abstandsmessung durch Aufspaltung der Wellenfront in einen Referenz- und Messstrahl sowie anschließend die Bestimmung des optischen Wegunterschiedes.

Dieser ergibt sich durch Reflexion des Referenzstrahls an der Faserendfläche, wohingegen der Messstrahl erst am Messobjekt reflektiert wird. Der halbe Weglängenunterschied entspricht somit genau dem Abstand zwischen Fasersonde und Messobjekt.

Der Wegunterschied wird bestimmt mittels eines Michelson Interferometers, indem die Referenz- und Messwelle durch einem schräg gestellten Spiegel zur Interferenz gebracht wird. Das Interferogramm wird durch eine CCD-Kamera erfasst und in einem PC ausgewertet.

Die Sonde besteht aus einem Lichtwellenleiter und wird zur Steigerung der Steifigkeit mit CFK oder Nitinol (Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory) umhüllt [1].

### Messaufbau

Auf der Control 2009 in Stuttgart präsentiert das Fraunhofer IPT das vorgestellte System in Form eines hochpräzisen Rundheit- und Rundlaufmessgeräts mit berührungsloser Vielstellensensorik. Dieses Messgerät ist konzipiert für die Überprüfung von präzisen Bauteilen, mit sehr hohen Produktionsanforderungen.

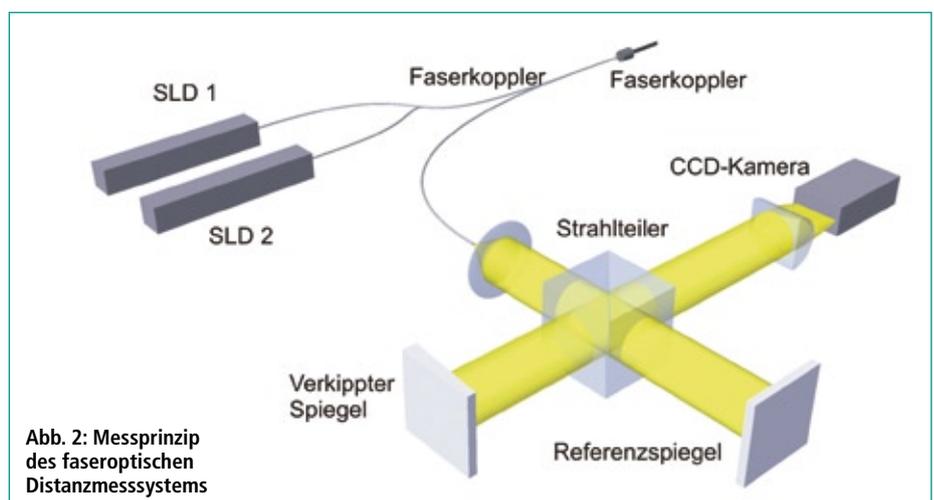


Abb. 2: Messprinzip des faseroptischen Distanzmesssystems

Der Aufbau des Messsystems entspricht einer Flachbett-Gestellbauweise mit einer durch einen Gleichstrommotor angetriebenen Spindel, die das Messobjekt rotiert. Die Messung von Prüflingen mit unterschiedlichen Durchmessern wird durch eine Kopplungsvorrichtung sichergestellt.

Eine Synchronisation zwischen Rotation und Messrate wird durch einen Encoder gewährleistet. Der Encoder verfügt über eine Auflösung von  $0,1^\circ$  und arbeitet mit einem TTL-Triggersignal. Dies steuert den CCD-Kameraaufnahmeprozess und bestimmt so die Messfrequenz bzw. die Anzahl an Messwerten.

Drei faseroptische Messsonden werden als Sensorik eingesetzt, die mittels eines Faserschalters umgeschaltet werden. Durch die Umschaltung wechselt das System den Lichtwellenleiter bzw. die Messsonde und damit die Messposition in Synchronisation mit der Rotationsbewegung. Die Sonden werden mit Hilfe eines Kalibrierkörpers kalibriert und haben somit eine feste Messrelation. Die X-Position jeder Sonde wird ebenfalls kalibriert (siehe Abb. 3) und ermöglicht dann das Fitting eines Zylinders in die Messdaten.

## Auswertung

Das System kann gleichzeitig ein Bauteil auf Rundheit und Rundlauf überprüfen. Die Messdaten jedes gemessenen Kreises enthalten die Form-, Welligkeit- und Rauheitsinformationen eines Bauteils, sowie die Dezentrierung des Prüflings. Diese Informationen werden nach DIN/ISO 12181-2 und DIN/ISO 11562 ausgewertet [2] und die Ergebnisse protokolliert (Abb. 4).

Die Messsoftware bietet die Möglichkeit zur Visualisierung der Einzelschichten als auch die Erzeugung eines 3D-Volumenmodells (Abb. 3). Die Berechnung der Zylindrizitätskenngrößen geschieht gemäß der vorher erwähnten DIN/ISO Standards.

Die Rundlaufprüfung bezüglich der Rotationsachse wird über die zwei äußeren Messsonden ermittelt (Abb. 5).

## Ausblick

Für eine Steigerung der Robustheit des gesamten Systems bzw. der Sensorik sind weitere Entwicklungen im Fraunhofer IPT geplant. Neben weiteren Untersuchungen der möglichen Materialien für die Umhüllung der faserbasierten Sensorik ist auch die Entwicklung von Spezialsonden für die Rauheitsmessung sowie die Verkleinerung des Sondendurchmessers geplant.

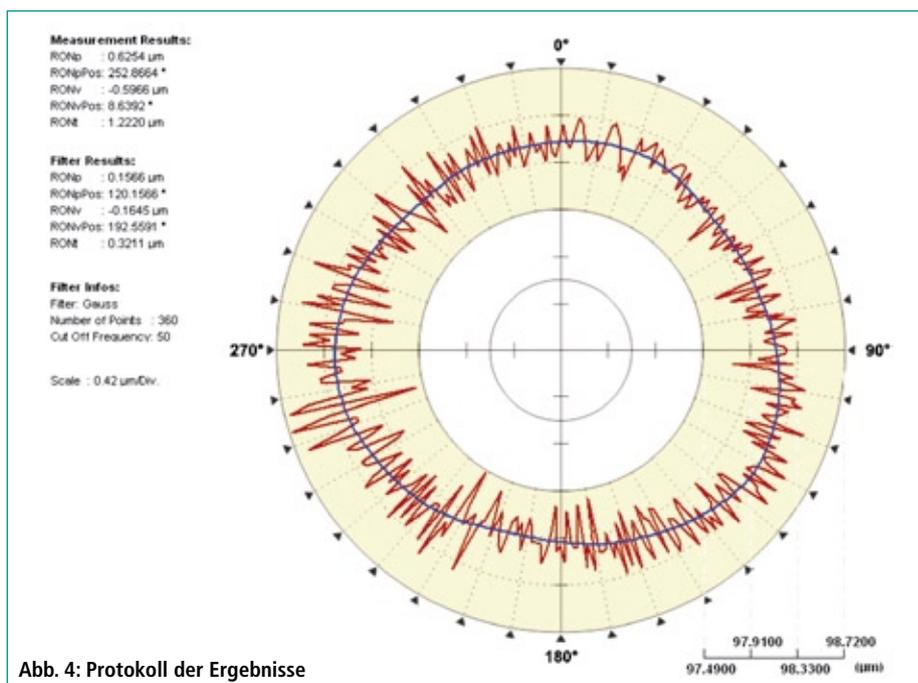


Abb. 4: Protokoll der Ergebnisse

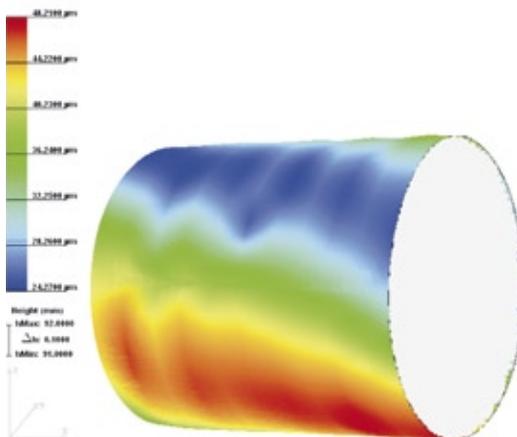


Abb. 5: Die Rundlaufprüfung bezüglich der Rotationsachse wird über die zwei äußeren Messstellen ermittelt

Ein anderes Ziel ist die Verbesserung der Faserschalter, d.h. eine Steigerung der maximalen Umschaltfrequenz. Dies ermöglicht eine Steigerung der maximalen Messrate für die einzelnen Sonden sowie eine Steigerung der maximalen Anzahl an Sensoren, die für die Rundlaufprüfung eingesetzt werden können.

Andere messtechnische Anwendungen von Lichtwellenleitern sind Strukturmonitoring durch Faser-Bragg-Gitter (FBG), die für die Überwachung der Zustände von Gebäuden, Windkraftanlagenflügeln, Pipelines und sogar Ölfeldern eingesetzt werden [3]. Als medizinisches Diagnosewerkzeug können faseroptische Sonden in der optischen Kohärenztomografie (OCT) zur minimalinvasiven Messung von biologischem Gewebe genutzt werden [4].

## Literatur

- [1] Depiereux, F., König, N., Pfeifer, T. und Schmitt, R.: „Fiber-Based White-Light Interferometer With Improved Sensor Tip and Stepped Mirror“, IEEE Transactions on instrumentation and measurement, vol. 56, no. 6, 2279–2283 (2007).
- [2] Schmitt, R., König, N. und Depiereux, F.: „Faseroptische Rundheitsmessung von Bohrlöchern mit kleinem Durchmesser“, Technisches Messen, 75 (12), 641–646 (2008)
- [3] Nakstad, H.; Kringlebotn, J.T.: „Oil and gas applications: Probing oil fields“, Nature Photonics, vol. 2, no. 3, 147–149 (2008)
- [4] Reed, W. A.; Yan, M. F.; Schnitzer, M. J.: “Gradient-index fiber-optic microprobes for minimally invasive in vivo lowcoherence interferometry“, Optics Letters, vol. 27, no. 20, 1794–1796 (2002)

## Autoren

Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt



M. Sc. Guilherme Mallmann

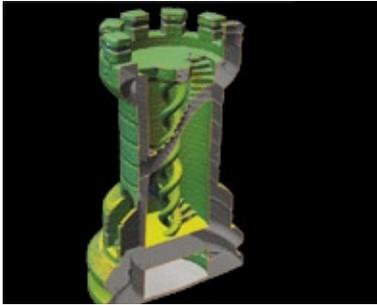


## Kontakt

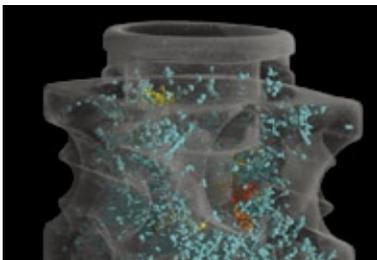
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen  
 Abt. Produktionsqualität und Messtechnik  
 Tel.: 0241/8904-472  
 Fax: 0241/8904-6472  
 guilherme.mallmann@ipt.fraunhofer.de  
 www.ipt.fraunhofer.de

Besuchen Sie uns auf der  
Control | Halle 1 | Stand 1114

## 300 kV Mikrofocus Computer-Tomographie



Soll-Ist-Vergleich



Porenanalyse

## Dimensionelles Messen und 3D Fehleranalyse mit hochauflösender Computer-Tomographie

- ▶ Erste unipolare 300 kV / 500 W mikrofocus Röntgenröhre für hohe Vergrößerung
- ▶ Temperaturstabilisierte Detektoren aus eigener Fertigung
- ▶ Scans stark absorbierender Bauteile bis zu 50 kg / 500 mm Durchmesser



v|tome|x L 300

phoenix|x-ray

GE Sensing & Inspection  
Technologies GmbH  
phoenix|x-ray  
Tel.: +49.5031.172-0  
Fax: +49.5031.172-299  
phoenix-info@ge.com  
www.phoenix-xray.com



GE imagination at work

## Höchste Präzision im Bootsbau

Wolz Nautic vertraut bei der Qualitätssicherung im Bootsbau seit September 2006 auf den Laser Tracker von API und weiß dessen Stärken insbesondere bei Messungen unter beengten Platzverhältnissen auf dem Boot zu schätzen. Im Zuge des Bootsbaus reisen Mitarbeiter von Wolz Nautic zweimal zur jeweiligen Werft. Beim ersten Termin vor Ort haben die Handwerker Schablonen aus Sperrholz dabei, die exakt dem Boot angepasst werden. Die Schablonen sind bereits auf der Basis der CAD-Daten des Bootes vorgefräst. Die Feinabstimmung muss jedoch vor Ort erfolgen, da die CAD-Daten oft nicht mit den tatsächlichen Abmessungen des Bootes übereinstimmen. In der Werft werden dann mithilfe des Laser Trackers die Schablonen vermessen. Basierend darauf wird das Teakdeck in der Produktionshalle montagefertig hergestellt. Das Ziel ist dabei, das Deck möglichst in einem Stück zu produzieren, denn jede Verbundstelle ist Gift für die Optik.



Automated Precision Europe GmbH

Tel.: 06221/729805-0 • [marketing@apisensor.eu](mailto:marketing@apisensor.eu) • [www.apisensor.com](http://www.apisensor.com)

## Booster mit neuer Optik

Das Gerät eignet sich zur berührungslosen Temperaturmessung bei sehr geringen Emissionsgraden ( $>0,02$ ), z. B. an blanken Metallen, Satinierwalzen, galvanisiertem Stahl, Aluminiumfolie, Aluminium-Strangguss oder holografischen Matrizen. Für die Infrarot Strahlungs-pyrometer LT13EB + LT15EB von Heitronics wurde eine neue Optik entwickelt: PM90WR vereinfacht die berührungslose Temperaturmessung an blanken Metallen und ermöglicht jetzt auch die Messung bei größeren Messdistanzen. Der Messabstand kann zwischen 80 mm und 110 mm variiert werden. Die neue Optik ist unempfindlich gegen Schwankungen innerhalb dieser Messdistanz.



Heitronics Infrarot Messtechnik GmbH

Tel.: 0611/97393-0 • [info@heitronics.com](mailto:info@heitronics.com) • [www.heitronics.com](http://www.heitronics.com)

## Miniaturisiertes Minispektrometer

Hamamatsu Photonics erweitert seine Palette von Minispektrometern um das C10988MA. Dabei handelt es sich um ein miniaturisiertes Minispektrometer mit einer Größe von 28 mm x 17 mm x 13 mm und einem Gewicht von ungefähr 9 g. Durch die geringe Anzahl der Komponenten und durch die hervorragende Fertigungsgenauigkeit ist in der Serienproduktion ein hoher Automatisierungsgrad gewährleistet, der bisher bei der Herstellung herkömmlicher Spektrometer nicht zu erreichen war. Jegliche Art der Nachjustierung erübrigt sich. Das C10988MA verfügt über einen spektralen Empfindlichkeitsbereich von 340 nm bis 750 nm. Bei dem neuen Minispektrometer handelt es sich um eine ultra-kompakte und kostengünstige Lösung für tragbare Farbmesssysteme.



Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH

Tel.: 08152/375-139 • [emtomic@hamamatsu.de](mailto:emtomic@hamamatsu.de) • [www.hamamatsu.de](http://www.hamamatsu.de)

## Wärmebildkamera für Einsteiger



Mit der robusten Wärmebildkamera Fluke Ti9 Electrical können elektrische Anlagen schnell auf Fehler überprüft werden. Dank der besonders hohen Auflösung von 160 x 120 Pixeln – dreimal so hoch wie bei den meisten Modellen dieser Preisklasse – kann die Kamera wichtige Details besser wiedergeben. Dank Fluke Ti9 können deutlich mehr Elektriker und Techniker als bisher die Vorteile der Thermografie auf hohem Niveau nutzen. Die Kamera verfügt über ein Farb-LCD-Display im Widescreen-Format, das selbst kleinste Details anzeigt. Anwender brauchen lediglich ein Objekt anzuvisieren und den Auslöser zu betätigen, schon ist das gesamte Bild aufgenommen. Damit kann wertvolle Zeit eingespart und die Fehlersuche, Instandhaltung und Überprüfung elektromechanischer Anlagen beschleunigt werden.

Fluke Deutschland GmbH

Tel.: 069/2222202-00 • [info@de.fluke.nl](mailto:info@de.fluke.nl) • [www.fluke.de](http://www.fluke.de)

## Computer-Tomograf

GE Sensing & Inspection Technologies bringt mit dem v|tomelx L 300 seiner Produktlinie phoenix|x-ray ein richtungsweisendes neues CT-System auf den Markt. Es eignet sich gleichermaßen für 2D- und 3D-Untersuchungen als auch für präzise dimensionelle Messungen an Bauteilen, die aufgrund ihres komplexen Aufbaus nicht zerstörungsfrei mit optischen oder taktilen Koordinatenmessgeräten untersucht werden können. Die neu entwickelte 300-kV/500-Watt-Mikrofocus-Röntgenröhre eröffnet ein weites Anwendungsspektrum für CT-Analysen von schwer zu durchstrahlenden Bauteilen mit besonders hoher Vergrößerung. Erstmals wird für eine 300-kV-Röntgenröhre eine Detailerkennbarkeit von bis zu 1 µm erreicht. Zugleich kommt in dem CT-System ein neuer Typ von temperaturstabilisierten GE-Digitaldetektoren mit noch höherer Kontrastauflösung zum Einsatz.

GE Sensing & Inspection Technologies GmbH

Tel.: 050311172-0 • phoenix-info@ge.com • www.gesensinginspection.com

## Innovative Nano-Technologie

Leica Microsystems präsentiert eine neue Technologie für kontaktfreie 3D-Oberflächenmessungen, die Auflösungen bis unter 1 nm erzielt. Das 3D-Messmikroskop DCM 3D, das erstmals Konfokalmikroskopie, Interferometrie und Farbbildgebung in einem Sensorkopf verbindet, wurde von Leica Microsystems und der spanischen Sensofar-Tech entwickelt. Das DCM 3D wertet die Mikro- und Nanogeometrie von Werkstoffoberflächen superschnell, kontaktfrei und bis auf 0,1 nm genau aus. Ein konfokales Mikrodisplay, das in der Leuchtblende positioniert ist, zwei Lichtquellen und zwei Kameras erzeugen unbegrenzte Tiefenschärfe und hochpräzise 3D-Ergebnisse. Die LED-Lichtquelle und der Sensorkopf, der ohne mechanisch bewegliche Teile auskommt, machen das System praktisch wartungsfrei.

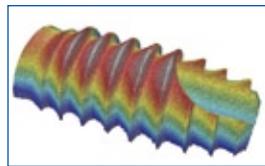
Leica Microsystems GmbH • Tel.: 06441/29-2551

info@leica-microsystems.com • www.leica-microsystems.com

# Optisches 3D-Profilometer für Oberflächenanalyse und Dünnschicht-Metrologie

## NEU PLu neox von Sensofar

- ⊙ Konfokales/Interferometrisches Profilometer basierend auf Mikrodisplay-Technologie
- ⊙ Zwei CCD Kameras (SW Kamera für Metrologie, Farbkamera für Probenbeobachtung in Echtfarben)
- ⊙ Doppelter z-Scanner (Schrittmotor für große Strecken, Piezo für hohe Auflösung)
- ⊙ Integriertes spektroskopisches Reflektometer für Schichtdickenmessung
- ⊙ Zwei LED Lichtquellen
- ⊙ Kompakt, robust und modular



Besuchen Sie uns  
**Control 2009**  
Halle 7 Stand 7336

Besuchen Sie Sensofar  
**Control 2009**  
Halle 1 Stand 1068  
www.sensofar.com



Schaefer Technologie GmbH

Robert-Bosch-Strasse 31 · D-63225 Langen

Telefon +49 (0)6103-30098-0 · Telefax +49 (0)6103-30098-29

info@schaefer-tec.com · www.schaefer-tec.com

### Neue Potentiale bei der Wafer- und Solarzellen-Herstellung

Die berührungslose und gleichzeitig äußerst genaue Schichtdicken- und Abstandsmessung mit interferometrisch arbeitenden Messsystemen hat sich bei der Halbleiter-Herstellung mittlerweile bewährt. Zu dieser Familie gehört auch der neue CHRcodile-MI5-Sensor von Precitec Optronik. Technologischer Kern des neuen Geräts ist der bereits im Solar- und Halbleiterbereich etablierte CHRcodile-IT-Sensor. Dieser durchleuchtet das zu vermessende Material von nur einer Seite mit Infrarotlicht. Das von Ober- und Unterseite zurück reflektierte Licht wertet er anschließend mittels Fourieranalyse aus berechnet daraus die exakte Schichtdicke des Halbleitermaterials. Mit dem neuen CHRcodile MI5 bietet man jetzt eine flexible Alternative zur mehrkanaligen Vermessung von Wafern und Solarzellen.



Precitec Optronik GmbH

Tel.: 06106/8290-0 • info@precitec-optronic.de • www.chrocodile.de

### Zeitlupe in neuen Dimensionen

Bei der diesjährigen Handballweltmeisterschaft konnten erstmals extreme Zeitlupenaufnahmen mit bis zu 1.500 Bildern pro Sekunde (60-fache Verlangsamung) geliefert werden, um die extreme Körperbetontheit beim Handball zu zeigen. Zum Vergleich: Eine normale Zeitlupenkamera (SSL/Superslomo-Kamera) zeichnet eine Sequenz mit 75 Bildern pro Sekunde auf (dreifache Verlangsamung). Diese Antelope-High-Speed-Kamera wurde für mobile Einsätze von der Firma LMC LiveMotionConcept, Walluff, in Zusammenarbeit mit der dikon Entwicklungs- und Produktionsgesellschaft, Göttingen, weiterentwickelt. Insgesamt vier Antelope-HD-Systeme wurden im Auftrag des Rechteinhabers Sport Five bei der Handball-WM in Kroatien eingesetzt.



dikon Entwicklungs- und Produktions GmbH

Tel.: 0551/504840 • info@dikon-elektronik.de • www.dikon-elektronik.de

### Hochfrequenz-Vibrometer

Polytec stellt mit seinem UHF-120 Laserdoppler-Vibrometer ein neues Produkt vor, welches durch ein innovatives Design den Frequenzbereich auf 600 MHz und den Geschwindigkeitsbereich auf über 100 m/s erweitert. Das neue Mess-System ist somit ideal für die Untersuchung höherfrequenter RF-MEMS oder auch von Ultraschall-Transducern mit hoher Genauigkeit. Auch kleine Strukturen wie NEMS oder Systeme mit kurzen akustischen Wellenlängen wie z. B. SAWs lassen sich aufgrund der kleinen Fokusgröße des Laserstrahls mit hoher lateraler Auflösung charakterisieren. Die Möglichkeit, hohe Geschwindigkeiten auflösen zu können, ermöglicht jetzt auch die Charakterisierung von Hochleistungs-Ultraschall-Transducern. Das UHF-120 Laserdoppler-Vibrometer kann auch in Wafer-Probenstationen (auch in Vakuumprobenstationen) integriert werden.



Polytek GmbH

Tel.: 07243/604-0 • info@polytec.de • www.polytec.de

### Fernfokussierbares Video-Endoskopsystem

Vizaar stellt mit der Inviz-Vuman-Serie seine neueste Generation von Videoendoskopsystemen vor. Patentierte, innovative Technologiefortschritte und einzigartige Funktionen bieten neue Einsatzmöglichkeiten und echte Kosteneinsparungen. Das weltweit erste fernfokussierbare Video-Endoskopsystem mit bis zu 15 m Arbeitslänge und beweglicher Sondenspitze ermöglicht präzise fokussierte Bilder aus jeder Position. Eine der vielen Neuheiten und absoluten Besonderheiten der Inviz-Serie ist die zum Patent angemeldete „Remote Focus“-LLP-Technologie. Sie ermöglicht dem Anwender, einfach über den mobilen hochauflösenden Touchscreen das Bild jederzeit von null Millimetern Nahaufnahme bis unendlich optimal zu fokussieren.



Vizaar industrial imaging AG

Tel.: 07432/98375-0 • info@vizaar.de • www.vizaar.de

## PRINT WIRKT. ONLINE AUCH.



### Das INSPECT ePaper

Seit 2005 gehört der GIT VERLAG mit seinen ePapers zu den Vorreitern im Online Publishing.

Zusammen mit den Printausgaben, dem Branchenportal [www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com) und der Bildverarbeitungs-Community <http://network.inspect-online.com/> bieten wir ein starkes Programm in Sachen Kommunikation und Information.

**Nutzen Sie jetzt auch das INSPECT ePaper.**

Lesen Sie zu jeder Zeit und an jedem Ort der Welt die jeweils aktuelle Ausgabe unseres wunderbaren Magazins am Bildschirm. Über alles, was wichtig ist in der Welt der Bildverarbeitung und optischen Messtechnik.

Im INSPECT ePaper lesen Sie die aktuelle Ausgabe der INSPECT in der englischen Sprachversion. In der gewohnt hochwertigen Anmutung und mit allen Inhalten.

Bequemes Navigieren im „Heft“, einzelne Seiten ausdrucken, die Volltextsuche nach Unternehmen oder Produkten und vieles mehr machen unser ePaper zu einem echten Power-Werkzeug.

**Das INSPECT ePaper –  
Vorsprung in Information und Kommunikation.**

Möchten Sie das INSPECT ePaper kostenfrei beziehen, schicken Sie uns eine Email an [contact@inspect-online.com](mailto:contact@inspect-online.com)

### Wellen und Werkzeuge messen „wie im Fluge“

Die „OnTheFly-Technologie“ wurde bereits im Jahr 2001 von der Firma Werth Messtechnik zum Patent angemeldet. Nun wurden die ersten Geräte für rotationssymmetrische Teile an Endkunden ausgeliefert, bei denen diese Technologie auch in Kombination mit der vierten Messachse (Drehachse) verfügbar ist. Dadurch werden bisher unerreichte Messzeiten an Wellen und Werkzeugen realisiert. Die Bildaufnahme und Auswertung erfolgt in der Bewegung der Messachsen des Koordinatenmessgerätes. Dadurch entfallen die zeitintensiven Start-Stop-Zyklen zur Antastung und der Messablauf wird erheblich beschleunigt.

Werth Messtechnik GmbH • Tel.: 0641/7938-0  
marketing@werthmesstechnik.de • www.werthmesstechnik.de



### Topometrisches 3D-System

Die Produktlinie smartScan 3D von Breuckmann hat sich rasch erfolgreich am Markt etabliert. Nun hat der Hersteller von topometrischen 3D-Messsystemen diese Produktlinie nach oben hin erweitert: Mit dem smartScan 3D-HE steht erstmals ein mobiles Mess- und Digitalisiersystem zur Verfügung, welches zum attraktiven Preis hohe Genauigkeit, exzellente Auflösung sowie extrem schnelle Datenerfassung bietet. Damit liefert es innerhalb von Sekunden hochpräzise 3D-Koordinaten für beliebige Objekte – unabhängig von deren Größe und Komplexität. Typische Anwendungen finden sich im Automobilbau, dem Formen- und

Werkzeugbau, der Qualitätsüberwachung beim Produktdesign bis hin zu anspruchsvollen Mess- und Digitalisierungsaufgaben für das Reverse Engineering.

Breuckmann GmbH • Tel.: 07532/4346-0 • info@breuckmann.com • www.breuckmann.com

### Intuitive Software für 2D- und 3D-Oberflächenmessungen

Fries Research & Technology stellt das vollständig überarbeitete Programmpaket Acquire Automation vor. Die innovative Software übernimmt die Messgerätesteuerung, führt vollautomatisch 2D- und 3D-Messungen an Bauteilen aller Art durch und wertet die gewonnenen Messdaten anschließend selbsttätig aus. Dies sind Anforderungen, die bei fortschreitender Miniaturisierung von Strukturen und Oberflächen immer wichtiger werden – insbesondere in der industriellen Produktionskontrolle. Acquire Automation verfügt über eine neue mehrstufige Benutzerverwaltung. Je nach Berechtigung zeigt die Software nur die Schaltflächen und Anzeigen, die für den jeweiligen Benutzer relevant sind: Für den Maschinenbediener sind damit simple One-Button-Lösungen möglich, dem Einrichter stehen alle Möglichkeiten der leistungsfähigen FRT Multisensor-Messtechnik zur Verfügung.

FRT Fries Research & Technology GmbH • Tel.: 02204/842430 • info@frt-gmbh.com • www.frt-gmbh.com

### Jetzt auch in der Klimakammer

Aicons optisches Messsystem Move Inspect erfasst dynamische Vorgänge dreidimensional und analysiert sie hinsichtlich ihrer geometrischen Veränderung. Dank einer neuen Klimatisierung ist Move Inspect nun auch für Bewegungs- und Deformationsanalysen unter extremen Temperaturbedingungen, z. B. in einer Klimakammer, einsatzbereit. Hier ersetzt das System mechanische Wegaufnehmer, denn die optische Messtechnik reduziert den hohen Installationsaufwand erheblich. Move Inspect basiert auf einem Kamerabalken, der mit Digitalkameras bestückt ist und in verschiedenen Varianten angeboten wird. Die High-End-Ausführung ist in der Lage, zeitlich Daten mit bis zu 1.000 Hz zu erfassen. Dabei meistert das System auch Dauerversuche ohne Probleme, denn die Datenerfassung erfolgt ohne zeitliche Begrenzung.

Aicon 3D Systems GmbH • Tel.: 0531/5800075 • info@aicon.de • www.aicon.de



### Modul für die dimensionale Form- und Geometrie-Analyse

Die Business Unit Mountains-Oberflächenanalyse von Digital Surf bietet das neue Software-Modul Advanced Contour, das von jetzt an zur Mountains Oberflächenanalyse-Software gehört. Das Modul ist eine Komplett-Lösung zur Kontrolle der Dimensionen von Profilen, die auf der Oberfläche von Bauteilen gemessen wurden. Dank einer intuitiven Benutzeroberfläche, basierend auf Icons, einer kompletten Reihe metrologischer Funktionen, der grafischen Anzeige von Form-Abweichungen, automatischer Erzeugung von Qualitäts-Berichten und der Möglichkeit, Ergebnisse in Qualitäts-Management-Systeme zu exportieren, wird sichergestellt, dass Kontur-Analyse sowohl genau als auch so direkt und einfach wie möglich ist. Die neue Software ist kompatibel mit Windows XP und Vista, und wurde für die Integration in Form-Mess-Geräte konzipiert.

Digital Surf • Tel.: 0033/3/81504800 • contact@digitalsurf.fr • www.digitalsurf.com

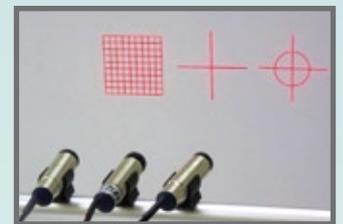
www.inspect-online.com

## Laser im Einsatz

- Eigene Entwicklung
- Eigene Produktion
- > 30 Jahre Erfahrung
- Gesamtlösungen
- Beweglichkeit
- Partnerschaften



### Laserlichtquellen



### Laserlichtschranken



### Lasersysteme



*Wir lösen Ihre Probleme und nutzen dazu Lasersysteme, optische Sensoren, Optik, Opto-Mechanik und Messtechnik*

### I.L.E.E. AG

Laser Innovation  
CH-8902 Urdorf  
Tel. +41 44 736 11 11  
Fax +41 44 736 11 12  
office@ilee.ch, www.ilee.ch



# Vision

## Interview mit Dr. Rainer Ohnheiser, Vorsitzender der Geschäftsführung, Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH

**INSPECT:** Der Erfolg der Carl Zeiss IMT begann mit dem ersten CNC-gesteuerten 3D-Koordinatenmessgerät, das aus dem 2D-Messmikroskop entstanden ist. 1973 kam dies auf den Markt. Wie viele sind davon heute noch im Einsatz?

**R. Ohnheiser:** Von diesen Maschinen der ersten Generation sind noch ca. 10 Geräte im Einsatz. Ein großer Teil davon in Asien und Indien.

**Lange Zeit dominierten die taktilen 3D-Koordinatenmessmaschinen den Markt der dimensionellen Messtechnik. Wann und mit welcher Zielsetzung hat man sich entschlossen, auch optische Systeme – Scanner und Sensoren – zu entwickeln und einzusetzen?**

**R. Ohnheiser:** Auch heute noch dominieren die rein taktilen Koordinatenmessmaschinen. Speziell in der spanenden Industrie mit Toleranzen im einstelligen Mikrometerbereich gibt es zur taktilen Messung keine Alternativen. Etwa 10% der jährlich in der Welt verkauften Systeme sind mit rein optischen Sensoren ausgestattet. Dann gibt es noch eine Reihe von Multisensormaschinen, die sowohl taktil als auch optisch messen können. Aber das Gros der jährlich beschafften Messmaschinen wird für die rein taktile Messtechnik verwendet.

**1990 führten Sie den Lasertastkopf ein. Welche Anwendungen konnten damit neu erschlossen werden?**

**R. Ohnheiser:** Der Triangulationslaser hatte und hat seine Einsatzgebiete nach

wie vor in der Messung oder Digitalisierung von Freiformflächen. Die für diese Anwendung geforderten Messgenauigkeiten im hundertstel oder zehntel Millimeter Bereich reichen für diese Anwendungen dicke aus. Mit zunehmender Datenmenge durch die Hochleistungssensoren wurden auch die Anforderungen an die Rechner- und Softwareleistung permanent erhöht. Andererseits wurden durch die moderne Rechner- und Softwareleistung viel genauere und aussagekräftigere Messergebnisse möglich. Man denke nur an die früher eingesetzten Soll-Ist-Vergleiche von Schnittlinien oder Schnittkurven. Heute werden flächenmäßige Aussagen verwendet und die Ergebnisdarstellung über Farbauswertung ist heute Standard.

**Präzision in der Koordinatenmesstechnik stellt immer höhere Anforderungen an Geräte und Hersteller. Beim Umess-Expertensystem sprechen Sie vom „genauigkeitsgesteuerten Scanningverfahren“. Was genau sagt dies aus?**

**R. Ohnheiser:** Bei den meisten präzisen Messungen beeinflusst auch heute noch die Messgeschwindigkeit einer Maschine die Messgenauigkeit. Das heißt andererseits, dass ein Messtechniker sehr gut über die dynamischen Eigenschaften seiner Maschine und Sensorik Bescheid wissen muss, um eine optimale Messgenauigkeit zu erzielen. Der Anwender weiß genau, welche Fertigungstoleranzen seiner Produktion zur Verfügung stehen. Aber er kennt nicht unbedingt die dynamischen Einflussgrößen einer Messmaschine. Die wiederum kennen aber wir für unsere Maschinen am besten. Da-

her nehmen wir dem Anwender seine Unsicherheit darüber, ob der denn mit den von ihm gewählten Parametern wie Messgeschwindigkeit, Punktedichte etc. optimale Messergebnisse erhalten kann. Der Anwender sagt, wie genau er messen will oder muss. Den Rest übernimmt unser Expertensystem. Die Steuerung der Geschwindigkeit, der Tastkopfauslenkung und des Punkteabstandes wird vom System so vorgenommen, dass die vom Anwender vorgegeben Toleranzen mit Sicherheit eingehalten werden.

**Heute ist Ihr aktuelles Angebot der gemeinsame Einsatz der Messmaschinen DuraMax mit dem Oberflächenmessgerät Handysurf. Wo liegen hier die Stärken?**

**R. Ohnheiser:** DuraMax und Handysurf ergänzen sich eben hinsichtlich der Anforderungen der Anwender und der Fertigungsverantwortlichen. Neben der Messung der klassischen Geometrien eines prismatischen Werkstückes kommt der Form- Oberflächenbeschaffenheit der Teile ebenfalls eine hohe Bedeutung zu. Eine Messmaschine kann zwar Formen messen und Trends wiedergeben, kann aber die Genauigkeit spezieller Form- und Oberflächenmessgeräte nicht erreichen. Daher die Kombination dieser zwei Anwendungen. Optisch und taktil und speziell auf die Kunststoff-Industrie zugeschnitten ist unsere O-Inspect. Das ist ein klassisches optisches Messgerät für die Durchlicht- oder Auflichtmessung in optimal abgestimmter Verbindung zum taktilen Scanning mit unserem Scanning-Sensor Vast XXT.



Objektive, Softwareteile und Messmethoden unseres Bereiches Mikroskopie in Verbindung mit unserem Know-how der taktilen Messtechnik schufen eine ideale Symbiose aus Kompetenzen der Carl Zeiss Gruppe.

Welche Visionen werden die Visionäre bei Carl Zeiss IMT in den nächsten Jahren in Angriff nehmen?

**R. Ohnheiser:** Der Ausbau von Systemen mit neuen, aber bereits begonnener Technologien steht auf unserer Tagesordnung. Da ist z.B. die Computertomographie mit Metrotom 1500 und der Mikrosystemtechnik mit der F25. Die weitere Optimierung der aktuellen Messtechnik ist ebenfalls mit hoher Priorität in unseren Entwicklungsplänen. Ähnlich dem immer noch nicht ausgereizten Otto-Motor verhält es sich mit unserer Metrologie. Man kann immer wieder deutliche Verbesserungen erzielen, wie z.B. mit einem komplett neu entwickelten Portal-Messgerät, das wir auf der Control 2009 erstmals zeigen. Dem Ausbau der Dienstleistungen über den klassischen Technischen Service hinaus gilt ein weiteres Augenmerk. ‚Näher am Kunden‘ ist mehr als nur ein Schlagwort. Unsere Messhäuser für Auftragsmessungen weltweit und unsere drei Fertigungsstandorte in den wichtigsten Industrienationen zeigen, wie wichtig diese Themen für uns sind. Die Softwareentwicklung steht immer besonders im Blickfeld. Die rasante Entwicklung der Rechnerleistungen bietet herausragende Chancen, erfordert aber auch rasches und zielgerichtetes Vorgehen. Und getreu unserem Selbstverständ-

nis, dass wir – im Gegensatz zu den meisten Mitbewerbern – alle systemrelevanten Komponenten wie Luftlager, Antriebe, Steuerungen, Sensoren und die Software selbst entwickeln und produzieren, verfügen wir über eine ausgezeichnete Integrationsfähigkeit. Zu den unbestreitbaren Errungenschaften von Carl Zeiss gehört es, Optik, Wissenschaft und Technik auf vielen Gebieten – teilweise mit revolutionären Ideen – vorangebracht und neue Einsatzgebiete erschlossen zu haben. Carl Zeiss begeht im Jahr 2009 das 90-jährige Bestehen des Bereichs Industrielle Messtechnik. Doch den Grundstein für die Messtechnik in der Industrie von heute legte Ernst Abbe bereits 1890 mit der Formulierung des nach ihm benannten Komparatorprinzips.

► **Kontakt**

**Dr. Rainer Ohnheiser,**  
**Vorsitzender der Geschäftsführung**  
 Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH,  
 Oberkochen  
 Tel.: 07364/20-0  
 Fax: 07364/954-802  
 imt@zeiss.de  
 www.zeiss.de/imt

**Vision  
World  
2009**

Within:  
**HTE**  
 2009  
 hi.tech.expo

**fieramilano**  
 25-27 NOVEMBER 2009  
 Milan Fair Centre, Italy

**1<sup>st</sup> Vision, Imaging & Identification  
Technologies International  
Exhibition & Conference**

**www.visionworldexpo.eu**

**media partners:**



**support requested:**



<b>Adlink Technology</b>	41	<b>Heitronics Infrarot Messtechnik</b>	66	<b>Panasonic Electric Works Deutschland</b>	33
<b>Aerotech</b>	18	<b>Hochschule Darmstadt</b>	22	<b>Phoenix x-ray</b>	66
<b>AIA Automated Imaging Ass.</b>	36	<b>IDS Imaging Development Systems</b>	32, 33	<b>Physik Instrumente (PI)</b>	54
<b>Aicon</b>	69	<b>ifm Electronic</b>	35	<b>pi4 Robotics</b>	50
<b>Alicona Imaging</b>	19, 21, 58	<b>Igus</b>	35	<b>Point Grey Research</b>	9
<b>Arternergy Publishing</b>	71	<b>iiM</b>	50	<b>Polytec</b>	36, 68
<b>Automated Precision Europe</b>	6, 20, 66	<b>ILEE Laser Innovation</b>	69	<b>Precitec Optronic</b>	68
<b>Basler</b>	6, 33	<b>IQM Tools</b>	3.US	<b>Rauscher</b>	1, 32
<b>Bi-Ber</b>	50	<b>Isis sentronics</b>	15	<b>Schaefer Technologie</b>	67
<b>Breitmeier</b>	15	<b>Isra Vision Systems</b>	44	<b>P. E. Schall</b>	17
<b>Breuckmann</b>	69	<b>Kappa opto-electr.</b>	49	<b>Schott</b>	8
<b>Carl Zeiss IMT</b>	70	<b>KSW Microtec</b>	6	<b>Siemens</b>	11, 36, 50
<b>Cognex Germany</b>	33, 39	<b>Landesmesse Stuttgart</b>	47	<b>Silicon Software</b>	45
<b>Dalsa</b>	2. US	<b>Leica Geosystems</b>	6, 56	<b>Sill Optics</b>	32
<b>Digital Surf</b>	69	<b>Leica Microsystems</b>	19, 67	<b>Solving3D</b>	42
<b>Dikon Entwicklungs- und Produktionsgesellschaft</b>	68	<b>Mahr</b>	20, 55	<b>Sony</b>	34
<b>Edmund Optics</b>	19	<b>Matrix Vision</b>	35	<b>Steinbichler Optotech.</b>	62
<b>EHR Ing.-Ges. für Informationssysteme</b>	20, 38	<b>Messe München</b>	7	<b>Stemmer Imaging</b>	23
<b>Eltrotec Sensor</b>	18, 34	<b>Micro-Epsilon Messtechnik</b>	3, 19	<b>SVS-Vistek</b>	36
<b>EVT Eye Vison Technology</b>	35	<b>Microscan Europa</b>	33	<b>Thermosensorik</b>	52
<b>Falcon LED Lighting</b>	36	<b>Mitutoyo Messgeräte</b>	59	<b>Viscom</b>	50
<b>Fluke Deutschland</b>	66	<b>MVTec Software</b>	35	<b>Visimation</b>	48
<b>Framos</b>	32, 34	<b>NanoFocus</b>	6	<b>Vision &amp; Control</b>	28
<b>Fraunhofer Allianz Vision</b>	6	<b>NET New Electronic Technology</b>	29	<b>Vision Dimension</b>	34
<b>Fraunhofer Inst. f. Nachrichtentechnik (HHI)</b>	34	<b>NeuroCheck</b>	27	<b>Visitech</b>	26
<b>Fraunhofer Inst. f. Produktionstechnologie (IPT)</b>	64	<b>Olympus Deutschland</b>	4, Titelseite, 4. US	<b>Vitronic Dr.-Ing. Stein Bildverarbeitungssysteme</b>	6, 50
<b>FRT Fries Research &amp; Technology</b>	69	<b>Opto Engineering</b>	61	<b>viZaar industr. imaging</b>	68
<b>GE Sensing &amp; Inspection Technologies</b>	15, 67	<b>Opto Sonderbedarf</b>	30	<b>Werth Messtechnik</b>	15, 18, 69
<b>Hamamatsu Photonics</b>	66	<b>Optometron</b>	61	<b>Z-Laser Optoelektronik</b>	63

IMPRESSUM

<p><b>Herausgeber</b> GIT VERLAG GmbH &amp; Co. KG Röblerstr. 90 64293 Darmstadt Tel.: 06151/8090-0 Fax: 06151/8090-144 info@gitverlag.com www.gitverlag.com</p> <p><b>Geschäftsführung</b> Dr. Michael Schön, Bijan Ghawami</p> <p><b>Publishing Director</b> Gabriele Jansen Tel.: 06151/8090-153 gabriele.jansen@wiley.com</p> <p><b>Chefredakteur</b> Harald Grobholz Tel.: 06151/8090-104 harald.grobholz@wiley.com</p> <p><b>Redaktion</b> Dr. Peter Ebert Tel.: 06151/8090-162 peter.ebert@wiley.com</p> <p><b>Redaktionsassistentz</b> Bettina Schmidt Tel.: 06151/8090-141 bettina.schmidt@wiley.com</p>	<p><b>Wissenschaftlicher Beirat</b> Prof. Dr. Christoph Heckenkamp Darmstadt University of Applied Sciences</p> <p><b>Segment Manager</b> Oliver Scheel Tel.: 06151/8090-196 oliver.scheel@wiley.com</p> <p><b>Anzeigenleiter</b> Günther Berthold Tel.: 06151/8090-105 guenther.berthold@wiley.com</p> <p><b>Anzeigenvertretungen</b> Claudia Brandstetter Tel.: 089/43749678 claudia.brandst@t-online.de</p> <p>Manfred Höring Tel.: 06159/5055 media-kontakt@t-online.de</p> <p>Dr. Michael Leising Tel.: 03603/893112 leising@leising-marketing.de</p> <p>Dirk Vollmar Tel.: 06159/5055 media-kontakt@morkom.net</p>	<p><b>Herstellung</b> GIT VERLAG GmbH &amp; Co. KG Dietmar Edhofer (Leitung) Christiane Potthast (stellv. Leitung) Claudia Vogel (Anzeigen) Michaela Mietzner, Katja Mink (Layout) Elke Palzer, Ramona Rehbein (Litho)</p> <p><b>Sonderdrucke</b> Christine Mühl Tel.: 06151/8090-169 christine.muehl@wiley.com</p> <p><b>Bankkonto</b> Dresdner Bank Darmstadt Konto-Nr. 01.715.501/00, BLZ 50880050</p> <p>Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste vom 1. Oktober 2008</p> <p>2009 erscheinen 9 Ausgaben „Inspect“ Druckauflage: 20.000 (4. Quartal 2008)</p> <p><b>Abonnement</b> 10 Ausgaben EUR 54,00 zzgl. 7 % MWSt Einzelfeft EUR 14,00 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 und mit Quellenangabe gestattet. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung. Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den redaktionellen Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen, so wie Dritten zur Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter Einschluss des Internets wie auch auf Datenbanken/ Datenträgern aller Art. Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/ oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.</p> <p><b>Druck</b> Frotscher Druck Riedstr. 8, 64295 Darmstadt  Printed in Germany ISSN 1616-5284</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



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

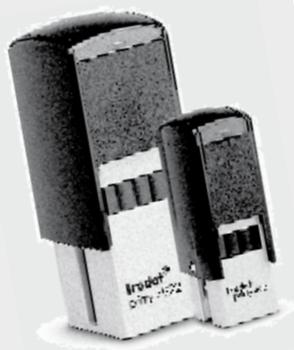


WARENANHÄNGER



TERMINETIKETTEN

PRÜFER- UND  
BÜROSTEMPEL



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



KLEBEBÄNDER  
ABSPERRBAND

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



Kataloganforderung  
Fax: 07720/810624 Telefon: 07720/810622  
E-Mail: [vertrieb@iqmtools.de](mailto:vertrieb@iqmtools.de)  
Direkt bestellen in unserem Internet-Shop  
<http://www.iqmtools.de>



## MIT DEM REVOLUTIONÄREN IPLEX FX IN JEDE ECKE DER WELT SCHAUEN.

Besuchen Sie uns auf der:

# Control

Halle 1, Stand 1512

Eine ganz neue Welt wartet darauf, von Ihnen erforscht zu werden: Das Olympus IPLEX FX zeigt Ihnen die entlegensten Winkel und kleinsten Details. Die einzigartig robuste, militärgeprüfte Konstruktion, das geringe Gewicht von nur 6,4 kg in Vollausstattung sowie eine hoch entwickelte Funktionalität machen das Videoskoppsystem zu Ihrem leistungsfähigen Begleiter an jedem Einsatzort. Vor allem die leicht austauschbaren, in zehn Varianten verfügbaren SmartTip™ Wechselobjektive mit integrierter LED-Beleuchtung eröffnen Ihnen dabei völlig neue Möglichkeiten. Denn sie liefern Ihnen nicht nur ein kristallklares Bild und verlässliche Messergebnisse, sie sparen auch Energie und werden vom Gerät automatisch erkannt. Schließlich ist das gesamte IPLEX FX auf einfachste Bedienung unter den schwierigsten Bedingungen ausgelegt – damit Sie sich auf die Entdeckungen konzentrieren können, die Ihnen das Videoskop ermöglicht.



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)

