

# inspect

WORLD OF VISION

23. JAHRGANG  
JUNI 2022

3

www.WileyIndustryNews.com

## SCHWERPUNKTE

- Embedded Vision
- inspect award: die Nominierten



## TITELSTORY

# Embedded Vision als Treiber von KI

### inspect award 2022

Die Nominierten  
stehen fest  
**S. 12**

### Vision

Marktbericht  
Embedded Vision  
**S. 18**

### Automation

KI in Konstruktion  
und Inspektion  
**S. 34**

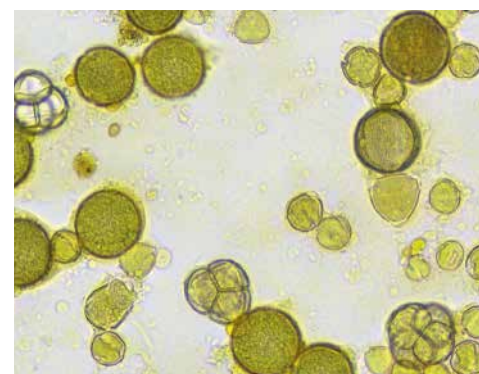
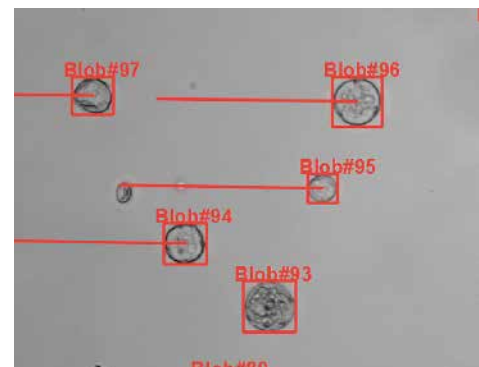
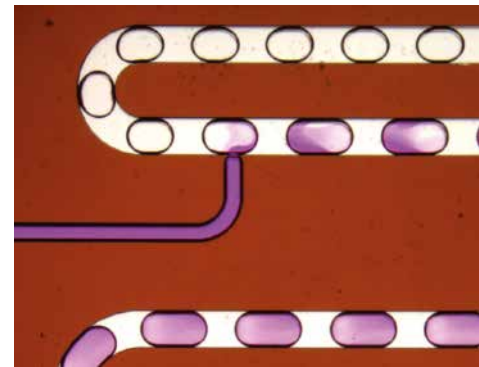
# WILEY

Partner von



# Transmitted digital light microscopes

Miniaturized sensors, plug and play,  
all embedded, all out of one hand.



Imaging Modules are the perfect  
hard- and software platform  
to automate microscopy.

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

Opto

# Die Zukunft der Bildverarbeitung ist embedded



Liebe Leserinnen und Leser,

kaum ein technisches Thema bewegt derzeit die Bildverarbeitungswelt so sehr wie die Embedded Vision. Allein die künstliche Intelligenz kann hier mithalten – wobei sie oft auf Embedded-Vision-Geräten zum Einsatz kommt. Kurz gesagt: Wer von Machine Vision spricht, meint immer häufiger Embedded-Vision-Lösungen. Wenn Sie wissen möchten, wie sich dieser Markt entwickelt, finden Sie die Antworten ab Seite 20 in dieser Ausgabe. Die dortige Embedded-

Vision-Marktübersicht beleuchtet unter anderem das Spektrum innerhalb der Embedded-System-Landschaft, von intelligenten Einstiegskameras bis hin zu leistungsstarken System-on-Modules. Dazu liefert der Artikel Zahlen und Fakten zur Marktentwicklung in den nächsten Jahren. Und wer dann noch mehr wissen will, findet darin auch noch eine Auswahl der wichtigsten Hersteller.

Weiteren Input in Sachen Embedded Vision liefern die Anwenderartikel des gleichnamigen Schwerpunkts in dieser Ausgabe. Diese finden Sie direkt nach dem Marktbericht, ab Seite 22.

Gut informiert sind Sie dann bereit für den Besuch der Embedded World in Nürnberg, die vom 21. bis 23. Juni 2022 stattfindet. Vielleicht laufen wir uns ja dort über den Weg.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe.

**David Löh**

Chefredakteur der inspect



**Wer Machine Vision sagt, meint immer häufiger Embedded Vision.«**



## Die nächste Generation von 3D-Sensoren

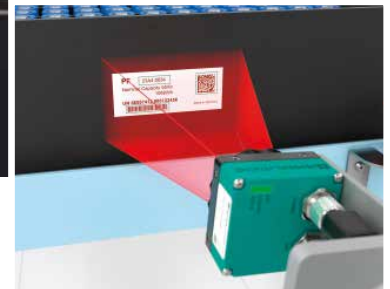
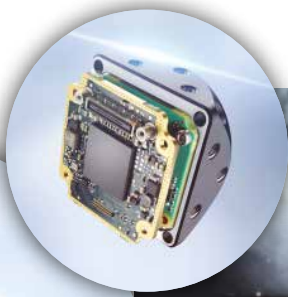
Weltweit schnellster hochauflösender 3D-Sensor mit bis zu 26 kHz bei 4.096 Punkten/Profil

Unterstützt die neuesten 3D-Technologie-Standards wie GenICam 3.0

Global einzigartige Features Multipart und Multipeak

 **Automation Technology**

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



**16 Titelstory:** Beste Ausgangslage für visuelle Intelligenz

**18** Embedded Vision wird den Bildverarbeitungsmarkt dominieren

**28** Vision-Sensor für das einfache Lesen von Codes



**Nutzen Sie unser kostenfreies ePaper!**

[WWW.WILEYINDUSTRYNEWS.COM/PRINTAUSGABE](http://WWW.WILEYINDUSTRYNEWS.COM/PRINTAUSGABE)

# Inhalt

## Topics

- 3 Editorial**  
Die Zukunft der Bildverarbeitung ist embedded  
David Löh
- 50 Index / Impressum**

## Titelstory

- 16 Beste Ausgangslage für visuelle Intelligenz**  
State-of-the-Art bei Embedded Vision  
Ulli Lansche

## Märkte & Management

- 6 News & Events**
- 9 EMVA-Konferenz live im Herzen Europas**  
David Löh
- 10 15.000 Besucher und 900 Aussteller bei Laser World of Photonics**
- 10 Über 600 Aussteller auf der Control 2022**
- 11 Die Embedded-Welt trifft sich wieder in Nürnberg**  
Vorbericht zur Embedded World 2022
- 12 inspect award 2022: die Nominierten**  
Jetzt abstimmen und die besten Innovationen küren

## Vision

### SCHWERPUNKT EMBEDDED VISION

- 18 Embedded Vision wird den Bildverarbeitungsmarkt dominieren**  
Die wichtigsten Trends, Prognosen und Anbieter  
David Löh
- 19 Produkte**
- 22 Smarte Modernisierung für Systeme zur Signaldatenverarbeitung**  
Retrofit-Elektroniken erweitern bestehende analoge Systeme mit den Möglichkeiten der digitalen Datenverarbeitung  
Oliver Helze
- 24 FPGA schafft mehr Flexibilität im Embedded Vision Design**  
Einfach zu integrierender Hardware-Beschleuniger für die Bildverarbeitung  
Jan-Erik Schmitt
- 25 Produkte**
- 26 Keine Computerchips ohne industrielle Bildverarbeitung**  
Machine Vision in der Halbleiterfertigung  
Mario Bohnacker
- 28 Vision-Sensor für das einfache Lesen von Codes**  
Kameragestützte, modulare 2D-Vision-Sensoren schließen Lücke zwischen einfachen Codelesern und Vision-Sensoren einerseits und aufwendigen Bildverarbeitungssystemen andererseits  
Markus Karch

## 30 Swir-Sensoren von Sony und ihre Anwendungen

Sichtbarer sowie NIR- und Swir-Wellenlängenbereich für zusätzliche Informationen zur Beurteilung der Produktqualität  
Darren Bessette

## 32 Produkte

## Automation

- 34 Qualitätssicherungssysteme im Wandel**  
Anforderungen durch eine KI-gestützte Konstruktion und Produktion an Inspektionssysteme  
François Leclerc
- 36 Hyperspektrale Bildverarbeitung in der Recyclingindustrie**  
Automatisiertes Sortieren von Bauholzresten zur Wiederverwertung  
Miriam Schreiber
- 38 Optimierte AOI-Programmierung mit digitalem Zwilling**  
Inspektions-Software erhält Update für kürzere Programmierprozesse
- 39 Vollautomatische Zutrittskontrolle mit Infrarotkamera und KI**  
Sicheres Infrarot-Fieber-Screening gegen Covid-19  
Arnaud Craste

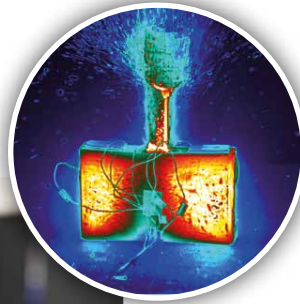


## 34 Qualitätssicherungssysteme im Wandel

## Control

- 40 Genauere Ergebnisse bei geringerer Konzentration**  
Sers-Spektrometermodul für die Analyse kleiner Proben  
Uwe Küll
- 42 Video-Mikroskopeinheit mit vergrößertem Sichtfeld**  
Optische Messtechnik für Forschung und Industrie
- 43 Produkte**
- 44 Hochgeschwindigkeits-Wärmebildung für missbräuchliche Batterietests**  
Infrarotkameras in der Elektromobilität  
Joachim Templin

## 44 Hochgeschwindigkeits-Wärmebildung für missbräuchliche Batterietests



### 46 Die Wissenschaft bringt Thermografiekameras an ihre Grenzen

Interview mit Joachim Templin, Sales Manager R&D/Science & Automation bei Teledyne Flir  
David Löh

### 47 Spanntechnik für die Qualitätssicherung

Messtechnikzubehör

### 48 Inspektionssystem für die Glasvliesproduktion

Qualitätssicherung für Bahnware  
Volker Kölmel

Partner von:



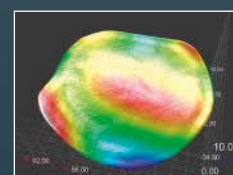
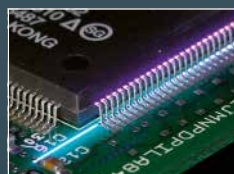
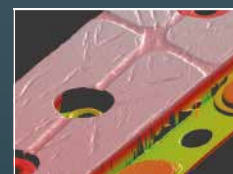
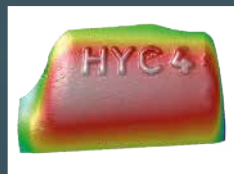
Willkommen im Wissenszeitalter. Wiley pflegt seine 200-jährige Tradition durch Partnerschaften mit Universitäten, Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Gesellschaften und Einzelpersonen, um digitale Inhalte, Lernmittel, Prüfungs- und Zertifizierungsmittel zu entwickeln. Wir werden weiterhin Anteil nehmen an den Herausforderungen der Zukunft – und Ihnen die Hilfestellungen liefern, die Sie bei Ihren Aufgaben weiterbringen. Die inspect ist ein wichtiger Teil davon.

WILEY



## Präzise 3D-Sensoren für Geometrie und Oberflächeninspektion

- Präzise Geometrie-, Form- und Oberflächenprüfung
- $\mu$ m-Genauigkeit zur Erkennung feinsten Details
- Ideal zur In-line-Überwachung in Fertigungsprozessen
- Leistungsstarke Software zur Lösung von 3D-Messaufgaben und Inspektionsaufgaben



Kontaktieren Sie unsere Applikationsingenieure:  
Tel. +49 8542 1680

## Basler und I2S kooperieren über ein Joint Venture

Basler will sich am Distributionsgeschäft seines langjährigen Partners I2S beteiligen. Zudem bietet Basler seine Lösungen jetzt auch gezielt für Anwendungen in der Medizin- und den Biowissenschaften an. Beide Unternehmen diskutieren eine Basler-Beteiligung von 25,1 Prozent am I2S Vertriebsgeschäft. Basler will damit sein Direktgeschäft in Europa ausbauen. Die geplante Transaktion soll zum 1. Juli 2022 wirksam werden. Als Name des Joint Venture ist Basler France vorgesehen.

Im weiteren Verlauf ist beabsichtigt, dass Basler zum 1. Juli 2024 die restlichen 74,9 Prozent der Anteile übernimmt. Xavier Datin, CEO von I2S, wird die Übergabephase als Präsident der Basler France begleiten.

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



Bild: Basler

Basler will individuelle Lösungen für Medizin und Biowissenschaften anbieten.

## Yxlon benennt sich in Comet Yxlon um

Auf der Messe Control hat Yxlon bekannt gegeben, dass sich das Unternehmen ab dem 8. September 2022 in Comet Yxlon umbenennen wird. Mit dem neuen Namen möchte Yxlon seine langjährige Zugehörigkeit zu Comet unterstreichen, einem Technologieunternehmen mit Fokus auf Plasma- und Röntgentechnologie.

Die unternehmerischen Wurzeln von Yxlon reichen zurück bis zur Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Wilhelm Conrad Röntgen 1895 und der Fertigung der ersten Röntgenröhre durch Carl Heinrich Florenz Müller 1896 zurück. Mit Sitz in Hamburg gehört die Yxlon International bereits seit 2007 zur Schweizer börsennotierten Muttergesellschaft Comet Holding, welche mehrere Technologiebereiche unter ihrem Dach vereint.

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



Bild: Yxlon

Comet Zentrale in Flamatt, Schweiz

## Events

WANN / WO	WAS / WER / INFORMATION
21. bis 23. Juni 2022 Nürnberg	<b>Embedded World 2022</b> <a href="http://www.embedded-world.de">www.embedded-world.de</a>
21. bis 24. Juni 2022 München	<b>Automatica</b> <a href="http://www.automatica-munich.com">www.automatica-munich.com</a>

## Stiftungslehrstuhl in den USA nach Robert M. Edmund benannt

Ein Stiftungslehrstuhl am Wyant College of Optical Sciences der Universität Arizona (UA) wurde geschaffen und nach Robert M. Edmund benannt, CEO und Vorsitzender des Board of Directors von Edmund Optics.

Wie Dekan Thomas Koch Anfang des Jahres bekannt gab, erhielt die Hochschule eine finanzielle Zusage für den Robert-Edmund-Stiftungslehrstuhl für optische Wissenschaften. Die Schenkung wurde vom emeritierten Präsidenten der UA, John P. Schaefer, vorgeschlagen und von der Frederick Gardner Cottrell Foundation finanziert, einer gemeinnützigen Organisation, die von der Research Corporation



Bild: Edmund Optics

Während der Photonics West wurde Robert Edmund im Kreise von Familie, Freunden und mehreren EO-Mitarbeitern mit dem Robert-Edmund-Stiftungslehrstuhl für optische Wissenschaften geehrt.

Technologies gegründet wurde, um wissenschaftliche Forschung und Bildungsprogramme finanziell zu unterstützen.

Zudem hat Marisa A. Edmund, Chief Sales and Marketing Officer und stellvertretende Vorsitzende des Board of Directors von Edmund Optics, das Stipendium „Advancing Women in Optics“ am gleichen Lehrstuhl ins Leben gerufen. Das Stipendium ist nicht auf Frauen beschränkt, sondern richtet sich an Bewerber und Bewerberinnen, die sich für die Förderung von Frauen im Bereich der optischen Wissenschaften und des optischen Ingenieurwesens einsetzen und die Vielfalt in den MINT-Fächern unterstützen wollen.

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

## Deutsche Photonik-Branche verzeichnet Rekordumsatz

Photonics Germany, eine Allianz zwischen dem Deutschen Industrieverband Spectaris und Optecnet Deutschland, hat 1.000 deutsche Photonikhersteller nach dem Jahresabschluss 2021 befragt. Diese ergab einen Umsatz von 47,3 Milliarden Euro. Die Summe liegt knapp 18 Prozent über der vom Vorjahr 2020.

Getragen wurde das hohe Wachstum von einem starken Inlandsgeschäft, das um rund 15 Prozent zulegte, und einem noch stärkeren Auslandsgeschäft mit einem Plus von 19 Prozent. Die große Bedeutung des inter-

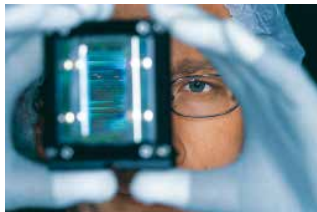


Bild: Jenoptik

nationalen Geschäfts zeigt sich auch in der Exportquote von 73 Prozent. Demnach wurden 34,4 Milliarden Euro Umsatz im Ausland erzielt. Aufgrund der positiven Umsatzentwicklung stieg die Zahl der Beschäftigten um neun Prozent auf rund 176.300.

Das größte Wachstumspotenzial liegt laut einer Studie von Spectaris und der Messe München in dem Gebiet der Quantentechnologien. Diese sagt ein jährliches Wachstum bis 2030 von 20 Prozent voraus. Weitere Anwendungsfelder der Photonik wachsen ebenfalls stark, etwa die autonome Mobilität. Andere stehen nach Ansicht von Spectaris und Messe München kurz vor der Erschließung, zum Beispiel Precision Farming im Rahmen der Digitalisierung der Landwirtschaft.

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



Bild: Sick  
Nicole Kurek verantwortet das Ressort People & Culture bei Sick.

## Veränderungen im Vorstand von Sick

Dr. Martin Krämer verlässt den Sensorhersteller Sick zum 30. September. Ab dem 1. Juli 2022 tritt Nicole Kurek dem Vorstand bei und verantwortet das Ressort People & Culture.

Sie studierte Erziehungswissenschaften und verfügt über einen Magisterabschluss der Universität des Saarlandes und einen MBA. Zuletzt leitete Nicole Kurek das globale Talent- und Transformationsmanagement der BMW Group.

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

# Kühlen Kopf behalten

## Industriekameras einfach kühlen



**GIG**  
VISION

### Gut gekühlt – auch wenn's warm ist.

Wann immer es auch in Ihren Umgebungen mal zu warm wird, sind unsere CX.XC-Kameras mit integriertem Kühlkanal für Druckluft oder Flüssigkeiten die ideale Lösung. Sie leiten die Wärme genau dort ab, wo sie entsteht – ganz ohne zusätzliche Kühlkomponenten. Das spart Platz sowie Kosten und liefert gleichzeitig perfekte Bilder für hochpräzise Mess- und Inspektionsaufgaben.

Erfahren Sie mehr:

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

**Baumer**  
Passion for Sensors



Bild: Laser Components

### Photonikspezialist feiert Jubiläum

Im Jahr 1982 gründete Günther Paul die „Laser Components Gesellschaft für den Vertrieb und die Fertigung von Lasern und optoelektronischen Komponenten mbH“ in Gröbenzell, das westlich von München liegt. Vier Jahre später eröffnete das Unternehmen seine erste Produktionsstätte für Laseroptik. Heute ist Laser Components ein international agierendes Unternehmen mit Werken und Vertriebsniederlassungen im In- und Ausland.

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



Bild: Olympus/Evident/Wiley

### Olympus gliedert Geschäftsbereich für wissenschaftliche Lösungen aus

Olympus hat die Ausgliederung ihres Geschäftsbereichs für wissenschaftliche Lösungen in eine hundertprozentige Tochtergesellschaft, die Evident Corporation, abgeschlossen. Die geplante Aufspaltung wurde im Juni 2021 angekündigt. Evident mit Hauptsitz in Japan wird unabhängig unter dem Dach von Olympus operieren.

Das wissenschaftliche Lösungsgeschäft von Olympus umfasste die industriellen und biowissenschaftlichen Geschäftsbereiche des Unternehmens. Durch die Umstrukturierung erhält der Geschäftsbereich für wissenschaftliche Lösungen die Autonomie und Flexibilität, um schneller und flexibler auf die Bedürfnisse seiner Kunden zu reagieren, so ein Sprecher des Unternehmens.

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

### Physik Instrumente wächst um 27 Prozent

Mit 243 Millionen Euro Umsatz erzielte Physik Instrumente (PI) im Geschäftsjahr 2021 ein Wachstum von rund 27 Prozent. „Unsere Entscheidung im vergangenen Jahr, trotz aller Unsicherheiten durch die Pandemie, in den Ausbau unserer Kapazitäten zu investieren, hat sich als die einzig richtige erwiesen“, resümiert Geschäftsführer Markus Spanner.

Im Geschäftsjahr 2021 investierte PI mehr als 5 Millionen Euro in die Produktion in Deutschland und erhöhte damit die Kapazitäten deutlich. Im selben Zeitraum entstanden 170 zusätzliche Arbeitsplätze. „Auch im Jahr 2022 werden wir unserer Kapazitäten weiter ausbauen und neue Arbeitsplätze auf allen Ebenen schaffen“, ergänzt Spanner. Der Auftragseingang wuchs um 62 Prozent auf über 320 Millionen Euro.

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



Bild: EMVA

EMVA Young Professional Award Winner Karsten Roth (links), EMVA President Dr. Chris Yates (rechts).

### Gewinner des EMVA Young Professional Award 2022 steht fest

Karsten Roth hat den EMVA Young Professional Award 2022 gewonnen. Der Doktorand in der Gruppe Explainable Machine Learning an der Universität Tübingen überzeugte die Jury mit seiner Arbeit zum Thema automatisierte industrielle Anomalieerkennung. Im Rahmen seiner Forschungsarbeiten entwickelte er ein automatisiertes visuelles Anomalie-Erkennungsverfahren – PatchCore –, das alle Schlüsselkriterien erfüllt.

Im Rahmen der Verleihung wurde auch der Ort der EMVA Business Conference 2023 bekanntgegeben. Sie wird in Sevilla, Spanien, zur Feier des 20-jährigen Jubiläums des Verbands stattfinden.

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



Bild: Jenoptik

Finanzvorstand Hans-Dieter Schumacher

### Finanzvorstand verlässt Jenoptik

Finanzvorstand Hans-Dieter Schumacher (58) hat dem Aufsichtsrat von Jenoptik mitgeteilt, dass er aus persönlichen Gründen für eine weitere Amtszeit nach Auslaufen seines derzeitigen Vorstandsvertrags im März 2023 nicht zur Verfügung steht.

Schumacher kam am 1. April 2015 als Finanzvorstand zu Jenoptik. Zuvor war er von 2011 bis 2015 Finanzvorstand der börsennotierten Homag-Gruppe sowie von 2003 bis 2010 CFO des Baustoffherstellers Sto. Nach acht Jahren bei Jenoptik möchte er sich neuen Aufgaben zuwenden.

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



Bild: Wenzel Group

Lennart Schulenburg, geschäftsführender Gesellschafter bei Visiconsult, und Dr. Heike Wenzel, Geschäftsführerin der Wenzel Group.

### Wenzel und Visiconsult kooperieren bei CT-Messtechnik

Die Wenzel Group und Visiconsult unterschrieben Anfang Mai auf der Messe Control in Stuttgart eine Kooperationsvereinbarung für eine Entwicklungs- und Vertriebspartnerschaft. Damit sollen die auf Computertomographie (CT) basierenden messtechnischen Lösungen gemeinsam weiter ausgebaut werden.

Das Ziel der beiden Unternehmen ist eine langfristige Kooperation bei der Konzeption, Produktion und Vermarktung ganzheitlicher CT-Lösungen, bei denen der Messtechnik eine wesentliche Aufgabe in der Systemlösung zukommt.

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



# EMVA-Konferenz live im Herzen Europas

120 Teilnehmerinnen und Teilnehmer kamen zum ersten Mal seit 2019 zur EMVA Business Conference in Brüssel zusammen. Inhaltlich und organisatorisch war sie ein voller Erfolg. Daran haben die Referenten ebenso Anteil wie die Gäste, die auch für das Netzwerken aus aller Welt angereist waren.

Es gab zwar ein paar coronabedingte Ausfälle bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zu beklagen. Davon abgesehen, war die erste EMVA Business Conference mit physischer Präsenz seit drei Jahren ein voller Erfolg. Die knapp statt gut 120 Konferenzteilnehmer, die vom 12. bis 14. Mai 2022 in Brüssel, Belgien, zusammenkamen, erwartete ein dichtgepacktes Vortragsprogramm. Wobei sich hier „dichtgepackt“ auf die Informationsdichte jedes einzelnen Vortrags bezieht. Das Programm sah nämlich traditionell großzügige Pausen vor, die neben dem Essen für das Netzwerken vorgesehen waren.

Einen spannenden Startpunkt setzte Sunday-Times-Redakteur Peter Conradi mit den Eröffnungsvortrag „The Changing Face of Geopolitics in the 2020's“. Conradi hat sie-

ben Jahre in Russland gelebt und verfolgt die Mittel- und Osteuropapolitik seit Jahrzehnten. Er stellte interessante Zusammenhänge zwischen der Russlandpolitik von USA, Europa und Nato sowie der politischen und wirtschaftlichen Entwicklung des eurasischen Landes her. Dieses Wissen hilft nicht in einer Bildverarbeitungsanwendung, allerdings durchaus beim Verstehen der aktuellen geopolitischen Vorgänge.

## Vorträge zu technischen und wirtschaftlich-politischen Themen

Näher an der Bildverarbeitung war der Vortrag von Guido Hertel, Partner bei der Unternehmensberatung AT Kearney. Er analysierte die Widerstandsfähigkeit der Fertigungsindustrie in Bezug auf die Corona- und Halbleiterkrisen. Sein Fazit: Die steigen-



Bild: David Löh/Wiley

EMVA-Geschäftsführer Thomas Lübckemeier eröffnet die EMVA Business Conference 2022 in Brüssel.

de Nachfrage wird auch mit den wachsenden Kapazitäten erst in einigen Jahren vollständig befriedigt werden können.

Die technischen Vorträge deckten ein breites Spektrum der industriellen Bildverarbeitung ab: Von Industrie 4.0 über Swir bis hin zu 3D-Vision. Ein weiteres Element der EMVA Business Conference war die Verleihung des EMVA Young Professional Award. Gewonnen hat diesmal Karsten Roth (siehe auch die Meldung auf der gegenüberliegenden Seite). Er ist Doktorand in der Gruppe Explainable Machine Learning an der Universität Tübingen und hat die Jury mit seiner Arbeit zum Thema automatisierte industrielle Anomalieerkennung überzeugt. ■

**AUTOR**  
**David Löh**

Chefredakteur der inspect

Mitten im Markt

Messe Stuttgart



# BE VISIONARY

## Erleben Sie innovative Technologien

wie Künstliche Intelligenz, Embedded Vision und die enge Verzahnung von Bildverarbeitung und Automation – für die Smart Factory von morgen und für stetig wachsende nichtindustrielle Anwendungen.

**04. – 06. Oktober 2022**  
**Messe Stuttgart**

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



# 15.000 Besucher und 900 Aussteller bei Laser World of Photonics

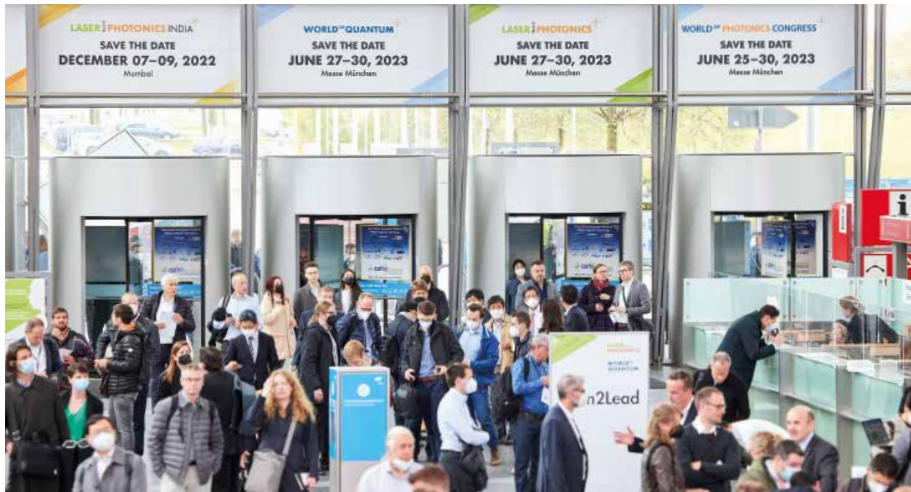


Bild: Messe München

Auf der Laser World of Photonics 2022 traf sich vom 26. bis 29. April die internationale Photonikindustrie wieder live in München. Die Messe begleitete eine Branche, die sich welt-

weit im Aufschwung befindet. Über 900 Aussteller aus mehr als 30 Ländern (2019: 1.325 Aussteller aus mehr als 40 Ländern) präsentierten sich, darunter 15 nationale und internationale Gemeinschaftsstände.

„Das Wachstumspotenzial der Photonik ist enorm“, erklärt Jörg Mayer, Geschäftsführer vom Branchenverband Spectaris. „Experten haben 2020 allein für die deutsche Photonikbranche bis 2025 ein durchschnittlich jährliches Wachstum von mehr als sechs Prozent und einen Gesamtumsatz von dann fast 60 Milliarden Euro prognostiziert. Ich bin zuversichtlich, dass diese Zielmarke trotz der derzeitigen globalen Herausforderungen erreicht, wenn nicht übertroffen wird.“

## Aussteller freuen sich wieder über Messepräsenz

„Nach über drei Jahren Zwangspause ist die Bedeutung der Messe für die Kontaktabbau und Kontaktpflege zu unseren Kunden nochmals deutlich gestiegen. Die positive Resonanz auf unseren Messestand bestätigt dies sehr deutlich“, erklärt Markus Spanner, CEO von Physik Instrumente. ■

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

# Über 600 Aussteller auf der Control 2022

Die 34. Control, die Anfang Mai in Stuttgart stattfand, war laut Veranstalter ein großer Erfolg. Über 600 Aussteller (2019: 871) kamen nach der pandemiebedingten zweijährigen Pause, um ihre Produkte für die Qualitätssicherung live zu zeigen.

Bettina Schall, Geschäftsführerin des Messeveranstalters P. E. Schall, äußerte sich erfreut und zufrieden: „Diese Messe wurde mit großer Vorfreude, mit Spannung und mit bester Stimmung im Vorfeld erwartet. Denn wir alle haben den persönlichen Austausch vermisst, das Fachgespräch auf Augenhöhe, das echte Erleben der Anlagen mit allen Sinnen. Das ist jetzt zum Glück wieder möglich!“

## Ein Drittel der Aussteller kam aus dem Ausland

Zur Messe waren 31 Prozent der Aussteller aus dem Ausland angereist: 6 Prozent kamen aus der Schweiz, 4 Prozent aus Italien, 3 Prozent aus den USA, und gut 2 Prozent der Aussteller kamen aus Großbritannien.



Bild: Schall

In allen sechs Hallen war laut eines Sprechers des Veranstalters durchweg zu spüren, dass der Bedarf an persönlichem Austausch über Neuentwicklungen vorhanden war. In den vergangenen drei Jahren seit der letzten Control sind die Qualitätsprüfung und -sicherung aufgrund der wachsenden Automatisierung und Digitalisierung, der kontaktlosen Abläufe und Remote-Services, der kleinen Losgrößen, der Null-Fehler-Fer-

tigung und Datenanalysen weiter wichtiger geworden. Neben der Aufmerksamkeit für Mess- und Prüftechnik stieß vor allem der Einsatz von Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) auf großes Interesse seitens der Besucherinnen und Besucher.

Die nächste Control findet vom 9. bis 12. Mai 2023 statt. ■

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

# Die Embedded-Welt trifft sich wieder in Nürnberg

Vorbericht zur Embedded World 2022

Vom 21. bis 23. Juni 2022 macht die Embedded World Nürnberg zur zentralen Informations- und Dialogplattform für Embedded-Systementwickler. Das Programm der begleitenden Embedded World Conference vereint zudem die vielen Aspekte der Embedded-Welt unter einem Dach und sorgt damit für einen themenübergreifenden Wissensaustausch.

Nachdem die Embedded World letztes Jahr nur virtuell stattfinden konnte, freuen wir uns gemeinsam mit den Ausstellern ganz besonders auf das persönliche Wiedersehen und die Live-Begegnung vor Ort. Zusammen mit der embedded world Conference und der electronic displays Conference steht die Messe dieses Jahr also ganz unter dem Motto „reunited!“ erklärt Benedikt Weyerer, Executive Director, Embedded World. Die Embedded World Exhibition deckt alle Facetten der Embedded-Technologien ab, von Bauelementen, Modulen und Komplettsystemen über Betriebssysteme sowie Hard- und Softwaretools bis zu Dienstleistungen.

Bild: Nürnberg Messe



Zu den Highlights der Embedded World 2022 gehören mehrere Sonderflächen zu Trends und zentralen Themen wie Embedded Vision, IC&IP Design oder Safety & Security.

## Das Wichtigste zur Embedded World 2022

**Ort:** Messezentrum Nürnberg, Hallen 1 bis 6

### Öffnungszeiten:

21. bis 23. Juni 2022, 9 bis 18 Uhr (am letzten Tag bis 17 Uhr)

### Weitere Infos:

[www.embedded-world.de](http://www.embedded-world.de)

Zu den Highlights der Embedded World 2022 gehören mehrere Sonderflächen zu Trends und zentralen Themen wie M2M, Embedded Vision, IC&IP Design, Safety & Security sowie elektronischen Displays, Expert Panels, die Startup Area sowie die Verleihung des Embedded Award. Auch online sind die Aussteller vertreten – mit einem Ausstellerprofil, Produktinformationen und teilweise mit virtuellen Sessions.

## 200 Fachvorträge auf Embedded World Conference

Seit nunmehr 20 Jahren verbindet die Embedded World Conference Embedded-

Experten aus der ganzen Welt. „In diesem Jahr steht die Embedded World Conference mehr denn je für Kooperation und Austausch sowie die Zusammenarbeit der Embedded-Community“, erklärt Prof. Dr. Axel Sikora, Chairman der Konferenz. Ihr systemischer Ansatz berücksichtige und verbinde die spezifischen Aspekte bei der Entwicklung eines eingebetteten Systems, fügt er hinzu. ■

## rc\_visard: YOUR VISION IN 3D!

### Die smarte 3D-Kamerafamilie für Automatisierungs- und Robotikanwendungen

- Onboard GPU für Embedded-Processing
- Vorinstallierte Software-Module reduzieren Integrationskosten
- GigE Vision Interface vereinfacht die Entwicklung eigener 3D-Applikationen
- Einfache Bedienung durch intuitive Web-Oberfläche



A brand of Balluff

**m<sup>v</sup> MATRIX VISION**

We Change Your Vision.

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

# inspect award 2022: die Nominierten

Jetzt abstimmen und die besten Innovationen küren

inspect  
award  
2022

Die Jury des inspect award 2022 hat jeweils zehn Produkte in den Kategorien "Vision" und "Automation + Control" nominiert. Jetzt sind die Leserinnen und Leser der inspect dran, die beste Innovation des Jahres 2022 zu küren. Die Abstimmung läuft ab sofort bis zum 23. September 2022 auf [www.inspect-award.de](http://www.inspect-award.de).

## Die Nominierten der Kategorie Vision



Bild: Automation Technology

### Automation Technology: 3D-Scanner C6-Serie

Automation Technology hat für seinen 3D-Laserscanner C6-3070 einen Sensorchip mit der Technologie Widely Advance Rapid Profiling (WARP) entwickelt, der über eine Profilschwindigkeit von 38 kHz bei einem Bildausschnitt von 3.072 x 201 Pixel und mit einer Auflösung von 3.072 Punkten pro Profil verfügt. Weitere Eigenschaften der C6-3070: Die

Funktionen Multipart und Multippeak. Ersteres ermöglicht die gleichzeitige Ausgabe von bis zu zehn Bildmerkmalen. Multippeak ermöglicht es, auch stark reflektierende Materialien ohne störende Reflexionen zu scannen. Zum Einsatz kommt der Scanner beispielsweise bei Inspektionen in Industrien wie Halbleiter, Stahl oder Transport.



Bild: Baumer

### Baumer: Smartkamera AX

Die frei programmierbaren AX-Smartkameras von Baumer kombinieren robuste Industriekameraqualität, Nvidia-Jetson-KI-Module und Sony-CMOS-Sensoren zu einer frei programmierbaren Bildverarbeitungsplattform für Vision-at-the-Edge- und KI-Anwendungen. Basierend auf Linux, unterstützen die GenICam-kompatiblen All-in-one-Geräte beliebige Pro-

grammiersprachen und ermöglichen den Einsatz verschiedener Bildverarbeitungs-bibliotheken und Application Programming Interfaces (APIs). Auf einen separaten PC zur Bildverarbeitung kann komplett verzichtet werden. Anwender bekommen so eine schnelle und einfache Lösung rund um KI und Bildverarbeitung im industriellen Umfeld.



Bild: CBC (Europe)

### CBC (Europe): Objektivsteuerung Computar Lensconnect

Die Computar-Lensconnect-Technologie ermöglicht das exakte Fernsteuern von – je nach Objektivmodell – Zoom, Fokus und Iris. Die Verbindung zum PC erfolgt standardmäßig über USB-Schnittstelle, möglich ist aber auch eine Anbindung über die I2C-Schnittstelle. Zur Ansteuerung stellt CBC eine kostenfreie Software zur Verfügung, die es ermöglicht, die

Objektive beziehungsweise Schrittmotoren anzusteuern. Zur Integration in vorhandene Software-Lösungen stellt das Unternehmen das SDK zur Verfügung. Die Objektive wurden alle mit einem Floating-Mechanismus entworfen. Dadurch wird eine höhere Auflösung und Leistung im Vergleich zu bestehenden, fernsteuerbaren Objektiven erreicht.



Bild: Chromasens

### Chromasens: Zeilenkameraserie Allpixa Evo DXGE

Die Allpixa-Evo-Zeilenkamera-Familie von Chromasens verfügt über CMOS-Sensoren in Mono und Farbe mit Sensorlängen von 8, 10 oder 15 k und einer Dual-10-GigE-Schnittstelle. Für die Datenübertragung wird ein Software-Paket (CS-SDK) mit einem Echtzeit-Kernel für Windows mitgeliefert, womit bei Dual 10 GigE bis zu 18 Gbit/s übertragen werden.

Es lässt sich ein einzelner 10-GigE-Kanal, zwei Kanäle oder die Aufteilung der Daten zu zwei PCs konfigurieren. SFP+-Stecker ermöglichen die direkte optische Übertragung und sehr lange Kabellängen. Mit umfangreichen Features wie Multi-Field Imaging und vielseitigen Triggeroptionen eignen sich die Allpixa-Evo-Kameras für zahlreiche Anwendungen.



Bild: Edmund Optics

### Edmund Optics: Athermische Bildverarbeitungsobjektive

Die Athermischen Bildverarbeitungsobjektive von Edmund Optics bieten eine MTF-Performance von >20 Prozent Kontrast bis zu einer Auflösung von 200 lp/mm, entsprechend 2,5 µm Pixeln. Die Abbildungsqualität wird über den gesamten maximalen Bildkreis (17,6 mm, 1,1-Zoll-Format, 24 MP) und über den gesamten Temperaturbereich von -10 bis

50 °C gehalten, ohne dass ein Anpassen der Fokussierung notwendig wäre. Gleichsam ist die Optomechanik robust gegen mechanische Stöße und Vibrationen ausgelegt. Die Objektive wurden für anspruchsvolle Anwendungen entwickelt, darunter insbesondere die terrestrische Bildgebung in der Luft- und Raumfahrt.



Bild: Lucid Vision Labs

### Lucid Vision Labs: Smartkamera Triton Edge

Die Smartkamera Triton Edge von Lucid nutzt die Zynq-UltraScale+-Technologie von AMD Xilinx mit Multiprozessor-Funktionalität und benutzerprogrammierbarer FPGA-Zugänglichkeit. Sie bietet einen direkten Zugang zur Hardware auf der Kamera, um benutzerdefinierte Bildverarbeitung zu entwickeln und auszuführen. Entwickler können eine indivi-

duelle Kamera-IP erstellen, die leistungsstark, schnell und energieeffizient ist und direkt auf der Triton-Edge-Kamera läuft. Mit dem Ultrascale+-ZU3 und seinem Info-Gehäuse war Lucid in der Lage, eine Rigid-Flex-Board-Architektur zu nutzen, um eine hohe Verarbeitungsleistung in eine kompakte IP67-Factory-Tough-Kamera zu packen.

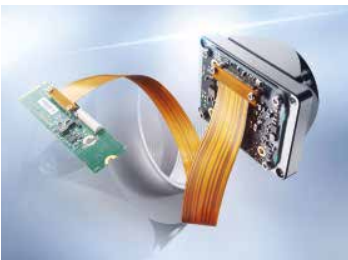


Bild: Matrix Vision

### Matrix Vision: Kameramodul MV-Blue Naos4

Mit der Serie MV-Blue Naos4 ergänzt Matrix Vision das Embedded-Vision-Portfolio mit Modellen, die auf die Sensoren der Sony-Pre-gius-S-Reihe ausgelegt sind. Diese Sensoren erzielen eine hohe Bildqualität und Transferaten bei kleiner Pixelgröße. Die Kamera nutzt für die Bildübertragung PCI Express. Die Schnittstelle ist ein Standard, der in allen

PC-Systemen sowie in Embedded-Prozessorplattformen genutzt wird. Somit lassen sich die Kameramodule plattformunabhängig einsetzen. Eine GenICam-kompatible Software-Unterstützung gewährleistet die Kompatibilität zu bestehenden Bildverarbeitungsprogrammen. Die Kameramodelle sind mit Auflösungen bis 24,6 MP erhältlich.



Bild: Nerian Vision

### Nerian Vision: 3D-Stereokamera Scarlet

Die 3D-Stereokamera Scarlet von Nerian Vision vereint 3D-Kamera und Bildverarbeitungssystem in einem Gerät. Ob für statische Umgebungen oder harte und kritische Echtzeitanwendungen im dynamischen Umfeld: Die Kamera liefert genau die Bild- und Tiefendaten, die für zahlreiche Machine-Vision-Applikationen benötigt werden. Konkret heißt

das, passive Stereovision mit bis zu 120 Bildern pro Sekunde, bei über 70 Millionen 3D-Punkten pro Sekunde. Die Tiefenkamera kann eine Auflösung von bis zu 5 MP für das Kamerabild und die 3D-Tiefenkarte erreichen. Entwickelt wurde das Gerät vor allem für Anwendungen im Bereich Agrarrobotik, Bin Picking, Pick and Place sowie autonome Fahrzeuge.



Bild: SVS-Vistek

### SVS-Vistek: Kamera SHR661

Die SHR661 ist eine hochauflösende Industriekamera von SVS-Vistek mit 127,6 Megapixel und M72 Mount. Sie verfügt über den Sony-IMX661-Bildsensor sowie Global-Shutter und liefert auch bei schnell bewegten Objekten exakte, detailreiche und verzerrungsfreie Bilder mit einem hohen S/N-Verhältnis. Die Kalibrierung von SVS-Vistek ermöglicht auch

bei diesem komplexen Sensor eine hohe Bildhomogenität. Ergänzt wird das industrielle Featureset durch 10-GigE- und CoaXPress-12-Schnittstellen und einen Vierkanal-Strobe-Controller. Die Kamera verbindet also eine hohe Auflösung und Bildqualität mit global Shutter, moderne Schnittstellen mit Frame-raten bis zu 20 fps.



Bild: Vision Components

### Vision Components: VC Power SOM

Vision Components stellt den FPGA-basierten Hardware-Beschleuniger VC Power SOM vor, der eine komplexe Bildvorverarbeitung ermöglicht, leicht in Designs integriert werden kann und mehr Flexibilität bei der Auswahl des Prozessorboards bietet. Mit einer Größe von 2,8 x 2,4 cm bewältigt das Modul Bildverarbeitungsaufgaben wie Farbraumkonvertie-

run, Barcode-Identifikation und Datenfusion bei Multi-Kamera-Anwendungen. Das SOM ist zunächst mit offenem FPGA für die Kundenprogrammierung und mit Demos erhältlich. Für den Serieneinsatz lässt es sich mit einem Carrier-Board mit Mipi I/Os kombinieren oder direkt in das Design eines Mainboards integrieren. Das SOM wurde für das einfache Design-In für Embedded Vision entwickelt.

## Die Nominierten der Kategorie Automation + Control



Bild: Aerotech

### Aerotech: Steuerungsplattform Automation1

Die Steuerungsplattform Automation1 von Aerotech vereint die Steuerung von Positioniersystemen und deren Komponenten auf einer Plattform. Sie steuert unter anderem Antriebe für Servomotoren, Galvo-Scanköpfe und piezoelektrische Aktoren. Die Version 2.2 baut auf den vorherigen auf und verfügt über Funktionen wie dem Machine-Apps-HMI-

Entwicklungs-Tool. Diese vollständig anpassbare Software ersetzt die bisherige CNC-Bedienoberfläche und verspricht laut Aerotech eine Revolutionierung der Benutzerschnittstellen für Antriebssysteme. Automation1 fungiert als komplette Maschinensteuerung mit sämtlichen Komponenten und bietet somit mehr als eine reine Bewegungssteuerung.



Bild: Göpel Electronic

### Göpel Electronic: Inspektionssystem THT Line 3D

Das THT Line 3D von Göpel Electronic ist ein Prüfsystem zur doppelseitigen, parallelen Inspektion von Elektronik-Baugruppen mit SMD- und THT-Komponenten. In der aktuellen Generation ist nun eine doppelseitige Inspektion in 3D möglich. Das THT Line 3D kann damit die Ober- und Unterseite der Baugruppe gleichzeitig in 3D prüfen. Möglich wird das durch

ein zusätzliches 3D-AOI-Modul im System. Das ermöglicht es, zum Beispiel Selektivlötlstellen auf beiden Seiten der Baugruppe zeitgleich zu prüfen und dabei das Lotvolumen und die Pinlänge mit dem 3D-Verfahren zu vermessen. Mit einer Bauteilfreiheit von 140 mm lassen sich auch große Komponenten prüfen. Die 3D-Messhöhe liegt bei maximal 40 mm.

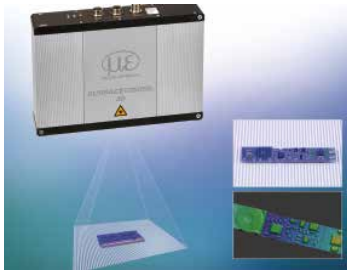


Bild: Micro-Epsilon

### Micro-Epsilon: 3D-Snapshot-Sensor Surfacecontrol 3D 3500

Der Surfacecontrol 3D 3500 von Micro-Epsilon verfügt über eine kompakte Bauform sowie eine hohe Messgenauigkeit bei gleichzeitig hoher Geschwindigkeit in der Datenverarbeitung. Er erreicht eine z-Wiederholpräzision von bis zu 0,4 µm. Damit werden auch kleine Ebenheitsabweichungen und Höhenunterschiede erkannt. Zwei Modelle decken

unterschiedliche Messfelder ab. Neben der schnellen Datenausgabe über Gigabit Ethernet bietet der Sensor eine zusätzliche digitale I/O-Schnittstelle. Durch die Nutzung des 2D/3D-Gateway II stehen Ethernet/IP, Profinet sowie Ethercat zur Verfügung. Zusätzlich steht mit 3D Inspect eine Software-Lösung zur Verfügung.



Bild: Octum

### Octum: Inspektionssystem Vial.Inspect

Die Inspektionssysteme der Serie Vial.Inspect hat Octum entwickelt, um Injektionsflaschen vor der Abfüllung auf ordnungsgemäßen Zustand zu untersuchen. Das stellt sicher, dass der rare Impfstoff nur in nicht beschädigte und unverschmutzte Vials abgefüllt wird, was die Ausschussquote reduziert. Nach der Abfüllung kontrollieren die Systeme, ob

die Vials ordnungsgemäß verschlossen und bedruckt wurden, um eine 100-prozentige Rückverfolgbarkeit zu ermöglichen. Bei der Weiterentwicklung dieser gesamten Produktsérie lag der Fokus auf einer Maximierung des möglichen Produktionstaktes. Inzwischen ist es möglich, bis zu 600 Vials pro Minute prozesssicher zu prüfen.

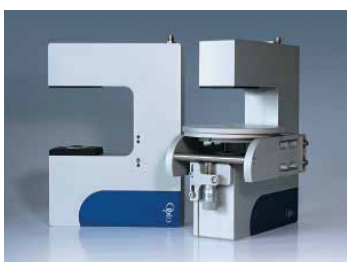


Bild: Opto

### Opto: Imaging-Modul Profile M

Das Invers-Mikroskop Profile M von Opto ist rein digital und wurde für Mikrofluidik-Aufgaben sowie die Automatisierung von biomedizinischen Auswertungen entwickelt. Umgesetzt in einem Plug&Play-Imaging-Modul mit USB3.1 oder GigE-Schnittstelle und einem LED-Durchlicht-Kondensator. Mit den Varianten 5x, 10x, 20x in Monochrom oder Farbe ist das

Modul für das Scannen von Objektträgern in der Histopathologie und der Durchflusszytometrie bestimmt. Die Software Optoviewer 2.0 zur Modulsteuerung und für einfache Dokumentations- oder Messaufgaben wird mitgeliefert. Es ist programmier- sowie in Labview integrierbar. Eigene Plugin-Algorithmen ermöglichen gängige Automatisierungen.



Bild: Tordivel

### Tordivel: Multispektralkamera Scorpion 3D Multispectral Food Grader

Die Multispektralkamera Scorpion 3D Multispectral Food Grader von Tordivel misst automatisch die absolute Farbe von 400 bis 1.000 nm von Lebensmitteln auf einem laufenden Förderband. Sie kommt in rauen Umgebungen zum Einsatz, etwa an einer Produktionslinie über einem Förderband ohne Umgebungslichtschutz. Das Produktkonzept

beinhaltet eine automatische Rekalibrierung nach jedem Washdown. Das Verfahren erhält die Genauigkeit und stellt sicher, dass das Fenster sauber ist und das System zu 100 Prozent funktioniert. Die Kamera ist werkseitig kalibriert. Die automatische 3D-Kalibrierung gewährleistet die optische Subpixel-Genauigkeit für Stereovision.

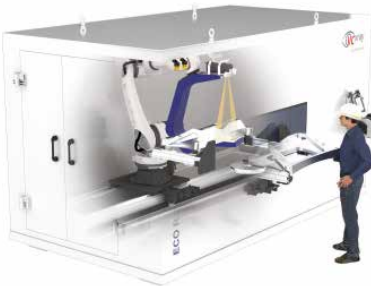


Bild: Visiconsult

### Visiconsult: Roboter-Röntgeninspektionssystem ECO R.

Die Röntgeninspektionsskabine ECO R. von Visiconsult ist im Inneren mit einem Roboter ausgestattet, der mittels C-Arm auf der einen Seite eine Röntgenquelle und auf der anderen einen Detektor hält. Mit diesem C-Arm kann der Roboter zügig viele Röntgen-Scans durchführen. Ein universeller Teiletisch in der Kabinenwand ermöglicht das Wechseln von Prüf-

teilen, bei dem einzelne oder mehrere Teile gleichzeitig geprüft werden können. Der Tisch wird von der Außenseite der Kabine manuell oder optional von einem zweiten Roboter beladen, um den Prozess vollständig zu automatisieren. Das System ist mit 160 oder 225 kV erhältlich und verfügt über viele Optionen, wie der Automatischen Defekterkennung (ADR).



Bild: Waygate

### Waygate: Mikro-Röntgeninspektionssystem Phoenix Speed Scan HD

Das Phoenix Speed Scan HD von Waygate Technologies ist ein vollautomatisches Mikro-Computertomografie-System (CT) für die industrielle Prüfung, zum Beispiel von Batterien, Elektronikteilen, Spritzgussteilen, komplexen Baugruppen für die Automobilindustrie oder medizinischen Geräten. Es ermöglicht eine Inline-CT-Inspektion großer Prüfchargen und

hilft somit, Null-Fehler-Ziele zu erreichen. Das System verfügt über einen zweiarmigen Manipulator für eine vollautomatische Roboterbeladung sowie eine Doppelschleuse und ermöglicht damit eine 24/7-Betrieb mit Voxelauflösungen bis zu 25 µm. Eigene Software-Plattformen nutzen KI für die Defekterkennung (ADR) und Datenauswertung.

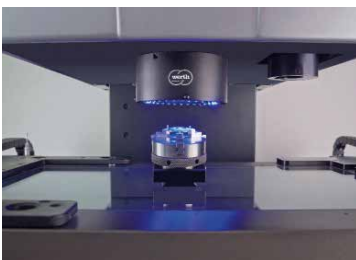


Bild: Werth Messtechnik

### Werth Messtechnik: Multisensor Chromatic Focus Zoom

Die Kombination zweier Sensoren zu dem Multisensor Werth Chromatic Focus Zoom (CFZ) senkt die Kosten und vereinfacht die Bedienung des Messgerätes. Die 20x-Zoomoptik ermöglicht bei niedriger Vergrößerung eine gute Übersicht und schnelle Im-Bild-Messungen sowie parallel dazu genaue Messungen bei hoher Vergrößerung. Mit dem chroma-

tisch konfokalen Abstandssensor lassen sich auch stark geneigte, spiegelnde oder transparente Oberflächen sicher messen. Der CFZ ermöglicht das automatische Erfassen des gesamten Werkstücks mit Raster-scanning HD und die Abbildung der Werkstückoberfläche in einer 3D-Messpunktewolke.



Bild: Yxlon International

### Yxlon International: Röntgeninspektionssystem UX50

Das Yxlon UX50 ist ein robustes, 450-kV-CT-System zur Prüfung von großen und dichten Bauteilen in der Produktionsumgebung. Es bietet mit seinem großen Prüfraum, der möglichen Ausstattung mit Flach- oder Zeilendetektor und diverser Messkreiserweiterungen eine hohe Applikationsvielfalt. Die Bedienung über die Software-Plattform Gemini

unterstützt Anwender mit unterschiedlichen Vorkenntnissen und senkt die Einarbeitungszeit. Direktes Wechseln zwischen DR und CT und motorisches Wechseln der Detektoren per Knopfdruck innerhalb einer Prüfsequenz ermöglicht ein zeitsparendes, gezieltes hybrides Prüfen. Das einfache Erstellen von Prüfprogrammen ist die Basis für Serienprüfung.



# Beste Ausgangslage für visuelle Intelligenz

State-of-the-Art bei Embedded Vision

**MV-Blue Naos4:** Die PCIe-basierte Embedded-Vision-Produktserie bietet hohe Transferraten.

**Das Thema Embedded Vision ist zwar nicht neu, doch mit den Hardware-Entwicklungen ergeben sich neue Möglichkeiten. Der folgende Artikel gibt eine Übersicht**

**E**mbedded-Vision-Produkte sind klein, modular, plattformunabhängig, leistungsstark und weisen trotz einer guten Performance einen geringen Stromverbrauch auf. Genau das sind die Eigenschaften, die für die meisten Bildverarbeitungsanwendungen erwünscht sind. Doch stellt sich die Frage, warum es diese Produkte mit dieser Auswahl nicht schon früher gab. Die Antwort ist einfach: Es gibt diese Art von Produkten schon lange, nur eben nicht mit dieser Leistungsfähigkeit. Denn das Ziel von Embedded-Vision-Systemen ist meist, die komplette Bildverarbeitung inklusive Hardware und Software in das Gehäuse des Kunden zu integrieren. Das heißt die Kamera ist relativ nahe an der Computerplattform angesiedelt und die anwendungsspezifische Hardware ist im Sys-

tem eingebettet oder mit ihm verbunden. Zusätzliche Komponenten wie Beleuchtung, Sensoren oder digitale I/Os sind integriert oder bereitgestellt.

## **Vision-in-a-Box-Ansatz für viele Anwendungen geeignet**

Ein passendes Beispiel von Matrix Vision ist eine Anwendung für ein britisches Verkehrsüberwachungsunternehmen zur Kennzeichenerkennung. Die Anwendung besitzt zwei abgesetzte Sensorköpfe mit unterschiedlichen Bildsensoren, jeweils für den Tag- bzw. Nachteinsatz. Auf einer separaten Platine ist die LED-Beleuchtung untergebracht. Alles zusammen ist mit einer PowerPC-basierten und mit einer FPGA-bestückten Platine verbunden. Über die integrierten, digitalen I/Os wird ein Bild ausgelöst, das

FPGA extrahiert das Kennzeichen aus dem kompletten Bild und sendet die AOI per Netzwerk an einen Cloudserver, der mittels OCR die Zeichen bestimmt. Wer jetzt einwenden möchte, dass PowerPC doch Schnee von gestern ist, dem kann man zustimmen.

Das erwähnte Beispiel ist schon über 13 Jahre alt und basiert auf einer intelligenten Kamera, die kundenspezifisch angepasst wurde. Und wie das Beispiel zeigt, sind Smartkameras oder intelligente Kameras im weiteren Sinne Vision-in-a-Box-Systeme und damit der Beleg dafür, dass es Embedded Vision schon lange gibt. Zwar schränkte die Leistungsfähigkeit der intelligenten Kameras die Einsatzmöglichkeiten ein, doch wo die intelligenten Kameras eingesetzt werden konnten, verrichteten sie noch heute zuverlässig ihre Arbeit.

Die Kennzeichenerkennung ist auch ein Beispiel für Edge Computing. Edge Computing ist bekanntlich der Ansatz, die Datenverarbeitung zu dezentralisieren, sprich: die erste Vorverarbeitung der verdichteten Daten



sozusagen an der Kante (edge) zum Netzwerk und die weitere Verdichtung dann im (Cloud-) Server durchzuführen. Im Internet of Things (IoT) stellt Embedded Vision die Bildverarbeitungslösung für Edge Computing dar. Damit ist klar, dass sich auch mit der Industrie 4.0 das Anforderungsprofil von Embedded Vision nicht viel geändert hat.

### Erhöhter Leistungsbedarf durch höhere Auflösungen und Bildwiederholraten

Was sich hingegen geändert hat, ist der Leistungsbedarf der potenziellen Anwendungen aufgrund von höheren Auflösungen und Bildwiederholraten, der auch von den neuen Bildsensorgenerationen getrieben wird. Hier profitiert die industrielle Bildverarbeitung als Trittbrettfahrer von Technologie – und Embedded Vision im Speziellen – von den rasanten Entwicklungen im Smartphone-Markt. Diesem Markt ist es zu verdanken, dass die Bedeutung von ARM-Prozessorarchitekturen stetig zunimmt und entsprechende System-on-a-Chip (SOC) etwa von Nvidia, Broadcom (als Basis des Raspberry Pi) oder NXP sowie System-on-a-Module (SOM) wie Smarc oder COM Express als leistungsstarke Recheneinheiten mit geringem Stromverbrauch mittlerweile die Hauptrolle spielen. Über Carrier Boards werden die System-on-Einheiten lauffähig und können als Mainboard für Vision-in-a-Box dienen. Durch Kooperation mit dem Kunden können Carrier Boards zudem durch Individualisierung weiter in die Kundenapplikation eingebracht werden – auch ein Aspekt, wie Embedded interpretiert werden kann.

### Wie kommen die Daten vom Bildsensor zur Recheneinheit?

Ein 12,4 MP-Pregius-Bildsensor der vierten Generation von Sony bei 10 bit (ADC) und 175 Bildern pro Sekunde bei 8 bit führt zu einem Datenvolumen von 2.170 MB/s. Viele Schnittstellen streichen da ihre Segel. Matrix Vision hat sich deswegen für PCI Express (PCIe) entschieden. PCIe ist plattformübergreifend sehr gut standardisiert und vor allem skalierbar. Je nach Lanes und Ausführung sind Nettobandbreiten von 3.200 MB/s möglich, wobei die Bilddaten nahezu latenzfrei direkt in den Speicher geschrieben werden. Damit kann PCIe nahezu jede Anwendungsanforderung erfüllen.

Mit dem Start der PCIe basierten Embedded-Vision-Produktserie hat Matrix Vision einen Baukasten zusammengestellt, in des-

sen Mittelpunkt die Highend-Embedded-Kameraserie MV-Blue Naos steht. Die Kamera kann aus unterschiedlichen Komponenten wie Objektiv, Filter, Objektivhalter, Sensor, Gehäuse, etc. entsprechend der Anwendung flexibel zusammengestellt werden. Zur Anbindung an ein Carrier Board stehen über das All-in-One-Interface Naos for Embedded (N4e) unterschiedliche Adapter für PCIe und M.2.M zur Verfügung. Die Kameras haben einen geringen Stromverbrauch und unterstützen ARM-SOCs und Intel-SOMs wie Smarc und COM Express, wobei sie nur eine geringe CPU/GPU-Last verursachen. Sie ermöglichen Multikamerasysteme und unterstützen die KI-Einheiten der SOC. In der Bilderfassungs-Programmierschnittstelle „MV-Impact Acquire SDK“ ist PCIe als GenICam-GenTL-Producer und -Consumer realisiert. Somit ist es Kunden möglich, existierende Lösungen mit geringem Aufwand zu migrieren.

### Mipi als preislich attraktive Lösung

In Verbindung mit Embedded Vision ist auch oft von Mipi die Rede. Mipi ist für sich betrachtet auch eine Art Standard bei ARM-Mobilprozessoren, aber bedingt eher einen Hardware-Treiber für ein bestimmtes SOC und einen bestimmten Mipi-Sensor (und somit für jedes SOC und jeden Bildsensor einen anderen). Die in Verbindung mit Mipi verwendeten Bildsensoren sind eher low-end und von ihrer Framerate eher bei USB3 platziert. Sofern die Leistung ausreichend ist, kann Mipi eine preislich attraktive Lösung sein.

Das letzte Mosaiksteinchen, welches bei Embedded Vision noch fehlt, ist ein zu GigE Vision und USB3 Vision entsprechender Standard. Hierzu hat die European Machine Vision Association (EMVA) mit der Standardisierungsinitiative Ende 2019 die Weichen gestellt. Besser kann die Ausgangslage für Embedded Vision nicht sein. ■

**AUTOR**  
**Ulli Lansche**  
Technischer Redakteur

**KONTAKT**  
Matrix Vision GmbH, Oppenweiler  
Tel.: +49 7191 943 20  
www.matrix-vision.com

# High-Sensitivity 61 Megapixel Cameras



- 61 megapixel resolution
- Back-side illuminated sensor
- Thermoelectric peltier cooled  $-15^{\circ}\text{C}$  below (VP-61M)
- CXP-6 interface up to 17.9 fps
- Camera Link interface up to 13.6 fps
- For flat panel display and semiconductor inspections

**Camera Link** **CoaXPress**

**VIEWWORKS**

vision.viewworks.com

Embedded-Vision-Systeme ermöglichen auch autonom agierende Roboter, die zunehmend in Fabrikhallen zum Einsatz kommen – wenn auch nicht als Android.

Bild: Arseny Togulev/Unsplash

# Embedded Vision wird den Bildverarbeitungsmarkt dominieren

Die wichtigsten Trends, Prognosen und Anbieter

**Embedded-Vision-Systeme haben klare Vorteile: Bildaufnahme und Verarbeitung passieren am selben Ort, Smartkameras machen die Integration spielend leicht. Nicht umsonst wächst der Markt seit Jahren massiv. Aktuelle Zahlen belegen, dass sich dieser Trend fortsetzt. Ist also die klassische Bildverarbeitung irgendwann obsolet?**

Näher, schneller, direkter. Das sind Attribute, die die Embedded Vision von der klassischen Bildverarbeitung unterscheiden. Und zugleich sind sie die Gründe für deren rasanten Aufstieg in den letzten Jahren. Denn eingebettete Systeme versprechen, die Bildverarbeitungsaufgabe besser zu lösen, weil die Kamera die Daten nicht erst über manchmal durchaus lange Wege durch die Anlage versenden muss, weil sich der Anwender einen leistungsstarken Industrie-PC spart und weil das Bildverarbeitungssystem dadurch weniger komplex und gegebenenfalls günstiger werden kann. Weitere Besonderheiten und Anwendungsbeispiele beschreibt Thomas Rademacher, Product Market Manager bei Basler, in seinem Fachartikel „Embedded Vision – ein Überblick“ (<https://www.wiley->

[industrynews.com/news/embedded-vision-ein-ueberblick](https://www.wiley-industrynews.com/news/embedded-vision-ein-ueberblick)).

## Embedded-Vision-Markt wächst weiter stark

Der Embedded-Vision-Markt wächst seit Jahren stark. Und es ist kein Ende in Sicht: Für die Jahre 2021 bis 2028 rechnen die Analysten von Grand View Research in ihrer Studie „Computer Vision Market Size, Share & Trends Analysis Report“ mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 12,3 Prozent im Jahr. Zum Vergleich: Laut dem Report von Market Research Stats wächst der globale Bildverarbeitungsmarkt insgesamt im selben Zeitraum um jährlich fünf Prozent.

Noch macht die klassische Bildverarbeitung inklusive Peripherie wie Industrie-PCs mit 56 Prozent (im Jahr 2020, laut Grand

View Research) zwar den Löwenanteil aus. Dass das aber nicht so bleibt, scheint aus heutiger Perspektive klar. Jeff Bier, Founder of Edge AI and Vision Alliance, erklärt zum Beispiel im Interview mit der inspect „In dem Maße, wie das Spektrum der eingesetzten Bildverarbeitungsanwendungen wächst, werden andere Systemtypen die PCs bei weitem überflügeln.“

## Industrie-PCs bleiben wichtig für Bilderarbeitungsanwendungen

Dennoch ist klar, „PCs und ihre nahen Verwandten haben einige echte Vorteile für Anwendungen, bei denen sie die Anforderungen an Leistung, Kosten, Stromverbrauch und Schnittstellen erfüllen“, wie Jeff Bier ergänzt. Denn manchmal muss es eben der Hochleistungs-PC mit Framegrabber und allem drum und dran sein. Zusätzlich müssen die höheren Integrationskosten eines individuellen Embedded-Systems gegenüber einem PC-basierten Machine-Vision-System mit (dem Entwickler vertrauten) standardisierten Bildverarbeitungsbibliotheken erst einmal aufgewogen werden.



Bild: Imago

Die Smartkamera Vision AI arbeitet mit einer intelligenten Flächenkamera in Kombination mit dem Google-Coral-Prozessor.

### Smartkamera vs. individuelles Embedded-Vision-System

Diesen Umstieg erleichtern allerdings Smartkameras. Sie sind vor allem auf eine einfache Integration ausgelegt und bringen Optik, Beleuchtung, Datenverarbeitung und Schnittstellen im Gehäuse unter. Der offensichtliche Nachteil: Der Anwender ist darauf angewiesen, dass die jeweilige Konfiguration zu seiner Anwendung passt. Es gilt also, dass diese Systeme trotz des wachsenden Angebots eher für einfachere Bildverarbeitungsaufgaben geeignet sind. Der vergleichsweise geringe Integrationsaufwand wird hier mit

Einschränkungen bei der Flexibilität erkaufte. Zu den bekanntesten Herstellern gehören SVS-Vistek, Matrix Vision, Basler, Automation Technology, Imago, IDS, B&R und einige mehr.

Am anderen Ende der Bandbreite stehen die Embedded-Vision-Systeme auf Basis von System on Chips (SOC) oder System on Modules (SOM). Hier hat der Anwender die größte Freiheit, das System auf seine Bedürfnisse maßzuschneidern, ob er auf Nvidias Jetson-Plattform setzt oder Intels Realsense-Technologie, ob GigE-Vision oder Mipi als Schnittstelle, ob FPGA oder Grafikkarte als Bildverarbeitungszentrum. Alles frei programmierbar und nur so groß und schwer, wie es die Anwendung erfordert. Allerdings ist der Integrationsaufwand ungleich höher als bei Smartkameras.

Zu den Anbietern von Embedded-Vision-Systemen beziehungsweise -Systemkomponenten gehören Vision Components, Flir, Hema Electronic, Ximea, LMI und viele mehr. ■

**AUTOR**

**David Löh**

Chefredakteur der inspect



Bild: Edmund Optics

### Dichroitische Filter für extremes Ultraviolett

Edmund Optics (EO) hat sein Portfolio um weitere Optiken ergänzt, die für das extreme Ultraviolett (EUV) entwickelt wurden. Diese umfassen etwa dichroitische Filter für EUV, die sich für das Erzeugen hoher Harmonischer (HHG) eignen sowie für die stetig wachsende Anzahl der damit verbundenen Anwendungen wie kohärente diffraktive Bildgebung (CDI) und dem Erzeugen von ultrakurzen Attosekunden-Pulsen.

Die dichroitischen Filter für extremes Ultraviolett haben eine Bandbreite von 5 bis 40 nm und eine hohe Trenneffizienz zwischen EUV- und NIR-Wellenlängen. Sie werden aus Quarzglas substraten hergestellt und halten somit hohen Laserleistungsstand.

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



Bild: IDS

### Software-Update für KI-Trainingssoftware

Nutzern des All-in-One Embedded-Vision-Systems IDS NXT ocean stehen mehrere Features zur Verfügung. Dazu gehören Multi-ROI für KI-basierte Objektdetektion und die Möglichkeit, per Vision App verschiedene neuronale Netze für verschiedene ROIs in einem Bild zu nutzen. Dazu kommen Binning, Linescan-Mode sowie Performance- und Konfigurations-Verbesserungen.

Mit den Microsoft Azure Cloud-Services unterstützt IDS Imaging Development Systems neben AWS einen weiteren Host für die KI-Trainingssoftware IDS NXT lighthouse. Anwender in IDS NXT lighthouse können direkt mit dem Trainieren des eigenen neuronalen Netzes beginnen.

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

# Oberflächenrauheit berührungsfrei und flächenhaft messen?

Kein Problem mit Polytec

## Optische 3D-Mess-technik für Ihre Oberflächen

Profitieren Sie bei der Prüfung von Strukturdetails, Rauheit oder Textur von den zahlreichen Vorteilen der optischen 3D-Oberflächenmesstechnik mittels Weißlichtinterferometrie: Sie misst schnell und flächenhaft, berührungs- und rückwirkungsfrei und ermöglicht integrierte Qualitätskontrollen in Labor und Fertigungsumgebung. So sichern Sie die Qualität und Funktionalität Ihrer Oberflächen präzise und zuverlässig.

Mehr unter:

[polytec.com/oberflächenmesstechnik](http://polytec.com/oberflächenmesstechnik)





Bild: Rauscher

### Spot-Beleuchtung in IP69K

Advanced Illumination, im Vertrieb bei Rauscher, hat die universelle, hochintensive Spot-Beleuchtung SL316 vorgestellt. Sie ist aufgrund ihrer IP69K-Zertifizierung und einem spaltfreien Design für anspruchsvolle Einsatzfälle von industriellen Bildverarbeitungssystemen geeignet.

Die Spot-Beleuchtung ist in verschiedenen Ausführungen mit schmalem, mittlerem und breitem Abstrahlwinkel sowie in einer Linsen-freien Konfiguration mit hoher Streuung erhältlich.

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



Bild: AMS Technologies

### Optisch Parametrischen Oszillator für Life Science

AMS Technologies stellt mit dem 17OPO-1-50 S einen „Optisch Parametrischen Oszillator“ (OPO) vor, der Laserpulse im Wellenlängenbereich von 1.700 nm erzeugt – interessant vor allem für Anwendungen im Bereich der fotoakustischen Bildgebung.

Optisch parametrische Oszillatoren (OPOs) basieren auf nichtlinearen Kristallen in einem optischen Resonator. Durch Änderung der Temperatur dieses nichtlinearen Kristalls lässt sich die Wellenlänge der abgegebenen Laserpulse im Bereich von 1.700 nm bis etwa 1.750 nm (mittleres Infrarot, MID-IR) tunen. Dadurch eignet sich das Lasersystem besonders für kardiovaskuläre Diagnosen mittels fotoakustischer Bildgebung.

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

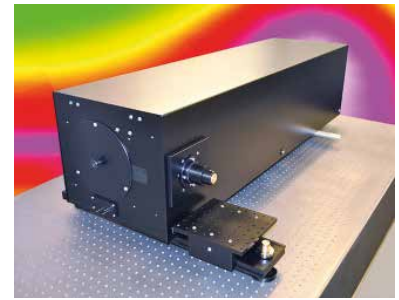


Bild: Optical Surfaces

### Infrarot-Kollimatoren für die Leistungsprüfung von Wärmebildkameras

Optical Surfaces stellt außeraxiale parabolische Spiegel her. Das ist die gebräuchlichste Art von asphärischen Spiegeln, die in optischen Instrumenten verwendet werden. Sie sind frei von sphärischer Aberration und können daher einen parallelen Strahl auf einen Punkt oder eine Punktquelle auf unendlich fokussieren. Außeraxiale Parabolspiegel bieten eine ungehinderte Apertur, die einen vollständigen Zugang zum Fokusbereich ermöglicht sowie die Größe und das Gewicht eines Designs reduziert. Sie eignen sich aufgrund ihrer vollständig achromatischen Leistung besonders für Anwendungen im Infrarotwellenbereich, etwa die Leistungsprüfung von Wärmebildkameras.

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



Bild: Vision & Control

### Mit Blaulicht zu weißen LEDs

Mit der neuen TO44-Serie erweitert Vision & Control seine Blue-Vision-Familie um drei telezentrische Messobjektive mit 44 mm Objektfelddurchmesser. Sie besitzen objektseitig einen parallelen Strahlengang und bilden Objekte daher ohne perspektivische Verzerrungen ab. Farboptimiert für blaues Licht eignen sich die lichtstarken Objektive sehr gut für die Arbeit mit weißem LED-Licht, denn das wird Licht durch die Kombination von blauer Leuchtdiode mit gelber Phosphorschicht erzeugt.

Die TO44-Serie gibt es in den drei Varianten: TO44/6.2-150-V-B, TO44/8.8-110-V-B sowie TO44/11.0-110-V-B. Sie sind für Sensordiagonalen von sechs, neun und elf Millimeter ausgelegt. Der maximale Bildfelddurchmesser beträgt 6,2, 8,8 oder 11,0 mm. Die Arbeitsabstände liegen bei 150 mm, respektive 110 mm.

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

## Open eVision

Image Analysis Software Tools

Various industries, various identification codes answering specific readability, information volume and coding types, yet at ever increasing rates!

Euresys ID Bundle can handle various code types, orientation and rendering.

## Open eVision IDENTIFICATION LIBRARIES NOW ALSO FOR EMBEDDED SYSTEMS

Now compatible with Windows, Linux, ARM

ARM

Windows

LINUX

**euresys**  
Empowering Computer Vision

[www.euresys.com](http://www.euresys.com) - [sales@euresys.com](mailto:sales@euresys.com)

# Jetzt Newsletter abonnieren

Nachrichten für Entscheider  
und Führungskräfte in Sachen  
Sicherheit



Ihre  
**Nr. 1**  
seit mehr als  
30 Jahren



[www.GIT-SICHERHEIT.de/Newsletter](http://www.GIT-SICHERHEIT.de/Newsletter)

**WILEY**



# Smarte Modernisierung für Systeme zur Signaldatenverarbeitung

Retrofit-Elektroniken erweitern bestehende analoge Systeme mit den Möglichkeiten der digitalen Datenverarbeitung

**Kosten und Aufwand für die Digitalisierung sind hoch, sollen analoge Systeme zur Signaldatenverarbeitung in Verkehrsanwendungen, in der Logistik und Überwachung ersetzt werden. Abhilfe schaffen Retrofit-Lösungen, die analoge Systeme erweitern, ohne die komplette Infrastruktur austauschen zu müssen.**

Vor allem in großen Infrastrukturprojekten wie Bahnanlagen, für die Überwachung von Tunnel oder die Zufahrtskontrolle von Betriebsgeländen kommen nach wie vor häufig ältere Kamerasysteme und Sensoren zum Einsatz, die analoge Daten erzeugen und weiterleiten, zum Beispiel an einen Bildschirm. Zwar funktionieren die Anlagen zuverlässig, doch aufgrund ihres Alters und des technischen Fortschritts ist ihr Funktionsumfang zumeist eingeschränkt. Zudem sind abgekündigte Baugruppen bei einem Defekt nicht oder nur mit Aufwand neu zu beschaffen.

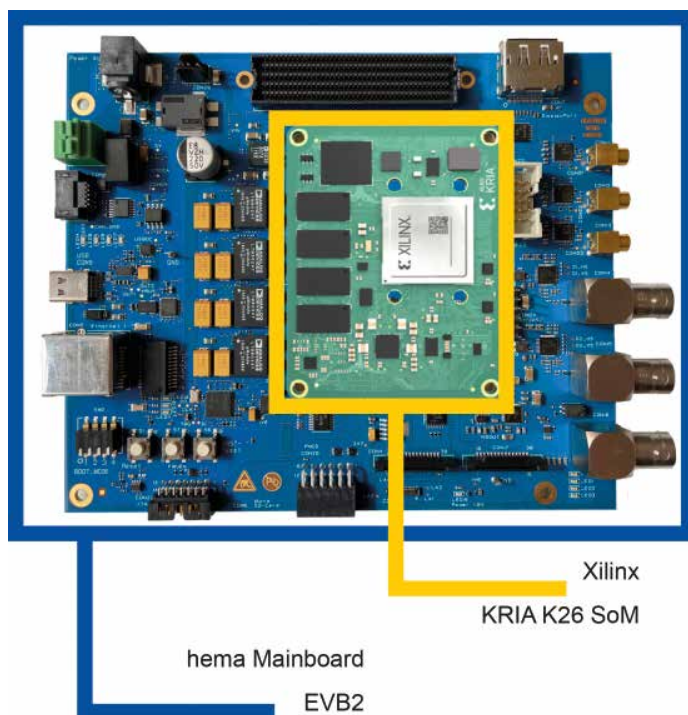
Eine Lösung zur Modernisierung solcher Anlagen sind Retrofit-Elektroniken, die bestehende analoge Systeme mit den Möglichkeiten der digitalen Datenverarbeitung erweitern und verbessern. Dabei werden

die analogen Signaldaten digitalisiert und mit FPGAs oder ARM-Prozessoren verarbeitet. Durch mehrfache Signal Ein- und Ausgänge können analoge und digitale Daten kombiniert und je nach gewünschter Weiterverarbeitung ebenfalls als analoge Daten, zum Beispiel auf einem Display, angezeigt oder digital ausgegeben werden. So profitieren auch bislang analoge Systeme von den flexibleren Verarbeitungsmöglichkeiten, der schnelleren Datenübertragung ohne Qualitätseinbußen und der unbegrenzten Nutzungs- und Speicherdauer. Gleichzeitig werden alle Schnittstellen des bestehenden Systems unterstützt, sodass sich die Elektronik in bestehende Anlagen integrieren lässt. Defekte Baugruppen lassen sich so mit wenig Aufwand durch modernere Komponenten austauschen und die Infrastruktur

kontinuierlich modernisieren. Dies vermeidet einen kompletten Systemwechsel, der mit Aufwand, Kosten und Risiken verbunden ist.

## **Aufwertung durch Low Latency und Bildverarbeitung**

Sind die Daten der analogen Sensoren einmal digitalisiert, können alle Vorteile digitaler Weiterverarbeitung genutzt werden, allen voran die Low-Latency-Verarbeitung mit Reaktionszeiten unter 35 ms. Zusätzlich stehen damit neue Funktionen zur Bildverarbeitung zur Verfügung, zum Beispiel farbige Grafik-Overlays, Bild-in-Bild-Darstellungen oder Video-Multiplexing, bei dem mehrere farbige Kamerabilder in einem einzigen Daten-Stream zusammengefasst werden. Für die Kommandosteuerung der Funktionen kommen FPGA-Module oder ARM-Prozessoren zum Einsatz. Beide Technologien lassen sich auch kombinieren und verbinden hohe Rechenleistung und schnelle Datenverarbeitung mit geringen Serienkosten für die Elektronik.



Die Embedded-Vision-Plattform von Hema für Xilinx-Kria-K26-SOMs eignet sich für rechenintensive Anwendungen mit verschiedenen Signalarten.

### Modularer Aufbau senkt Aufwand und Kosten

Für die kostengünstige Entwicklung von Elektronikern zum Sammeln, Verarbeiten und Ausgeben analoger und digitaler Signalarten hat Hema Electronic einen modularen Baukasten entwickelt: die Hema-Embedded-Vision-Plattform. Sie umfasst Hardware und Middleware ebenso wie ein Software-Gerüst, sodass Anwender in kurzer Zeit eine einsatzfähige Lösung erhalten. Für den Start in die Entwicklung wählen sie die benötigten Schnittstellen und Funktionen. Über 45 Building-Blocks stehen dafür in einer Bibliothek fertiger Schaltungsteile zur Auswahl, die ständig ergänzt wird. Entgegen einer kompletten Neuentwicklung profitieren Nutzer so von vielfach in der Industrie bewährten Schaltungsteilen und einem deutlichen Zeit- und Kostenvorteil in der Entwicklung. Auch das Designrisiko sinkt dadurch. Neue Funktionen oder anwenderspezifische Schaltungsteile lassen sich integrieren.

### SOMs liefern skalierbare Rechenleistung

Die benötigte Rechenleistung der Data-Distribution-Units stellen System on Modules bereit (SOMs). Sie sind mit FPGAs und ARM-Prozessoren oder einer Kombination beider Technologien erhältlich und umfassen zudem den Speicher und weitere EMV-kritische Komponenten. Durch das modulare Design sinkt die Komplexität bei der Entwicklung der Elektronik – Zeit und Kosten werden so auch hier eingespart. Das Interface der Module ist standardisiert,

sodass Upgrades oder Produktvarianten häufig ohne ein komplettes Neudesign der Hardware möglich sind. Hema arbeitet dafür in zahlreichen Kundenprojekten und seit vielen Jahren mit SOMs von Xilinx und Enclustra. Die aktuelle Version der Embedded-Vision-Plattform ist die Basis für die weltweit ersten industrietauglichen Mainboards mit den neun KRIA-K26-SOMs von Xilinx, die hohe Rechenleistung und KI-Fähigkeiten mit robustem Design verbinden.

### In sechs Wochen zur Retrofit-Lösung

Mit der Embedded-Vision-Plattform von Hema können Retrofit-Elektroniken für bestehende Anwendungen in sechs Wochen entwickelt werden – vom Auftrag bis zum seriennahen Prototypen. Dabei berücksichtigt das Unternehmen bereits im Design die Verfügbarkeit und den Lebenszyklus der vorgesehenen Bauteile und begleitet seine Anwender auch in den weiteren Entwicklungsschritten bis zur Serienqualifizierung inklusive Zertifizierung und Zulassung. Auf Wunsch übernimmt das Unternehmen auch das Lifecycle-Management und sorgt frühzeitig für Ersatz von nur schwer oder nicht mehr lieferbaren Bauteilen. ■

#### AUTOR

**Oliver Helzle**

Geschäftsführer Hema Electronic

#### KONTAKT

Hema Electronic GmbH, Aalen

Tel.: +49 7361 949 50

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

# OPTIK IST UNSERE ZUKUNFT



NEU

TECHSPEC®

## Athermische Bildverarbeitungsobjektive

- Hohe Auflösung über einen breiten Temperaturbereich
- Optothermische Stabilität durch passive Athermalisierung
- Robust gegen Stöße & Vibrationen
- Große Sensorabdeckung bis zu 1,1"

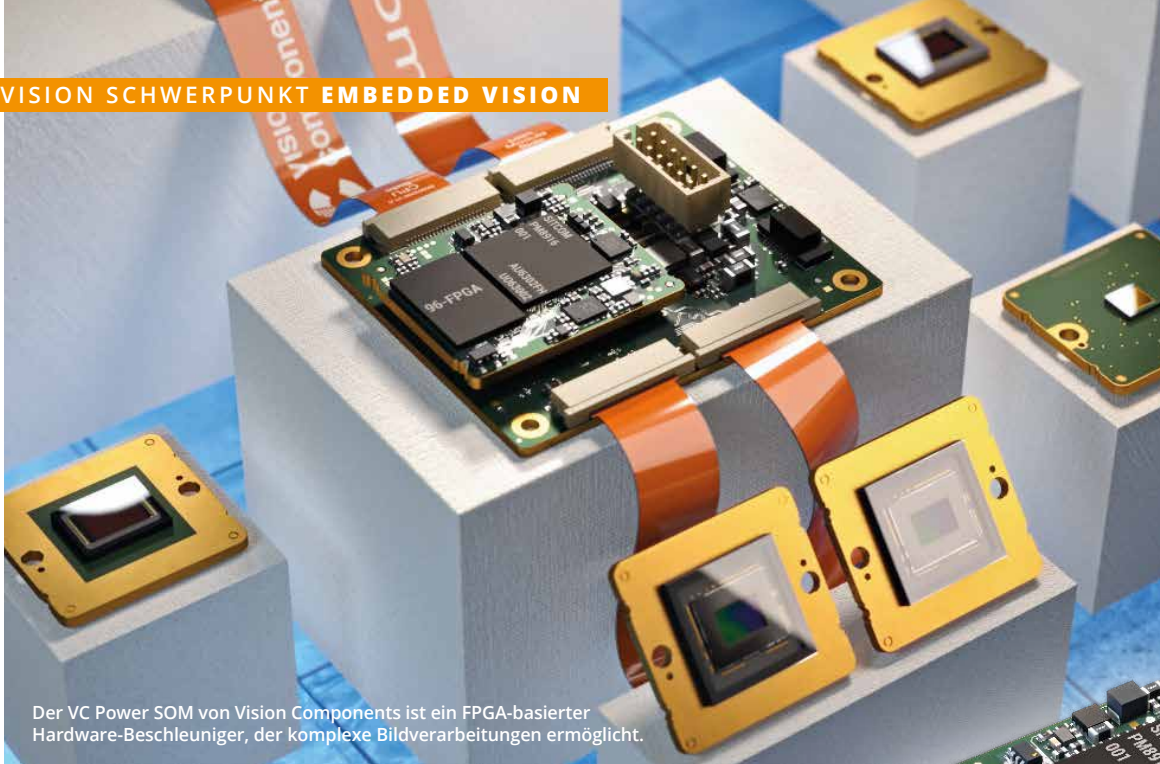
Erfahren Sie mehr unter:

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



+49 (0) 6131 5700-0  
sales@edmundoptics.de

**ED** Edmund  
80 YEARS OF OPTICS



Der VC Power SOM von Vision Components ist ein FPGA-basierter Hardware-Beschleuniger, der komplexe Bildverarbeitungen ermöglicht.

▼ Der VC Power SOM misst rund 2,8 x 2,4 cm und lässt sich wahlweise als Bauteil zur Bilddatenverarbeitung in das Design eines Mainboards integrieren oder mit einem Carrier Board einbinden.

# FPGA schafft mehr Flexibilität im Embedded Vision Design

Einfach zu integrierender Hardware-Beschleuniger für die Bildverarbeitung

**Wie lässt sich Bildverarbeitung optimal in Elektronikdesigns integrieren? Ein FPGA-Beschleuniger kann hier Abhilfe schaffen: Er lässt sich einfach integrieren, übernimmt die komplexe Vorverarbeitung von Bilddaten und spart Zeit und Kosten für die Entwicklung der zentralen Elektronik.**

FPGAs ermöglichen die parallele Verarbeitung großer Datenströme in Echtzeit und unterstützen damit komplexe Bildverarbeitungen wie Farbraumkonvertierungen, Barcode-Identifikation oder die Datenfusion von Stereovision- und Multikameraanwendungen. Auch rechenintensive Modelle der künstlichen Intelligenz (KI) lassen sich damit realisieren. Eine Herausforderung war dabei bislang die Integration der FPGAs in das Gesamtdesign einer Elektronik. Vision Components hat mit dem VC Power SOM jetzt einen FPGA-basierten Hardwarebeschleuniger vorgestellt, der einfach und schnell in bestehende Datenströme integriert werden kann.

## Schnelle und einfache Integration mit bewährten Prozessor-Boards

Für das ultrakompakte Board ist zum Serienstart ein erstes Carrier-Board erhältlich, auf der jeweils zwei Mipi-Ein- und Ausgänge verbaut sind. Der VC Power SOM lässt sich damit zwischen Kamerasensoren und den

Embedded-Prozessor für die Endapplikation installieren und übernimmt dann die Vorverarbeitung der Bilddaten. Zum Einsatz kommt ein FPGA mit rund 120.000 Logikzellen und integrierten Mipi-Controllern. Damit eignet sich das Gerät auch für rechenintensive Embedded-Vision-Anwendungen.

Das Ergebnis der Rechenoperationen wird über die Ausgangsschnittstellen an die Hauptelektronik übergeben. Für den Serieneinsatz kann der VC Power SOM mit der bereits verfügbaren Interface-Platine kombiniert werden. Alternativ integrieren Anwender das 2,8 x 2,4 cm große Modul als Baustein in das Design ihres Mainboards.

## Freie Wahl beim Embedded-Prozessor

Mit dem FPGA-Beschleuniger können Entwickler mit bewährten Embedded-Prozessoren arbeiten oder die gewünschte Plattform frei wählen, sodass sie bestmöglich auf die eigene Applikation abgestimmt ist. Gleichzeitig nutzen sie die Vorteile der FPGA-Technologie auf dem externen, dedizierten Modul zur

tiefgreifenden Vorverarbeitung oder Analyse ihrer Bilddaten. Die Prozessorleistung der übergeordneten CPU steht ihnen damit komplett für ihre zentrale Anwendung zur Verfügung und wird nicht durch die extensive Bilddatenverarbeitung belastet.

## Eigene FPGA-Designs in Planung

Zunächst ist der FPGA-Beschleuniger von Vision Components mit offenem FPGA für kundenseitige Programmierungen und mit Demo-Anwendungen erhältlich. Im nächsten Schritt plant das Unternehmen eigene FPGA-Designs für spezifische Anwendungen wie Farbraumkonvertierung, 1D-Barcode-Identifikation, Epipolarkorrektur etc. Die Nutzung der Elektronik für die KI-Beschleunigung ist ebenfalls angedacht. Außerdem plant der Embedded-Vision-Spezialist weitere Produkte, zum Beispiel für Stereo-Vision-Anwendungen, bei denen der VC Power SOM in das Design eines Embedded-Vision-Systems integriert ist. ■

**AUTOR**  
Jan-Erik Schmitt

Geschäftsführer von Vision Components

**KONTAKT**

Vision Components GmbH, Ettlingen  
Tel.: +49 7243 216 70  
[www.vision-components.com](http://www.vision-components.com)





Bild: LMI

### GPU-gesteuerte Datenverarbeitung für Multi-Sensor-Netzwerke

LMI Technologies (LMI) veröffentlicht den Gomax NX Smart Vision Accelerator, ein lüfterloses, eingebettetes Gerät, das Gocator-Sensoren oder Multi-Sensor-Netzwerke in datenintensiven Anwendungen beschleunigt. Die Ausführung und Stromversorgung läuft über die Gocator-Webbrowser-Schnittstelle. Für die GPU-beschleunigte Datenverarbeitung ist kein Industrie-PC oder Controller erforderlich. Gomax NX beschleunigt die Datenverarbeitung, verringert Zykluszeiten und erhöht die Gesamtprüfungsleistung.

Geeignete Anwendungen für die Beschleunigung mit Gomax NX sind unter anderem das Multi-Sensor-Ring-Scanning, die robotergeführte Schweißnahtinspektion oder die Elektroautobatterie-Schaumstoff-Inspektion. [www.lmi3d.de](http://www.lmi3d.de)



Bild: IOSS

### Verifier zur besseren Lesbarkeit

Das Verifizieren von Codes ermöglicht eine durchgängige, prozesssichere Lesbarkeit. IOSS bietet verschiedene Verifier an, die neben dem normalen Lesen von Codierungen, offline sowie auch inline, eine sichere und reproduzierbare Qualitätsbewertung von DPM Data Matrix Codes durchführen. So erkennen Anwender Leseprobleme frühzeitig und sparen dadurch Kosten.

Die Codierungen werden mit einer normgerechten Beleuchtung erfasst und nach ISO/IEC29158 bewertet. Für nadelmarkierte DPM Codes lassen sich die IOSS-Systeme auch für das neue TCL Setup der ISO29158 einsetzen. Die Dokumentations-Software Q-Report für die Stichprobenprüfung ermöglicht es, einen entsprechenden Qualitätsnachweis als PDF-Dokument zu erstellen. [www.ioss.de](http://www.ioss.de)



Bild: IC-Haus

### Einfache Skalierbarkeit für hohes Anwendungsspektrum

Präzise TOF-Entfernungsmessung, Nahbereichs-Lidarsensorik, 3D-Scanner oder laserinduzierte Fluoreszenzspektroskopie sind Kernanwendungen der Lasertreiber-Serie IC-HS.

Die Pulsbreite lässt sich von 100 ps bis 5 ns einstellen, in Schritten von 250 ps und einem Finetuning der Pulsbreite mit einer Auflösung von 1 ps. Die Lasertreiber liefern wahlweise Ausgangsströme von bis zu 200 mA (iC-HS02) oder bis zu 500 mA (iC-HS05). Die temperaturstabilisierte On-Chip-Pulsenergie und intelligente Kompensationen on-Chip sorgen für eine stabile und zuverlässige Ansteuerung von Laserdioden. Die Amplitude des Impulsstroms lässt sich über einen 10-Bit-D/A-Wandler konfigurieren. [www.ichaus.de](http://www.ichaus.de)



Bild: MVTec

### Deep-Learning-Bundle für Einsteiger

MVtec Software präsentiert zusammen mit den Partnern Aaeon Technology und Basler das UP Squared Pro AI Vision Development Kit mit Deep-Learning-Technologien.

In das Bundle haben die drei Partner ihre Technologien eingebracht: Aaeon stellt das UP Squared Pro System mit dem AI Core XM zur Verfügung, ein KI-Beschleunigungsmodul, das zweimal das Intel Movidius Myriad X VPU beinhaltet, Basler liefert die plug-and-play USB 3.0 Flächenkamera pulse inklusive passendem Zubehör und MVtec steuert mit Merlic 5 eine Easy-to-use-Bildverarbeitungs-Software mit Deep-Learning-Technologien wie Anomaly Detection und Classification bei. Das Bundle lässt sich als Deep-Learning-Einstiegspaket für alle denkbaren Machine-Vision-Applikationen nutzen. [www.mvtec.com](http://www.mvtec.com)



## CTR-52 für Machine Vision

### 4-Kanal Allround-Talent

Der Controller CTR-52 steuert bis zu 4 Kanäle unabhängig oder gekoppelt.

- Komplexe Prüfaufgaben
- Bis zu 4 Kanäle
  - Dauerlicht und Helligkeit (strom geregelt)
  - Blitz- und Strobe-Modus (spannungsgeregelt)
- Steuerung über Modbus, SDK verfügbar

Besuchen Sie uns auf der

**automatica**

Halle B5, Stand 411



Mehr zum CTR-52  
auf unserer neuen  
Website erfahren.

**LED LIGHTING**  
Made in Germany



# Keine Computerchips ohne industrielle Bildverarbeitung

Machine Vision in der Halbleiterfertigung

**Machine-Vision-Technologien tragen in sämtlichen Prozessschritten der Halbleiterfertigung zu einem hohen Qualitätsniveau bei. Welche konkreten Einsatzszenarien von industrieller Bildverarbeitung sind bei der Fertigung und Inspektion von Halbleitern denkbar und welche Relevanz hat dabei die Software?**

Die Halbleiterbranche sieht sich aufgrund von volatilen Marktbedingungen mit immer neuen Herausforderungen konfrontiert. Zudem steigt die Nachfrage nach entsprechenden Komponenten kontinuierlich und mit hohem Tempo. Die Bauteile werden mit der zunehmenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft für vielerlei Produkte benötigt. Neben der Industrie verlangt auch der Consumer-Electronics-Bereich mit zahlreichen Anwendungen, beispielsweise Entertainment und E-Mobility, nach Halbleitern. Auch die verstärkte Anbindung von Heimarbeitsplätzen an Firmennetzwerke hat zu einem Run auf Halbleiterkomponenten geführt.

Dazu kommt, dass sich während der Covid-19-Pandemie die weltweiten Warenströme und Lieferketten in der Semiconductor-Industrie tiefgreifend verändern. Das hat insoweit nachhaltige Auswirkungen, da gerade diese Branche hohe Anforderungen an Qualität und Präzision im Fertigungs- und Inspektionsprozess stellt. Außerdem wächst der Druck zur Automatisierung aufgrund rasant steigender Arbeitskosten. Und nicht zuletzt fehlt auch hier – wie in den meisten technisch orientierten Industriezweigen – qualifiziertes Fachpersonal. Aus all diesen Gründen sind die Hersteller von Halbleiterkomponenten gezwungen, ihre Wertschöpfungsprozesse zu optimieren und die Produktionskapazitäten schnell und flexibel an veränderte Bedingungen anzupassen.

## Bildverarbeitung ermöglicht hohen Automatisierungsgrad

Machine Vision, also die industrielle Bildverarbeitung, bietet das Potenzial, genau diese Herausforderungen schnell und effizient zu meistern. Entsprechende Applikationen leisten bereits heute einen wertvollen Beitrag zur durchgängigen Vernetzung und Digitalisierung von Produktionsabläufen im Sinne

von Industrie 4.0 und Smart Factory – von der Fertigung über die Qualitätssicherung bis hin zu logistischen Workflows.

Machine Vision ermöglicht robuste Erkennungsraten und damit einen hohen Grad an Automatisierung in Montage und Inspektion. Zudem ist die industrielle Bildverarbeitung in allen denkbaren Produktionsumgebungen bereits eingebunden, rund um die Uhr sowie unabhängig von menschlichen Arbeitszeiten einsetzbar und den menschlichen Kolleginnen und Kollegen hinsichtlich der Zuverlässigkeit bei Kontrolltätigkeiten überlegen.

Am häufigsten zum Einsatz in der Halbleiterproduktion kommen Matching-Verfahren. Die Lage von Objekten kann mit einer Genauigkeit von bis zu 1/20 Pixel im Bild bestimmt werden, wodurch sich diese präzise ausrichten lassen. Weitere elementare Anwendungen sind das Vermessen, OCR, also die Texterkennung sowie die Qualitätsinspektion beim Schweißen.

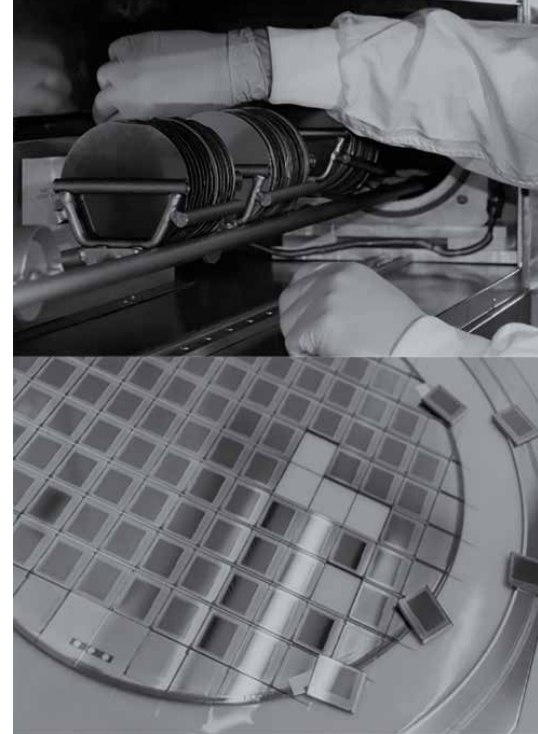
## Mehrere Prozessschritte in der Semiconductor-Fertigung

Die Produktion von Halbleitern ist durch komplexe Workflows gekennzeichnet und umfasst mehr als 1.000 Prozessschritte. Im Wesentlichen setzt sich die Produktion aus drei Phasen zusammen:

- der Wafer-Produktion,
- dem Front-end- und
- dem Back-end-Prozess.

Die Bearbeitung der Wafer ist wiederum in mehrere Einzelschritte gegliedert. Dazu gehören:

- das Schneiden der Gussblöcke in Wafer,
- das Sortieren, Polieren und Ätzen der Schaltkreise,
- die Prüfung durch Prober,
- das Schneiden,
- das Ball- und Draht-Bonding sowie
- das Verpacken.

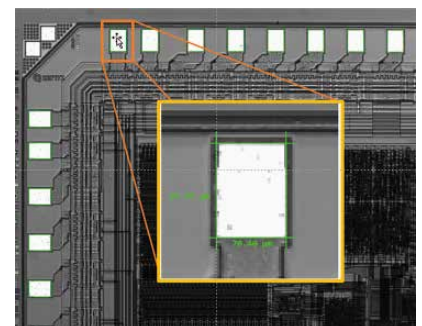


▲ Die industrielle Bildverarbeitung kann die Ergebnisse in nahezu allen Prozessschritten der Halbleiterfertigung signifikant verbessern.

In nahezu allen Prozessschritten kann die industrielle Bildverarbeitung unterstützen und die Ergebnisse signifikant verbessern. Dies gilt vor allem für die Qualitätskontrolle, die bei der Verarbeitung der Wafer einen besonderen Stellenwert einnimmt. Die Anforderungen an die Geschwindigkeit und Präzision sind hierbei sehr hoch. So müssen hier Genauigkeiten im Mikrometer-Bereich (My) eingehalten werden, um die Qualität der Komponenten zu gewährleisten. Daher ist es erforderlich, sämtliche Fertigungsschritte sehr kleinteilig und lückenlos zu überwachen. Hierbei lassen sich vielfältige Prüfaufgaben mit Bildverarbeitung lösen.

## Ausrichtung der Wafer mittels Bildverarbeitung

Dabei kommt dem Matching die bedeutendste Rolle im Qualitätssicherungsprozess zu. Ein Beispiel ist das Prober-Testing. Dabei geht es um die Ausrichtung der Wafer. Schon kleine Positionierungsfehler können dazu führen, dass zum Beispiel die Prober-Nadel ihr Ziel verfehlt und den Chip zerstört. Zur Positionierung werden die Dies, also die einzelnen



Bildverarbeitung kommt hier zum Einsatz, um die Kontaktstellen (Pads) auf den Chips mittels subpixelgenauer Kantendetektion zu vermessen.

**MIDOPT**  
MIDWEST OPTICAL SYSTEMS, INC.



## INNOVATIVE FILTER DESIGNS FOR INDUSTRIAL IMAGING

**Optical Performance:**  
high transmission and  
superior out-of-band  
blocking for maximum  
contrast

**StABLEEDGE® Technology:**  
superior wavelength  
control at any angle or lens  
field of view

**Unmatched Durability:**  
durable coatings designed  
to withstand harsh  
environments

**Exceptional Quality:**  
100% tested and inspected  
to ensure surface quality  
exceed industry standard



### AUTOR

**Mario Bohnacker**  
Technical Product Manager Halcon  
bei MVTec Software

### KONTAKT

MVTec Software GmbH, München  
Tel: +49 89 457 695 0  
sales@mvtec.com  
www.mvtec.com

 MIDOPT.COM

info@midopt.com  
+1-847-359-3550



Chips auf dem Wafer, auf den gegenüberliegenden Seiten des Wafers mittels Shape Matching exakt lokalisiert und die nötige Positionskorrektur errechnet.

Ein weiteres Beispiel eines Prozesses, bei dem Matching-Verfahren zum Einsatz kommen, ist das Schneiden der Wafer. Dabei geht es darum, Maschinen für die Weiterverarbeitung der Wafer vorzubereiten. Die Herausforderung liegt darin, die Ausrichtung und Position des Wafers zu bestimmen. Hierbei wird mit einem Machine-Vision-Verfahren das Rotationszentrum bestimmt, woraus sich schließlich die exakte Ausrichtung ermitteln lässt. Anschließend helfen Algorithmen und Filter zur Kantendetektion dabei, die einzelnen Chips auf dem Wafer hochgenau zu vermessen, um die optimalen Schnittkanten zu bestimmen.

### Positionsbestimmung des Chips im Gehäuse

Sind die einzelnen Chips aus dem Wafer geschnitten, werden diese im nächsten Prozessschritt im Elektronikbauteil eingesetzt. Hier ist die Positionsbestimmung ein wichtiges Element in der Qualitätskontrolle. Konkret geht es zum Beispiel darum, nach dem Einsetzen des Chips in das Elektronikbauteil die Position des Chips relativ zum Gehäuse zu bestimmen. Dies ist wichtig für das folgende Draht-Bonding, das die elektronische Verbindung zwischen dem Chip und dem Bauteil herstellt.

Beim Draht-Bonding kommen mehrere Qualitätsinspektionsaufgaben zum Einsatz. Bei einigen Chiptypen muss etwa die Höhe der Drähte geprüft werden. Weitere Inspektionen dienen dazu, Fehler zu erkennen. Defekte können falsche Position, eine fehlerhafte Schnittlänge und falscher Druck beim Bonden sein. Hier kommen Machine-Vision-Technologien zum Einsatz, um die Kontaktstellen (Pads) und Drähte zu extrahieren und die relevanten Bereiche einzugrenzen. Diese werden anschließend bezüglich ihrer Ausrichtung und Überlappung analysiert, um eine korrekte Verbindung sicherzustellen.

Weitere elementare Technologien sind Identifikationsverfahren wie Optical Character Recognition (OCR, dt. optische Zeichenerkennung). Diese ermöglichen das präzise Auslesen von Zahlenkombinationen und damit das Erkennen der Komponenten. Denn die Wafer sind mit einer Losnummer gekennzeichnet, die ein Laser eingraviert. Auch lassen sich ECC200-Codes (eine Variante von Datamatrix-Codes) eindeutig auslesen, um jeden Chip nachzuverfolgen. Über diese ID-Nummern lässt sich jeder Wafer an der Produktionslinie identifizieren.

### Bildverarbeitungs-Tools flexibel und einfach kombinieren

Die Machine-Vision-Standardsoftware Halcon von MVTec Software etwa bietet einen um-

fangreichen Werkzeugkasten, der viele nützliche Funktionen für automatisierte Inspektionsprozesse in der Halbleiterfertigung bereithält. Hierzu gehören die Oberflächeninspektion, Shape Matching, Fehlererkennung, Vollständigkeitskontrolle, Alignment, Deep Learning, 2D- und 3D-Objekt- sowie Positionserkennung, 2D- und 3D-Vermessung, 3D-Vision, das Lesen von Barcodes und Datacodes sowie OCR.

Die Bildverarbeitungs-Software lässt sich noch für viele weitere Prozessschritte in der Semiconductor-Fertigung wie etwa das Testen von Wafern durch Prober, das Schneiden von Wafern oder das Ball- und Draht-Bonding nutzen. Dabei besteht der besondere Vorteil von Halcon im Funktionsumfang, mit dem sich ein vielfältiges Aufgabenspektrum bei der Halbleiterproduktion lösen lässt. Zudem ist es möglich, die Werkzeuge und Operatoren nahtlos, flexibel und einfach zu kombinieren. So entstehen individuelle Lösungen, die die jeweiligen Anforderungen des Qualitätsmanagements in der Branche optimal abdecken. ■

# Vision-Sensor für das einfache Lesen von Codes

Kameragestützte, modulare 2D-Vision-Sensoren schließen Lücke zwischen einfachen Codelesern und Vision-Sensoren einerseits und aufwendigen Bildverarbeitungssystemen andererseits

**Die Automatisierung in der Produktions- und Lagerlogistik erfordert flexible Lösungen, die keine unnötige Komplexität schaffen. Ideal sind Geräte, die mehrere Aufgaben erledigen können und damit den Integrationsaufwand reduzieren – so wie kameragestützte Vision-Sensoren.**

**B**arcodes und Datamatrix sind im Alltag und in der Industrie allgegenwärtig. Jedes Smartphone kann ihre Botschaften heute bereits entschlüsseln. Und in der Produktions- und Lagerlogistik ist das Auslesen von 1D- und 2D-Codes zur Steuerung von Warenströmen elementar. Für diese Grundfunktion stehen zahlreiche Sensortypen zur Verfügung. Wie schnell einfache Codeleser an ihre Grenzen stoßen können, erlebt man häufig an der Supermarktkasse: Nach dem x-ten vergeblichen Abfahren des Codes tippt die Kassenkraft eine lange Zahl von Hand ein.

Die Codelesung ist eben nur scheinbar eine einfache Aufgabe. In automatisierten Abläufen mit hohem Durchsatz und variablen Zielobjekten wird sie zur hochkomplexen Anforderung. Schlichte Codeleser können sie nur bewältigen, wenn die Codes in präziser Ausrichtung den Lesebereich passieren und einen klaren Kontrast aufweisen. Bei unterschiedlichen Codesymbologien, glänzenden Oberflächen, unregelmäßigen Farbkontrasten oder hoher Fördergeschwindigkeit sind sie schnell überfordert.

Bei der Objektidentifikation anhand von Formen und Konturen gelten ähnliche Abgrenzungen. Relativ einfache Sensoren reichen aus, wenn die Zielobjekte gleichartig, immer annähernd präzise ausgerichtet und in nicht allzu flottem Tempo auf dem Förderband unterwegs sind. Auch hier muss der Sensor umso mehr differenzieren können, je größer die Variationen im Ablauf sind. Deren Ausmaß nimmt mit der Tiefe der Automation und mit jedem Schritt in Richtung Industrie 4.0 weiter zu. Zugleich wäre aber der Einsatz komplexer Vision-Systeme, die solche Aufgaben bewältigen, für typische lagerlogistische Anwendungen zu teuer.

## Lückenschluss zwischen Codeleser und Vision-System

Die kameragestützten 2D-Vision-Sensoren der Baureihe VOS schließen die Lücke zwischen einfachen Codelesern und Vision-Sensoren auf der einen und aufwendigen Bildverarbeitungssystemen auf der anderen Seite. Ihr Funktionsumfang umfasst 2D-Bildverarbeitung und 2D-Positionierung in der X- und Y-Achse, Anwesenheits- und Vollständigkeitsprüfung, Form- und Farberkennung, Lageerkennung, Raumüberwachung, Vermessung von Konturen sowie das automatisierte Lesen von Codes und Texten (OCR).

Verschiedene Funktionen können miteinander kombiniert werden.

Alle Geräte der Baureihe sind für die Codelesung geeignet. Die gängigen Code-Symbologien sind in der Software hinterlegt. Die Sensoren können glänzende und spiegelnde Oberflächen durch eine interne Vorfilterung kompensieren. Sie erkennen die Codes unabhängig von deren Platzierung und Ausrichtung. Zudem sind sie in der Lage, mehrere Codes gleichzeitig zu erfassen und in ihrer Qualität zu bewerten. Beim Einsatz mehrerer VOS-Geräte in derselben Anwendung, wenn etwa Codes von mehreren Seiten gelesen werden, fungiert eines der Geräte als primärer Sensor, dem die anderen in einem Sekundärkreis zugeordnet sind. Die Signale werden vom primären Sensor sortiert und als valide Daten an die Steuerung ausgegeben.

Zur Baureihe gehören drei weitere Grundgeräte, bei denen die aufsteigende Zahl in der Typenbezeichnung – VOS1000, VOS2000, VOS5000 – auf den zunehmenden Umfang an Funktion und Ausstattungsoptionen hinweist. Gemeinsam ist ihnen das gleiche kompakte Gehäuse, das die Kamera mit Bildaufnahmechip und verstellbaren Objektiven, die Beleuchtung sowie die integrierte Auswertung, digitale Ausgänge und Kommunikationsschnittstellen enthält.



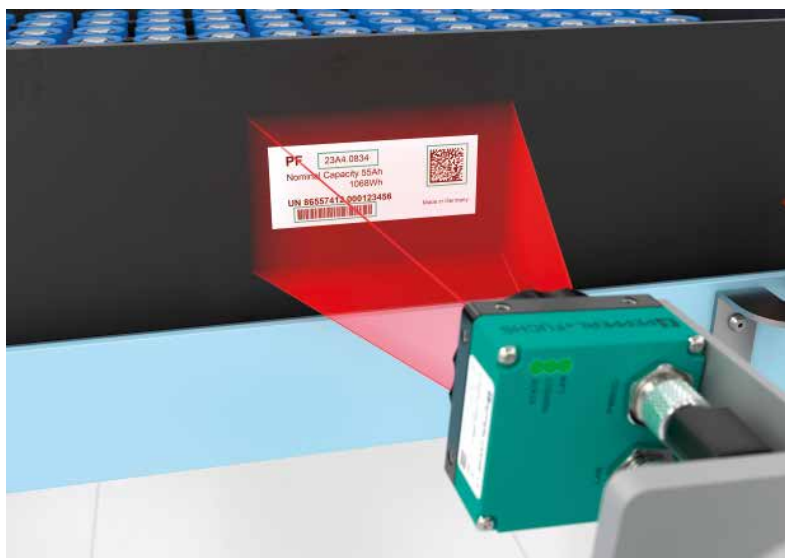


Bild: Pepperl+Fuchs

### Codelesung mit Textlesung kombiniert

#### Komplettpaket für Hard- und Software

Das Zubehör-Portfolio der VOS-Baureihe umfasst unter anderem hochpräzise Industrieobjektive mit C-Mount-Anschluss und verschiedenen Brennweiten für ein immer optimales Sichtfeld. Sie sorgen zudem bei geringer Verzeichnung für die größtmögliche Bildschärfe und können passend zu Prüfkriterium, Messabstand sowie Größe des Messobjekts gewählt werden. Es gibt Geräte mit integriertem Ringlicht und solche mit externer Beleuchtung mit Zubehör für besondere Anforderungen: seitliche oder rückseitige Beleuchtung, Hell- und Dunkel-feldbeleuchtung. Es stehen unterschiedliche Öffnungswinkel zur Verfügung, sodass auch sehr breite und kompakte Sichtfelder optimal ausgeleuchtet werden können. Für maximale Lichtleistung und fremdlichtsichere Detektion unabhängig vom Messabstand ist ein integrierter Blitz-Controller zuständig. Sehr kurze Blitzzeiten erlauben die Erkennung von Objekten und Codes auch bei schneller Bewegung.

Zum Komplettpaket gehört ein lizenzkostenfreier Software-Werkzeugkasten mit fertig programmierten Tools. Es erlaubt zum Beispiel, ein Referenzbild zur graphischen Parametrierung zu verwenden. Mit der dynamischen Einlernfunktion oder einer Nullpunkt-Referenzierung können neue Objektformen in einen Prozess eingeführt werden. Eines der Tools liefert auf dieser Grundlage Daten zur Lagebestimmung von Objekten für das Sortieren und Verpacken mit Robotern. Man kann für eine Messaufgabe auch mehrere Tools miteinander kombinieren, etwa eine Codelesung mit einer Formerkennungsroutine. Das Format der Datenausgabe kann an spezifische Erfordernisse angepasst werden. Mit den Tools ist eine sehr breite Palette von typischen Anwendungen bereits abgedeckt, sodass kostenpflichtige Zusatzsoftware nicht benötigt wird.

#### Anwendungsbeispiele

##### Pick & Place

Roboter erledigen das Sortieren und Verpacken der Produkte. Für eine zuverlässige Handhabung benötigen sie präzise Daten zur Lagebestimmung des jeweiligen Zielobjekts. Dieses befindet sich in der Regel in einer Verpackungstüte. Ein Vision Tool zur Ermittlung der exakten Lage- und Positionsdaten ist in der Software der VOS-Baureihe bereits enthalten. Es erledigt auch ihre Weitergabe im passenden Datenformat. Mit der dynamischen Einlernfunktion oder der Nullpunkt-Referenzierung können jederzeit neue Objektformen aufgenommen werden. Das Tool erfasst verschiedenartige Objekte im selben Prozess und ordnet sie zu.

##### Codelesung

Die Lesung erfolgt unabhängig von der Platzierung der Codes im Messfeld oder ihrer Ausrichtung. Aus dem Portfolio können Objektiv und Beleuchtung passend gewählt werden. So lassen sich auch größere Messfelder und Messabstände bis zu zwei Meter abdecken. Für glänzende und spiegelnde Oberflächen gibt es optische Filter. Beim Einsatz mehrerer Geräte übernimmt ein Sensor die Primärfunktion, sodass die Steuerung valide Daten von nur einer Kamera erhält. ■

#### AUTOR

##### Markus Karch

Global Produktmanager für Industrial Vision Components bei Pepperl+Fuchs

#### KONTAKT

Pepperl+Fuchs SE, Mannheim  
Tel.: +49 621 776 0  
www.pepperl-fuchs.com

## Ease Your Inspection with Multi-field Imaging

### 8K PRO Line Scan Camera



- ▶ Accurate detection with multi-field imaging for complex surfaces
- ▶ TDI function enhances image performance
- ▶ PRNUC correction improves image uniformity
- ▶ Great flexibility with multi-sided mounting



#### Apply for a sample:

hikrobot@hikrobotics.com

www.hikrobotics.com

Follow Hikrobot on    

# Swir-Sensoren von Sony und ihre Anwendungen

Sichtbarer sowie NIR- und Swir-Wellenlängenbereich für zusätzliche Informationen zur Beurteilung der Produktqualität

Ein neues und für industrielle Anwendungen vielversprechendes Verfahren ist die Verwendung von Infrarotlicht mit naher und kurzer Wellenlänge (NIR und Swir), um Informationen zu gewinnen, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind. In vielen Fällen ergänzen die Informationen, die bei diesen Wellenlängen erfasst werden, die Daten des sichtbaren Spektrums (350 bis 750 nm). In diesem Artikel wird definiert, dass NIR-Wellenlängen im Bereich von 750 bis 900 nm liegen und Swir-Wellenlängen im Bereich von 900 bis 2.500 nm.

**O**bwohl in vielen Machine-Vision-Anwendungen mit Licht im NIR-Spektrum gearbeitet wird, kommen typischerweise Sensoren zum Einsatz, die als Nebenprodukt zu klassischen Machine-Vision-Sensoren und -Kameras nicht auf das NIR-Spektrum optimiert sind und somit nur eine geringe Quanteneffizienz in diesem Bereich aufweisen. CMOS-basierte Sensoren sind für einen Teil des NIR-Spektrums (ca. 750 nm bis 1.000 nm) zwar empfindlich, können aber (im Vergleich zur Spitzenempfindlichkeit) nur etwa 10 Prozent bis 30 Prozent des Lichts detektieren (bei längeren Wellenlängen ist dieses Detektionsvermögen stark abfallend). Zudem haben sie einen auf etwa 400 nm bis 1.000 nm begrenzten Spektralbereich, der nicht alle NIR-Wellenlängen abdeckt.

Um den NIR- und Swir-Wellenlängenbereich besser abzudecken, kann ein InGaAs-Sensor verwendet werden. Dieser besteht aus einer Indiumarsenid- (InAs) und Galliumarsenid-Legierung (GaAs). Typischerweise haben diese Sensoren eine Spektralempfindlichkeit, die zwischen 900 und 1.700 nm sowie zwischen 1.100 und 2.600 nm variieren kann. Der jeweilige Wellenlängenbereich des Sensors wird bereits in seinem Herstellungsprozess durch ein bestimmtes InAs- und GaAs-Verhältnis vorgegeben.

Für Anwendungen, in denen Daten aus dem sichtbaren sowie dem NIR- und Swir-

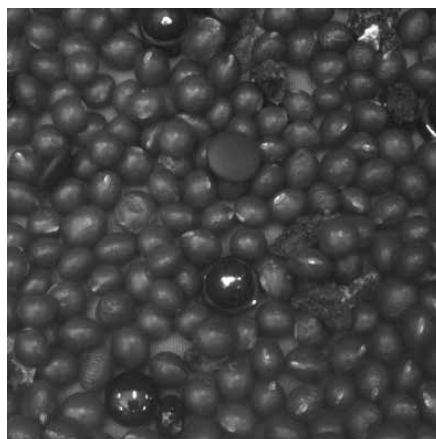
Bereich benötigt werden, müssen mehrere Kameras mit unterschiedlichem Strahlengang und verschiedenen Optiken eingesetzt werden. Die Überlagerung der Datensätze ist kompliziert und die gesamte Lösung letztlich teuer. Hinzu kommt, dass die Pixelgrößen einer CMOS-basierten Kamera kleiner sind (typischerweise 1  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$ ) als bei Kameras mit InGaAs-Sensoren (typischerweise 10  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$ ). Das erschwert die Zusammen-



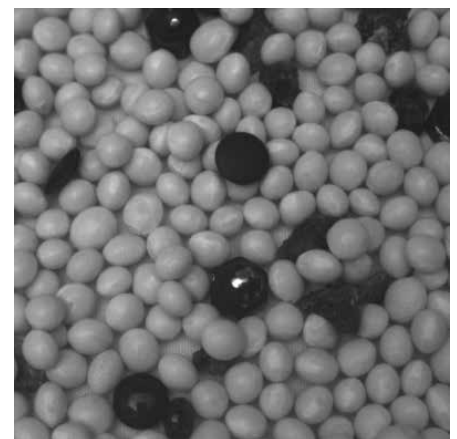
Qualitätskontrolle bei Obst mit sichtbarem Licht



Qualitätskontrolle bei Obst mit Swir-Licht



Bohnsensortierung mit sichtbarem Licht



Bohnsensortierung mit Swir-Licht

führung der Daten der erfassten Bilder auf Pixelebene zusätzlich.

### Kostenintensive Multispektralsysteme

In Anwendungen, die ein größeres Wellenlängenspektrum erfordern, müssen oft mehrere Kameras eingesetzt werden, damit alle Bild-daten des jeweiligen Bereichs erfasst werden können. Meistens werden für jedes Spektralband spezielle Kameras mit unterschiedlichen Sichtfeldern, Optiken und Pixelgrößen verwendet. Die von diesen Kameras erzeugten Momentaufnahmen müssen kalibriert und aufeinander abgestimmt werden, bevor die Datenanalyse beginnen kann. Nachteilig ist hier, dass diese Systeme sehr anfällig für Vibrationen und Fehlausrichtungen sind. Um die werkseitige Kalibrierung unverändert nutzen zu können, muss die Befestigung der Kameras robust sein, damit sie während des Transports, der Installation und der Anwendung nicht dejustiert und eine erneute Kalibrierung erforderlich wird. Bei einer Neukalibrierung ist das gesamte Bildverarbeitungssystem offline, das heißt die Prüfanlage ist nicht in Betrieb und die Effizienz beziehungsweise die Leistung der Produktionsanlage verringert sich. Kamerahersteller, die Swir-Sensoren in ihre Geräte einbauen, müssen sich auch mit den Herausforderungen, die die Implementierung mit sich bringt, beschäftigen, zum Beispiel mit der Bewertung von Dunkelstrompegeln, starken Abschattungen, Fixed-Pattern-Rauschen und großen Pixelfehlern. Das alles verringert die Qualität des Ausgangssignals und muss bei der Entwicklung der Hardware und Software der Kamera berücksichtigt werden. Zudem arbeiten viele dieser Kameras mit analogen Sensoren, die für sich allein schon recht teuer sind und die noch zusätzliche Hardware-Komponenten zur Steuerung und zum Auslesen der Daten erfordern. Alles in allem erhöht das die Gesamtkosten dieser Kameras, weshalb ihr Einsatz in einigen Fällen Anwendungsfällen unrentabel ist.

### Die Swir-Sensortechnologie von Sony

Sony ist ein relativ neuer Anbieter auf dem Markt für industrielle Swir-Sensoren. Die neueste Swir-basierte Technologie nutzt viele der früheren Technologien, die für CCDs und CMOS-Sensoren entwickelt wurden. Es handelt sich um den weltweit ersten nichtmilitärischen CMOS-ähnlichen Sensor, der sowohl den sichtbaren als auch den Swir-Wellenlängenbereich abdeckt – ein InGaAs-basierter Sensor, bei dem sich der licht-sensitive Teil auf einem Silizium-Backend (Si) mit Auslese- und Steuerelektronik sowie Speicher befindet. Eine Kupfer-Kupfer-Kontaktierung (Cu-Cu) verbindet den InGaAs- und Si-Layer. Dieser Bildsensor deckt sowohl den sichtbaren als auch den NIR- und Swir-Wellenlängenbereich mit einer Spektralempfindlichkeit von 0,4 µm bis 1,7 µm ab.

Das bedeutet, dass sich alle Anwendungen, in denen Daten aus diesen Wellenlän-

genbereichen erforderlich sind, mit nur einem Sensor bzw. einer Kamera realisieren lassen und dass die Bilddaten des sichtbaren Lichts mit den NIR- und Swir-Daten exakt übereinstimmen – und zwar auf Pixelebene, ohne zusätzliche Kalibrierung. Dieser Vorteil vereinfacht das Design eines Vision-Systems und die Bildanalyse erheblich, da die Bilder nicht erst miteinander verglichen und dann entsprechend angepasst werden müssen.

Sony hat anfänglich mit dem IMX990 und dem IMX991 zwei Swir-basierte Sensoren mit ähnlichen Eigenschaften und Merkmalen entwickelt. Beide basieren auf den Pregius digital Sensoren und bieten dementsprechend auch die CMOS-ähnliche Bedienbarkeit, Funktionalität und Einheitlichkeit: Alle Modelle befinden sich in einem keramischen PGA-Gehäuse und haben die gleiche Pin-Konfiguration. Somit sind für die Sensoren keine unterschiedlichen Board-Designs notwendig. Jedes Modell kann für die thermoelektrische Kühlung (TEC) optional mit einstufigen Peltier-Elementen ausgestattet werden, um die Rauschakkumulation durch Dunkelstrom (aufgrund der Wärmeentwicklung bei der Aufnahme von Bildern mit längerer Belichtung) zu reduzieren. Mittels TEC lässt sich eine Temperaturdifferenz von etwa 30 °C erzielen (bei einer Temperatur Ta von 45 °C).

Beide Sensoren nutzen die neue SenSwir-Technologie von Sony: Durch eine dünnere Indiumphosphid-Oberflächenschicht (In-P) ermöglicht diese eine bessere Erkennung der sichtbaren Wellenlänge in einem größeren Bereich. In Kombination mit der Cu-Cu-Verbindung können mit dieser Technologie die Pixel stark verkleinert werden. Mit 5 µm haben die Sensoren laut Hersteller die kleinsten InGaAs-basierten Pixel in der Branche. Die Quanteneffizienz (QE) im sichtbaren Bereich ist gleichmäßig; im NIR-Bereich ist sie sehr hoch – sie erreicht hier einen Spitzenwert von über 75 Prozent bei 1.300 nm. Der Sensor IMX990 (1/2-Typ) bietet bei 130 fps eine SXGA-Auflösung (1.280 x 1.024), der IMX991 (1/4-Typ) bei 250 fps eine VGA-Auflösung (640 x 512). Beide Global-Shutter-Sensoren geben die Bilddaten über einen 2- beziehungsweise 4-Kanal-SLVS-Transceiver aus. Durch ihre kleineren Gehäuse und die digitale Signalübertragung können sie einfacher und schneller in jedes beliebige neue Kameradesign implementiert werden.

### Anwendungsbereiche

In Machine-Vision-Anwendungen kommen seit langem verschiedene Sensoren zum Einsatz, um Bilder bei unterschiedlichen Wellenlängen aufzunehmen. Im Markt gibt es theoretisch viele multispektrale Anwendungen, in der Praxis jedoch hemmen die hohen Kosten den standardmäßigen Einsatz der Kameras zum Erfassen nicht sichtbarer Wellenlängen. Aus diesem Grund werden die neuen Sony-Sensoren von der Machine-Vision-Industrie bereits erwartet. Von einer Kamera, die das

sichtbare Licht einschließlich des Swir-Spektrums erfasst, können bestimmte Branchen unmittelbar profitieren:

#### Anwendung 1: Lebensmittelverarbeitung und -überwachung

Bei den hier aufgenommenen Bildern kommt es vor allem auf den Kontrast an, durch den man Mängel und Schmutz gut erkennen kann, da diese das Licht anders reflektieren als ein unbeanstandetes Produkt. Normalerweise wird ein hoher Kontrast zum Hervorheben der mangelhaften Stellen durch verschiedenfarbiges Licht und/oder Farbfilter erzielt. Wenn das Fremdmaterial aber ein ähnliches Reflexionsspektrum hat wie die Lebensmittel, beispielsweise bei der Sortierung von Bohnen, steht der Anwender vor besonderen Herausforderungen. In einem solchen Fall sind Metall, Steine und Plastik im sichtbaren Spektrum nur schwer zu erkennen. Sobald man sie aber im Swir-Bereich analysiert, stechen sie optisch hervor und sie lassen sich leicht aus dem Gemenge herausfiltern.

#### Anwendung 2: Unterscheidung von Salz, Zucker und Mehl

Eine weitere Anwendung ist die Unterscheidung von Salz, Zucker und Mehl. Alle diese Lebensmittel sehen im RGB-Spektrum sehr ähnlich aus, haben aber ein unterschiedliches Reflexionsvermögen bei Swir-Licht. Werden die pulverförmigen Lebensmittel Swir-Licht ausgesetzt und mit einer Swir-Kamera abgebildet, lassen sie sich leicht eindeutig erkennen und sortieren.

#### Anwendung 3: Mängel und Druckstellen an Obst erkennen

Obst kann Mängel und Druckstellen haben, ohne dass diese gleich bemerkt werden. Oft bemerkt man diese erst, wenn es in den Supermarktregalen liegt. Doch dann kaufen es die Kunden nicht mehr; es verkommt und belegt Platz, der für makelloses Obst genutzt werden könnte. Mit Swir-basierten Inspektionssystemen kann man hinter die Obstschale blicken, um Mängel zu erkennen und das Obst für die Weiterverarbeitung auszusortieren. Somit kann dafür gesorgt werden, dass nur bestes Obst in die Regale kommt und aufgrund der besseren Qualität bei anspruchsvollen Kunden auch höhere Preise erzielt. ■

#### AUTOR

**Darren Bessette**  
Category Manager Devices  
bei Framos

#### KONTAKT

Framos GmbH, Taufkirchen  
Tel.: +49 89 710 667 0  
[www.framos.com](http://www.framos.com)

Bild: Spectra



### Embedded Server für Deep Learning und Machine-Vision-Anwendungen

Der Embedded Server Powerbox 4000 AC C621A von Spectra eignet sich für anspruchsvolle Anwendungen im Bereich der industriellen Bildverarbeitung. Unterstützt wird die Datenverarbeitung durch 32 GB RAM und zwei NVMe M.2 SSDs mit 512 GB Kapazität. Außerdem gehört eine Nvidia RTX-A2000-Grafikkarte mit 4 x Mini-Display-Ports 1.4a zur Ausstattung. Je ein PCIe (x16) 4.0 und PCIe (x8) 4.0 Slot stehen für Erweiterungen zur Verfügung sowie zwei 10 GLAN und vier GLAN.

Die Powerbox 4000AC befindet sich in einem 340 x 330 x 133 mm großen Aluminiumgehäuse. Zudem ist das Betriebssystem Microsoft Windows 10 IoT Enterprise LTSC 2021 vorinstalliert.

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

Bild: Rauscher



### Zeilenkamera-Familie mit hoher Auflösung

Die von Rauscher vertriebene VL-Zeilenkameraserie von Vieworks umfasst Monochrom- und Farbmodelle mit Auflösungen von 2.048, 4.096, 8.192 und 16.384 Bildpunkten, die Zeilenraten von 50 kHz bei der 16k-Kamera und bis zu 200 kHz bei den 2k- und 4k-Modellen zulassen. Durch die eingesetzten Dual-Line-CMOS-Sensoren mit 7 x 7 µm Pixelgröße bieten die 2k-, 4k- und 8k-Kameras eine deutlich höhere Empfindlichkeit als vergleichbare Kameras mit Single-Line-Sensoren.

Die monochrome 16k-Variante ist mit einem Single-Line-CMOS-Sensor mit 3,5 µm Pixelgröße ausgestattet. Je nach Sensorgröße verfügen sie über einen M42- beziehungsweise M72-Mount.

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

Bild: Teledyne Flir



### Ungekühltes Thermokameramodul für mehr Bilddetails

Das in den USA hergestellte OEM-Langwellen-Infrarot-Wärmekameramodul (LWIR) von Boson+, Boson Plus 640, 24° (HFOV) 18 mm, verfügt über eine thermische Empfindlichkeit von 20 mK oder darunter und einen aktualisierten AGC-Filter (automatische Kontrastabstimmung), der einen verbesserten Szenenkontrast und eine optimierte Schärfe in allen Umgebungen bietet.

Eine überarbeitete Videolatenz sorgt für eine bessere Nachverfolgung und Suchleistung. Zudem verfügt das Modul über ein weiterentwickeltes 12 µm 640 x 512 Focal Plane Array (FPA) und AGC. Die in der Praxis erprobten mechanischen, elektrischen und optischen Schnittstellen von Teledyne Flir Boson werden beibehalten.

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

Bild: Ximea



### Kompakte Kameramodelle mit vollem Geschwindigkeitspotenzial

Ximea hat Vollgeschwindigkeitsmodelle mit Sony CMOS Pregius S Sensoren der vierten Generation eingeführt. Zu den Eigenschaften der Sensoren gehören Pixel von 2,74 µm in Kombination mit der BSI-Technologie (Backside Illumination). Die kleinen Pixel ermöglichen kompaktere Sensoren mit einer

Auflösung von 24,5 Megapixeln. Die Rückseitenbeleuchtung kompensiert die kleinen Pixel und verbessert die Standardparameter, indem sie geringes Rauschen, einen hohen Dynamikbereich und eine hohe Empfindlichkeit bietet.

Die geringe Pixelgröße ermöglicht den Einsatz von C-Mount-Objektiven. Die Sensoren sind in einem kleinen Formfaktor integriert; der Kamerakopf misst 26 x 26 x 33 mm. Er ist in einem Gehäuse untergebracht, bei dem der Sensor abgenommen werden kann, während das Kameragehäuse die Geschwindigkeit durch 32 Gbit/s erhöht.

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

Bild: Fujifilm



### Heavy-Duty-Objektive für erschwerte Betriebsbedingungen

Die Fujinon HF-XA-1F Serie verfügt über die Anti-Shock & Vibration-Technologie von Fujifilm und hat eine robuste mechanische Konstruktion ohne bewegliche Teile im Inneren des Objektivs. Der Fokus wird mit dem speziellen C-Mount und seinem Mutter- und Gegenmutterssystem eingestellt. Durch den Austausch der verschraubten Blendenplatte lässt sich die Blende an die Bedürfnisse des Anwenders anpassen. Dies sorgt für eine hohe optische Stabilität und Langlebigkeit, auch unter rauen Bedingungen.

Die Serie eignet sich für Bildsensorengrößen von 2/3 bis 1/1,2 Zoll und Auflösungen bis zu 5 Megapixel und ist in fünf Brennweiten von 8 bis 35 mm erhältlich.

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

FALCON®

LEIHSTELLUNG VON  
LED BELEUCHTUNGEN

FÜR DIE INDUSTRIELLE  
BILDVERARBEITUNG

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

+49 7132 99169-0



Bild: Roland Maier/SVS-Vistek



### Performance-Kameraserie mit 24,5 MP und 124 FPS

Die FXO-Kameras von SVS-Vistek basieren auf Pregius-S-Bildsensoren der IMX54x-Serie von Sony. Die Bilder können aus kleinen 2,74 µm großen Pixeln mit Global Shutter erzeugt werden, ihr Dynamikumfang beträgt typischerweise 72 dB. Die FXO-Modelle sind mit Auflösungen von 5 bis 24,5 Megapixeln und Bildraten von 30,4 bis 124 fps erhältlich.

Zusätzlich zu den Standardfunktionen wie ROI, LUT und Binning bieten erweiterte Funktionen wie die SVS-Vistek-Farbumwandlungssteuerung leistungsstarke Optionen für den Einsatz vor Ort. Diese ermöglicht die Konvertierung von Farbräumen für eine bessere Farbwiedergabe, um Bilder entsprechend der menschlichen Farbwahrnehmung anzuzeigen.

Neben vorgefertigten Umrechnungsmatrizen für die standardisierten Lichttemperaturen D50, D65, TL84 und A können Anwender auch eigene Umrechnungsmatrizen definieren und so die Farbwiedergabe an spezifische Beleuchtungssituationen anpassen. Als FPGA-basiertes Feature läuft die geänderte Farbdarstellung in Echtzeit und ohne Zeitverlust in der Firmware der Kamera ab.

[www.svs-vistek.com](http://www.svs-vistek.com)

Bild: Teledyne Dalsa



### Zeilenkamera erkennt Fehler auf und unter der Oberfläche

Teledyne Dalsa, ein Unternehmen von Teledyne Technologies, gibt die Einführung des multispektralen Zeilenkameramodells Linea ML 8k mit Camera Link HS (CLHS) bekannt. Diese hochauflösende Zeilenkamera bietet spektral unabhängige RGB- und NIR-Ausgänge und erkennt Defekte auf und unter der Oberfläche von vielen Materialien, Komponenten und Produkten.

Die Multispektralkamera verwendet den 8k-Quad-Linear-CMOS-Sensor mit einer Pixelgröße von 5x5 µm und liefert eine maximale Zeilenrate von 70 kHz x 4 über eine CLHS-Glasfaserchnittstelle. Sie verfügt außerdem über integrierte SFP+-Transceiver, die elektrische Signale in optische Signale umwandeln und über LC-Stecker an Glasfaserkabel angeschlossen werden können.

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

Bild: Basler



### Basler erweitert 3D-Portfolio um industrietaugliche Stereokameras

Basler ergänzt seine 3D-Produktpalette für bildgeführte Robotik um eine Stereokamera-Serie für Anwendungen in der Fabrikautomation und Logistik. Die fünf Modellvarianten sind in Basisabständen von 65 und 160 mm verfügbar, jeweils in Monochrom- und Farbversionen.

Alle Kameras verfügen über ein vorinstalliertes, modulares Software-Paket, das sich für Robotik-Applikationen eignet. Durch die Onboard-Verarbeitung benötigen die Kameras keine externen Computer. Das bereits installierte Software-Paket enthält sechs Module, die auf verschiedene Robotik-Anwendungen abgestimmt und individuell wählbar sind. Für diese Erweiterung arbeitet das Unternehmen mit Roception, München, zusammen, einem Spezialisten für Hard- und Software im Bereich der 3D-Sensorik

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

**SOLUTIONS. CLEVER. PRACTICAL.**

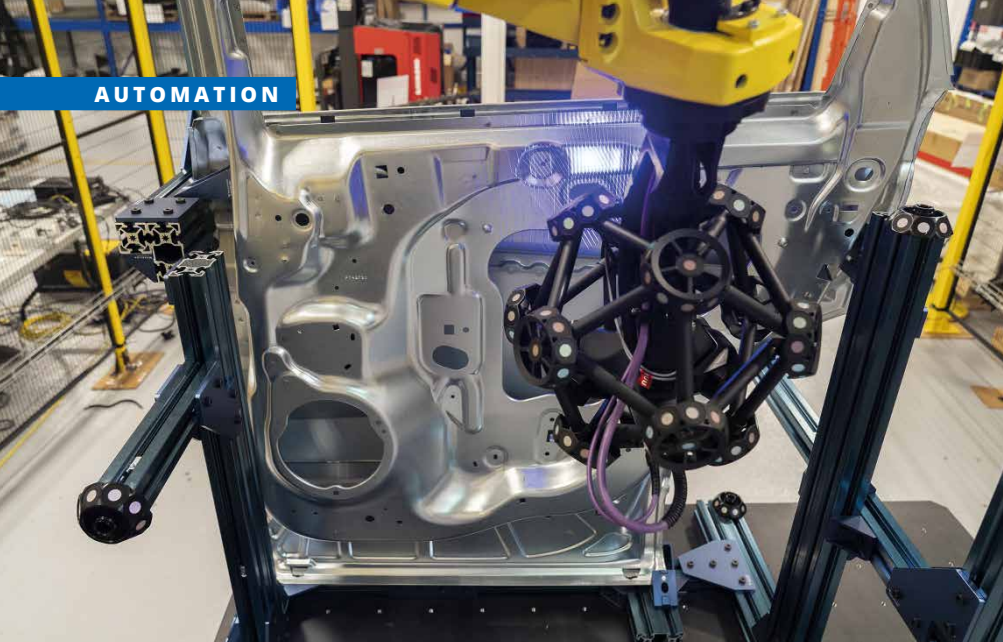
**di-soric**



## VISION SENSOREN CS-60 BESTMÖGLICHE FLEXIBILITÄT FÜR ANSPRUCHSVOLLE INSPEKTIONSAUFGABEN

- Bis zu 1.6 Megapixel Auflösung
- Geblitzte High Power LED-Beleuchtung in rot und weiß, softwareseitig umschaltbar
- Wechselobjektive für Flexibilität bei Entfernung, Sichtfeld und Auflösung
- Optionale Upgrade-Module: „Messen“, „Erkennen und Lesen von 1D-/2D-Codes“ und „DPM-Codes Lesen“
- Flexible Profinet-Baustein-Konfiguration

[www.di-soric.com](http://www.di-soric.com)



◀ Ein am Roboter montierter optischer KMG-Scanner bei der Qualitätskontrolle einer Autotür

▼ Robotergeführter optischer KMG-Scanner bei der Qualitätskontrolle eines Fahrgestells



# Qualitätssicherungssysteme im Wandel

Anforderungen durch eine KI-gestützte Konstruktion und Produktion an Inspektionssysteme

**Trotz künstlicher Intelligenz, Automatisierung und additiver Fertigung bleiben Inspektionssysteme essenziell für die industrielle Produktion. Was sich vor allem ändert, sind die Bauteile. Die Qualitätssicherung muss sich also wandeln, etwa in Richtung roboterassistierte automatische 3D-Messsysteme.**

Die Fabrik der Zukunft ist ein Schritt entfernt. Ein Schritt vom heute gängigen Just-in-Time-Prinzip hin zu Optimierungsmethoden, die nicht auf die Teilefertigung beschränkt sind, sondern bereits beim Formendesign beginnen – erdacht von Computern mit Berechnungsmethoden, die den menschlichen Geist übertreffen. Dies würde Teilegeometrien ermöglichen, die bisher nicht existierten, und die mit Mitteln produziert werden könnten, die weit fortgeschrittener sind als traditionelle Methoden. Die einzige Konstante, die von unseren bisherigen Fertigungsprozessen erhalten bliebe, ist die Notwendigkeit der Qualitätskontrolle, die im Endergebnis eine vollautomatische Inspektion wäre.

Drei Elemente sind für die Fabrik der Zukunft unabdingbar: Robotik, additive Fertigung und künstliche Intelligenz. In diesem Artikel versuchen wir zu umreißen, welche Auswirkungen, Folgen und vor allem welche Vorteile eine solche Zukunft für das Wachstum und die Umsätze der Unternehmen haben kann.

## Roboter beherrschen die Fabriken der Zukunft

Mittlerweile ist eine Zukunft absehbar, in der niemand mehr eine Fabrik betritt oder sich in ihr bewegt, da Maschinen alle Vor-

gänge übernehmen, um Rohmaterialien so schnell und sicher wie möglich in Fertigprodukte zu verwandeln. Damit wird das Werk im Wesentlichen zu einem Ort, an dem ein elektromechanisches Ballett von Robotern abläuft, auf die Millisekunde genau choreografiert und von unermüden Darstellern aufgeführt.

Da hier keine Menschen mehr unterwegs sind, können Sicherheitsstandards neu konzipiert und Abläufe überarbeitet werden, die Arbeitsgeschwindigkeit kann erhöht und die gesamte Schicht optimiert werden, da der Arbeitsschutz für die Mitarbeiter keine Rolle mehr spielt. Das Licht kann ausgeschaltet bleiben, da optische und Bewegungssensoren alle Vorgänge steuern.

Während die Fabriken von heute so konzipiert sind, dass sich Flurförderzeuge sicher bewegen können, bietet sich in der Fabrik der Zukunft ein ganz anderes Bild. In vollautomatischen Werken bewegen sich unermüden Roboter über riesige Hallenflächen und drehen ihre Kurven mit geringem Abstand zueinander. Sie stoppen nur kurz zur Qualitätskontrolle.

## Amazon und Boston Dynamics schieben Robotereinsatz an

Die Lager von Amazon mit ihren Bestandsmanagement- und Warenentnahmesysteme-

men, die zahlreiche Roboter einsetzen, um die Ware vom Hersteller zum Verbraucher zu bringen, bieten bereits einen Einblick in die Fabrik der Zukunft. Und der Fortschritt dürfte damit noch nicht beendet sein, da Amazon bereits Drohnen und selbstfahrende Fahrzeuge entwickelt, um Lieferungen zu beschleunigen und die robotergeführten Wege seiner Waren stilvoll zu vollenden.

Auch Boston Dynamics hat zum Robotik-Boom beigetragen und mobile und vielseitige, humanoide Roboter für den Umschlag von Kartons bei unterschiedlichen Lagervorgängen entwickelt. Diese intelligenten Roboter beschleunigen unseren Fortschritt in Richtung Fabrik der Zukunft, da sie mit fortschrittlichen Mobilitäts- und modernen optischen Systemen den Kartonumschlag an einem beliebigen Punkt der Lagerhalle automatisieren können, womit die Notwendigkeit zur Installation neuer, fester Infrastruktur entfällt.

## Additive Fertigung: Materialangebot wächst stetig

Einige Branchen haben bereits einen Schritt in die Zukunft getan und machen sich die Leistungsfähigkeit der modernen Fertigungstechnologien zunutze. Vom beschleunigten Prototyping über erhöhte Agilität beim Anpassen von Designs bis zum Abbauen überschüssiger Teilebestände – die additive Fertigung ist eine Technologie, die das Potenzial hat, die Fertigung aus Kosten- und Effizienzperspektive zu revolutionieren.

Medizinprodukte, unbemannte Luftfahrzeuge und Flugzeugmotoren können mittlerweile mit Industrie-3D-Druckern hergestellt

werden. Es überrascht nicht, dass das Sortiment der druckbaren Materialien ständig wächst. Neben Basiskunststoffen und lichtempfindlichen Harzen umfasst die Palette mittlerweile auch Keramik, Zement, Glas, zahlreiche Metalle und Legierungen sowie neue thermoplastische Verbundwerkstoffe, in die Kohlenstoffnanoröhren und -fasern eingearbeitet sind.

Zu den Vorreitern des 3D-Drucks von Metall gehört Lincoln Electric Additive Solutions, ein Hersteller großer Prototypen, Produktions- und Ersatzteile sowie Werkzeuge aus Stahl und Edelstahl, Invar und Nickellegierungen.

### Optische Inspektion auch langfristig essenziell für hohe Qualität

Wegen der Größe und Komplexität der Metallteile, die Lincoln Electric im 3D-Druck fertigt, ist eine exakte Beurteilung der Abmessungen von fundamentaler Bedeutung, um Probleme bei der Qualitätskontrolle zu vermeiden. Qualitätskontrollen an sehr großen und schweren Teilen, die noch so heiß sind, dass sie nicht berührt werden können, sind aber immer noch eine Herausforderung, die sich bislang nur mit kontaktlosen, tragbaren und präzisen 3D-Scan-Technologien bewältigen lässt. Deshalb bleibt der Zugang zu einer modernen Inline-Qualitätskontrolle unerlässlich für die weitere Entwicklung additiver Lösungen.

### Künstliche Intelligenz entkoppelt Bauteilgeometrie und -funktion

Der nächste Schritt besteht darin, künstliche Intelligenz in die Konstruktion von Bauteilen einzubeziehen und damit bisher unbekanntes Möglichkeiten zu entdecken. Da der Konstruktionsansatz der menschlichen Intelligenz sehr pragmatisch ist, besteht in der Regel ein recht direkter Zusammenhang zwischen der Geometrie eines Teils und seinen mechanischen Funktionen. Künftig werden wir hingegen durch die Entwicklung der künstlichen Intelligenz und ihrer Fähigkeit, pro Sekunde Millionen von Berechnungen durchzuführen, in der Lage sein, Formen zu schaffen, die es bisher nicht gab, mit einer Komplexität, die sich ein menschliches Hirn allein nicht hätte vorstellen können.

Ausgehend von den Befestigungspunkten und den diversen technischen Zwangsbedingungen (Wärme, Spannung oder Festigkeit), denen ein Bauteilteil ausgesetzt ist, kann künstliche Intelligenz das Netzwerk der Umgebungsbedingungen simulieren und dann iterativ eine optimierte Konstruktion mit möglichst geringem Materialverbrauch und Produktionsabfall erstellen, die gleichzeitig die Leistungsstandards unverändert erfüllt.

Diese Form der künstlichen Intelligenz, bei der die Möglichkeiten des maschinellen Lernens zum Optimieren des gesamten Prozesses vom Design bis zur Fertigung genutzt werden, wird als generatives Design be-

zeichnet. Es erfreut sich bei Konstrukteuren zunehmender Beliebtheit, beschleunigt den Designprozess und ermöglicht es Unternehmen, perfekt an die jeweilige Anwendung angepasste Designs schneller zur Marktreife zu bringen.

### KI verlängert den Produktlebenszyklus

Mit diesem neuen Konstruktions-Know-how sind Hersteller heute in der Lage, den Produktlebenszyklus zu verlängern, Schwachstellen zu verringern und nachhaltigere Materialien auszuwählen. Sie können zudem neue Designlösungen ausloten, bei denen sie mehrere Komponenten zu Massivteilen zusammenführen, wodurch die Montagekosten sinken und die Montagekette vereinfacht werden kann. Kurz gesagt: Künstliche Intelligenz verfügt über das Potenzial, Innovationen voranzubringen mit hochwertigeren Produkten, die in kürzerer Zeit entwickelt und gefertigt werden.

### Inspektionssysteme bleiben essenziell

Obwohl diese technologischen Fortschritte bereits Einzug halten, stehen die Prüfung und Gegenvalidierung weiterhin auf der Tagesordnung von Fertigungsunternehmen. Natürlich geht die Maschine davon aus, dass sie die richtige Aufgabe durchführt und den 3D-Druck des Teils korrekt ausführt. Allerdings kann nur ein fehlersicheres Inspektionssystem die Abmessungen der 3D-gedruckten Teile überprüfen und ihre Fertigungsqualität bestätigen. Die Abmessungen und die Qualität von 3D-gedruckten Teilen müssen mithilfe von präzisen 3D-Messsystemen nach wie vor streng kontrolliert werden.

### 3D-Scansystem prüft 3D-gedruckte Bauteile automatisch

In diesem Zusammenhang entschied sich Lincoln Electric Additive Solutions für 3D-Messtechnik von Creaform – genauer: für den Metrascan 3D –, um 3D-Oberflächenmodelle von seinen 3D-gedruckten Metallteilen zu erstellen und sie mit dem ursprünglichen CAD vergleichen zu können. Damit kann das Team schnell überprüfen, ob alle Merkmale der ursprünglichen Konstruktionsabsicht entsprechen und innerhalb der erwarteten Toleranzen liegen.

### Automatisierte Qualitätskontrolle in der Fertigung

Positive Effekte hat die Automatisierung auch in der Qualitätskontrolle: In Produktionshallen, in denen tragbare 3D-Scanlösungen

bisher ein häufiger Anblick waren, machen diese mittlerweile automatisierten Qualitätsprüfungssystemen Platz. Diese Roboterzellen bestehen aus robotergeführten optischen 3D-Scannern und verbessern die Qualität in mehrfacher Hinsicht: Sie schließen den menschlichen Fehler aus, erhöhen Wiederholbarkeit und Genauigkeit, ermöglichen die Erstellung komplexerer Teile und ermitteln Fehler während des Prozesses.

### Konstruktion und Fertigung auf dem Weg in die Zukunft

Roboter, die alle Vorgänge von Umschlag und Transport bis hin zur Qualitätskontrolle übernehmen; Algorithmen, die die optimalen Geometrien anhand technischer Einschränkungen erstellen; industrietaugliche 3D-Drucker, die Teile jeglicher Art unabhängig von Größe, Komplexität und Materialien produzieren – all diese Komponenten sind für Unternehmen, die den Bau der Fabrik der Zukunft planen, bereits vorhanden. Die durch die Covid-19-Pandemie hervorgerufenen Herausforderungen und Auswirkungen am Arbeitsmarkt sind zusätzliche Anreize, um diesen technologischen Wandel anzugehen.

Obwohl Maschinen im Vergleich zum Menschen effizienter arbeiten und künstliche Intelligenz im Laufe der Zeit aus vorab eingespeisten Daten und Erfahrungen aus der Vergangenheit lernen kann, können sie nicht lernen über den Tellerrand hinaus zu denken und sind daher nicht zu kreativen Ansätzen fähig. Deshalb werden der menschliche Geist, seine Kreativität, emotionale Intelligenz und sein Sinn für Ethik unabdingbare Komponenten für die Fabrik der Zukunft bleiben.

Insgesamt werden sich neue Fertigungsmethoden auch weiterhin im gleichen Takt entwickeln wie neue Konstruktionsmethoden. Solange Qualität oberste Priorität hat, wird diese Synergie Möglichkeiten zur Entwicklung und Herstellung einer unendlichen Anzahl neuer Teile freisetzen, von denen wir bislang nicht einmal eine Vorstellung haben. ■

#### AUTOR

**François Leclerc**

Program Manager bei Creaform

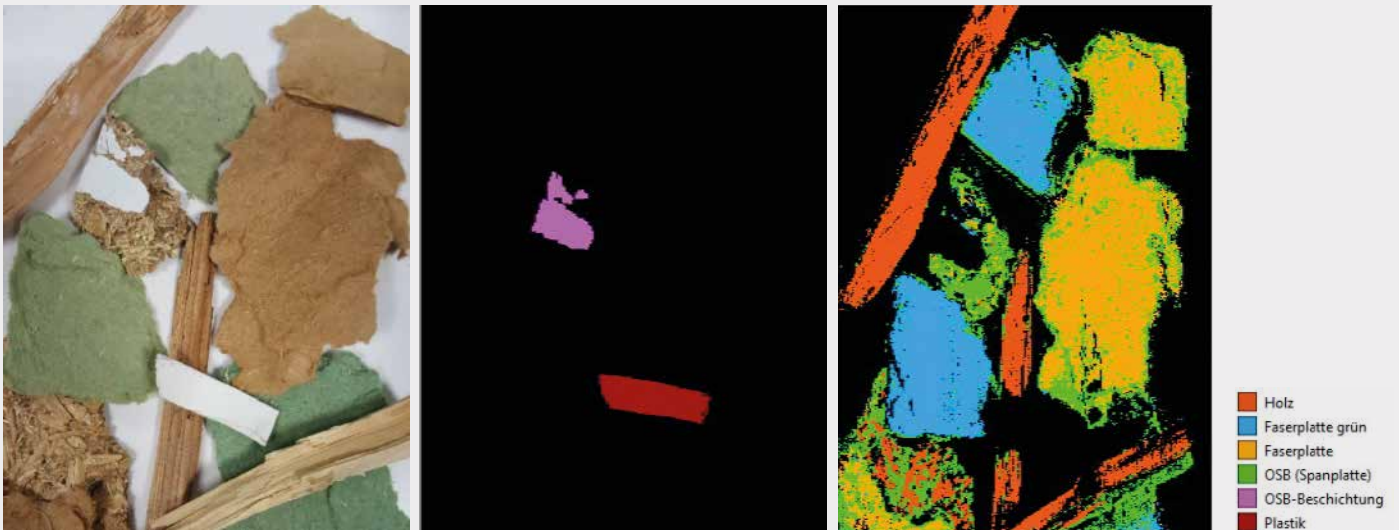
#### KONTAKT

Creaform, eine Division der Ametek GmbH,  
Leinfelden-Echterdingen  
Tel.: +49 711 185 680 30  
[www.creaform3d.com](http://www.creaform3d.com)

Kameraschutzgehäuse - Montagelösungen - Zubehör



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



Analyse einer Mischung von Holzabfall bestehend aus Holzlatten, OSB-Platten mit Kunststoffbestandteilen, ungefärbten und grün gefärbten Faserplatten mittels Redeye von Inno-Spec. Links: Foto der analysierten Holzteile; Mitte: Erkennung von Kunststoffteilen; rechts: pixelweise Analyse der Holzteile und Zuordnung zu einer Materialklasse.

Bild: Inno-Spec

# Hyperspektrale Bildverarbeitung in der Recyclingindustrie

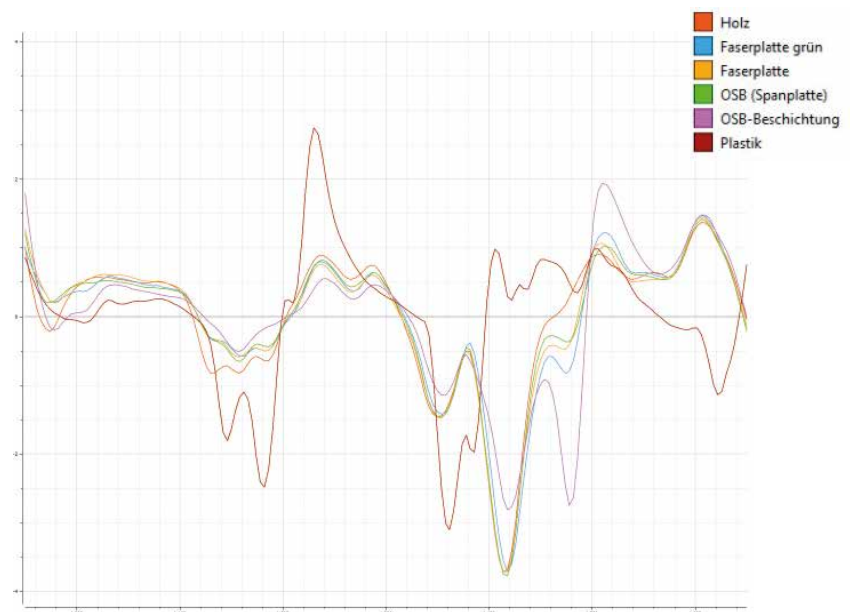
Automatisiertes Sortieren von Bauholzresten zur Wiederverwertung

**Die Hyperspektrale Bildgebung (HSI, Hyperspectral Imaging) ist ein fester Bestandteil in der Qualitätskontrolle. Neuerdings kommen Hyperspektralkameras auch für die effiziente Wiederaufbereitung von Bauholz zum Einsatz.**

**A**uch beim Holz wird ein ressourcenschonender Umgang immer wichtiger. Nicht nur aus Kostengründen, auch für den Klimaschutz ist die Wiederaufbereitung von Bedeutung: Einerseits, da Holz viel CO<sub>2</sub> speichert, das nach Lebensende des Holzprodukts wieder in die Atmosphäre gelangt, und andererseits, weil die Wiederaufbereitung Ressourcen schont. Daher wird ausgedientes Holz gesammelt, nach Abfallklassen sortiert und der entsprechenden Verarbeitung zugeführt. Ziel dabei ist es, so wenig Holz wie möglich zu entsorgen. Grundlage hierfür ist das exakte Erkennen und Unterscheiden aller Bestandteile: Es muss sicher erkannt werden, ob es sich beim vorhandenen Material um Holz oder einen Fremdstoff handelt. Im nächsten Schritt folgt das Sortieren nach Holzwerkstoffen, um ein anschließendes Recycling zu ermöglichen.

**Die Lösung: Hyperspektrale Bildgebung**  
Für die Feinsortierung der Holzwerkstoffe würde der Einsatz einer Farbkamera nicht zum Erfolg führen, denn die Identität des Materials spiegelt sich normalerweise nicht in der Farbe wider. Hier kommt die Hyper-

spektrale Bildgebung ins Spiel. Jedes Material absorbiert elektromagnetische Strahlung unterschiedlich. Eine Hyperspektralkamera macht dieses Absorptionsverhalten und daher Materialunterschiede sichtbar. Für die Unterscheidung von Holzwerkstoffen ist im



Gemittelte NIR-Absorptionsspektren von Holz- und Kunststoffsorten: Die Spektren der Kunststoffteile zeigen einen deutlichen Unterschied zu denen der Holzwerkstoffe. Letztere sind sich ähnlicher, doch auch diese haben typische Merkmale, die eine automatisierte Erkennung und somit eine Sortierung ermöglichen.

Bild: Inno-Spec

Produkt im Detail

**Die NIR-Hyperspektralkamera Redeye 1.7 von Inno-Spec**

Die NIR-Hyperspektralkamera Redeye von Inno-Spec verfügt über einen Spektralbereich von 950 bis 1.700 nm. Die Optik der Kamera zerlegt jeden örtlichen Punkt der aufgenommenen Zeile in seine spektralen Bestandteile. Der Swir-sensible InGaAs-Flächensensor bildet dabei in einer seiner beiden Dimensionen die örtliche und in die andere Dimension die Spektralinformation ab. Zeitlich aufeinanderfolgende Sensorbilder ergeben die zweite örtliche Dimension und werden zum sogenannten Hypercube vereinigt.

Inno-Spec als Spezialist für hyperspektrale Optiken designt und fertigt diese mit einem besonderen Augenmerk auf Präzision, geringen Aberrationen und hohen Lichtdurchlass für hohe Messraten und gute Spektrenqualität, die wiederum die automatisierten Analyseergebnisse verbessern. Als Einheit von Sensor und Elektronik kommt eine Industriekamera von Photonfocus zum Einsatz, die zusammen mit der Optik im IP65/67-klassifizierten und somit auch für harsche Umgebungsbedingungen geeigneten Gehäuse verbaut wird.

Alle HSI-Kameras von Inno-Spec sind Pushbroom-Systeme, das heißt, das System funktioniert wie eine Zeilenkamera, die bewegte Objekte Zeile für Zeile erfasst. Diese Methode ermöglicht hohe Mess- und Probenverfahrensgeschwindigkeiten.



Bild: Inno-Spec

Die Swir-Hyperspektralkamera Redeye von Inno-Spec verfügt über einen Spektralbereich von 950 bis 1.700 nm.

kurzwelligem Infrarotbereich (Swir) am besten geeignet.

**Hyperspektrale Sensoren werden alltagstauglich**

Die Sensortechnik hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Bei der Empfindlichkeit für bestimmte Bereiche des elektromagnetischen Spektrums kamen

Produkt im Detail

**Swir-Kameras von Photonfocus**

Die Spektral-Kameraserie beinhaltet Kameras mit Swir- und UV-Sensoren sowie Kameras für die Hyperspektralbildverarbeitung. Die Swir-Kamera MV3-D320I-T01-G2 basiert auf dem Chunghwa-FPA-320x256-K-InGaAs-Bildsensor mit einer CMOS-Auslesestufe. Der Sensor besitzt eine Sättigungsladung von 3.5 Me<sup>-</sup> und wurde für eine hohe Dynamik und ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis entwickelt. Die integrierte Multi-ROI-Funktion mit bis zu 128 Auslesefenstern sorgt für eine gesteigerte Auswertegeschwindigkeit und Taktrate. Die Kamera ist für Standardapplikationen und anspruchsvolle Anwendungen der industriellen Bildverarbeitung im Spektralbereich von 900 bis 1.700 nm geeignet. Mit dem Global Shutter sind darüber hinaus auch Hochgeschwindigkeitsanwendungen mit Belichtungszeiten im µs-Bereich möglich. Die GigE-Schnittstelle sorgt für eine schnelle und zuverlässige Datenübertragung.



Bild: Photonfocus

Die Swir-Kamera MV3-D320I-T01-G2 mit Chunghwa InGaAs-Sensor mit CMOS-Auslesestufe und Photonfocus multi-ROI-Funktion

Sensoren hinzu, die neben VIS nun auch für ultraviolette Wellenlängen ab 150 nm oder im Swir bis 1.700 nm zuverlässig Daten liefern. Darüber hinaus gibt es inzwischen Sensoren, die mehrere dieser Bereiche parallel abdecken, die sich also für den Einsatz in den oben beschriebenen Anwendungen eignen.

**Holzrecycling: der Prozess**

Beim Recyclingprozess von Holz werden die zu sortierenden Stoffe zerkleinert, laufen über ein Förderband und werden dabei inspiert und sortiert. Grob lassen sich Holzwerkstoffe aus dem Baubereich unterteilen in Vollholz, Spanplatten und Faserplatten. Diese Materialien sind häufig zusätzlich mit Kunststoffen beschichtet oder mit Kunststoffkanten versehen. Span- und Faserplatten enthalten außerdem unterschiedliche Mengen und Arten an Bindestoffen und Färbemitteln. Oft lassen sie sich nicht anhand der Farbe, also im visuellen Spektrum, unterscheiden.

Dies gilt jedoch nicht für die Swir-Spektralanalyse: Vergleicht man die spektrale Antwort der Materialien, sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Damit lässt sich eine sichere Klassifizierung und somit auch ein einfache Sortieren der einzelnen Stückchen realisieren.

**Swir: Spektraldaten enthalten chemische Informationen**

Hyperspektrale Bildgebung basiert auf dem chemischen Analysewerkzeug Spektroskopie. Dieses wird zu einer effizienten bildgebenden Methode erweitert, die auch für industrielle Prozesse nutzbar ist. Mittels dieser wird in hoher Geschwindigkeit eine große Fläche erfasst, bei der jeder einzelne Bildpixel ein vollständiges Spektrum enthält. Wird nicht der sichtbare Bereich des Spektrums, sondern der kurzwellige Infrarotbereich (Swir) gemessen, enthalten die Spektraldaten chemische Informationen, die zum Beispiel auf das Material, die Menge eines Inhaltsstoffes oder eine vorhandene Beschichtung oder Verunreinigung schließen lassen. ■

**AUTORIN**

**Miriam Schreiber**  
Business Unit Manager Marketing  
Communications & Services  
bei Photonfocus

**KONTAKT**

Photonfocus AG, Lachen, Schweiz  
Tel.: +41 55 451 00 00  
www.photonfocus.com

Made in Germany

**LED-Beleuchtungen...**

www.beleuchtung.vision

IMAGING LIGHT TECHNOLOGY

**BÜCHNER**

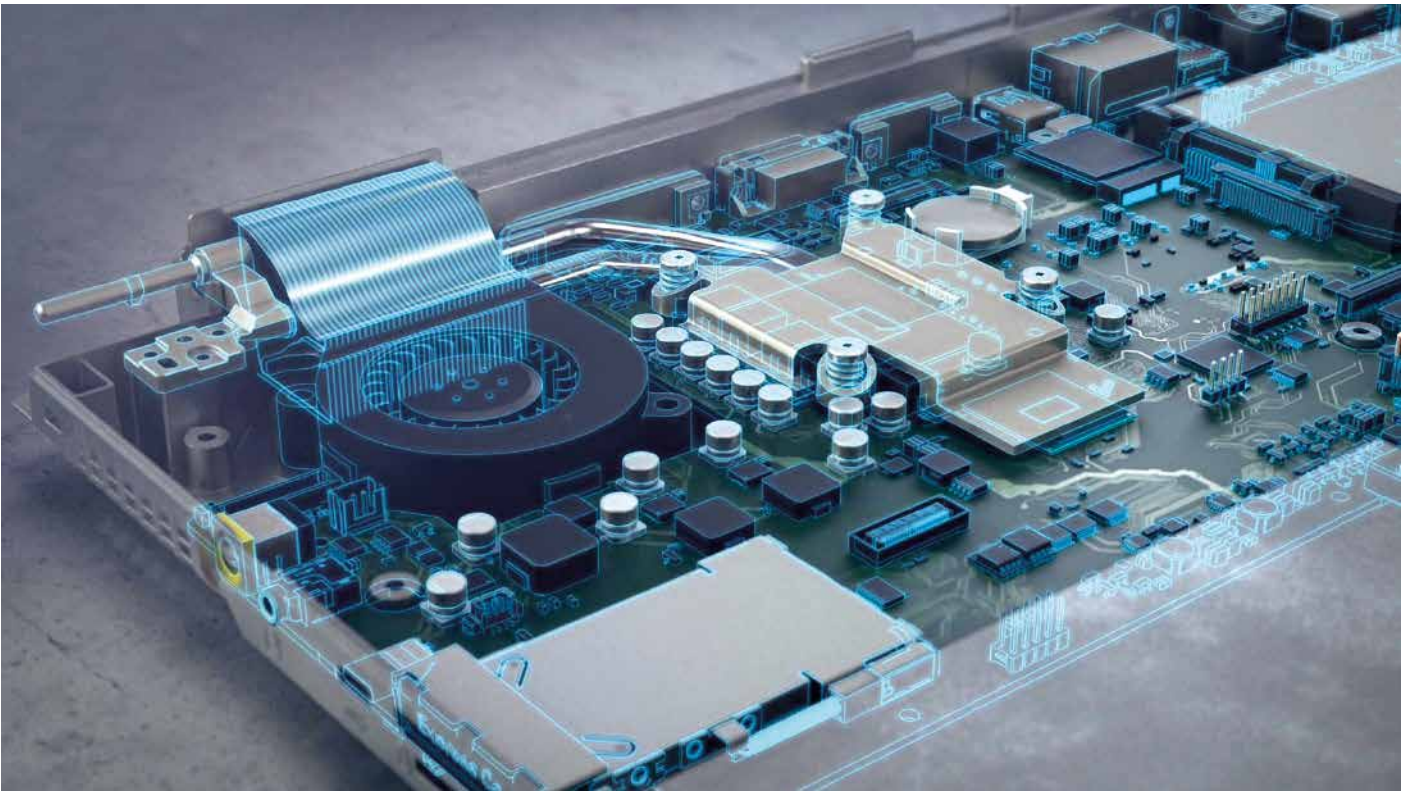


Bild: Göpel

Ein Highlight der Version 6.7 von Pilot AOI ist es, Prüfprogramme mit einem digitalen Zwilling erstellen und optimieren zu können.

# Optimierte AOI-Programmierung mit digitalem Zwilling

Inspektions-Software erhält Update für kürzere Programmierprozesse

Die System-Software Pilot AOI ist die Schnittstelle zum Betrieb von Systemen zur automatischen optischen 3D-Inspektion (3D AOI) und Lotpasteninspektion (Solder Paste Inspection, SPI) für die Elektronikfertigung. Mit der Version 6.7 erhalten Anwender ein umfassendes Update, mit dem sich Programmierprozesse stark verkürzen lassen.

Ein Highlight der Version 6.7 von Pilot AOI ist es, Prüfprogramme mit einem digitalen Zwilling erstellen und optimieren zu können. Dabei muss noch nicht einmal eine real bestückte Platine zur Verfügung stehen. Ermöglicht hat das Projekt die Zusammenarbeit mit Siemens Digital Industry Software und der Einsatz des Tools Valor Data Prep Express zum Import von CAD- und Fertigungsdaten. Die vollständige Unterstützung dieses Formats in Pilot AOI in Verbindung mit der sogenannten Magic-click-Funktion ermöglicht es, zusätzliche Informationen zu den jeweiligen Bauteilen der Baugruppe zu erhalten. Durch diese Daten über die tatsächliche Bauteilgeometrie inklusive Höhen sowie Informationen über die individuelle Pin- und Lötstellenposition

lassen sich AOI-Prüfprogramme auch ohne real bestückte Leiterplatte automatisch erstellen und optimieren.

## Digitaler Zwilling mittels ODB++ von Siemens

Diese Funktion der AOI-Software ist ein großer Schritt in Richtung automatisch erstellter und einsatzbereiter Prüfprogramme mithilfe des digitalen Zwillings einer elektronischen Baugruppe. Das Erzeugen des digitalen Zwillings für die AOI-Programmerstellung basiert auf der ODB++-Prozesssprache von Siemens. Diese ist eine Lösung für den offenen Austausch von verfahrenstechnischen Informationen zwischen Maschinen und Prozessen. Sie enthält alle wesentlichen Elemente aus den Layout-Daten, einschließlich

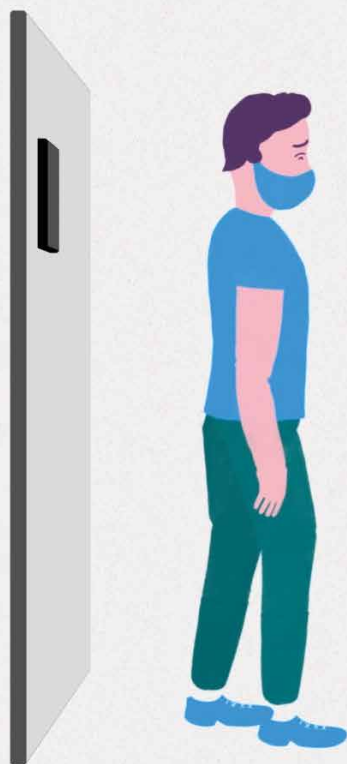
detaillierter Definitionen der Bauelemente sowie fortgeschrittener Beschreibungen der Produktionsanforderungen, zum Beispiel alternative Bauformen, Siebdruckdaten, Maschinenunterstützungsstifte oder Vorgaben für die Bestück Reihenfolge.

## 80 Prozent Zeitersparnis durch digitalen Zwilling

Oren Manor, Director of Electronics Manufacturing Business Development bei Siemens Digital Industries Software, sagt: „Die Zusammenarbeit mit Göpel Electronic war sehr beeindruckend, und die Ergebnisse sind wirklich beeindruckend. Die Definition von Parametern in einem AOI-Programm wird durch den Einsatz der Digitaler-Zwilling-Methode um ca. 80 Prozent beschleunigt.“ ■

### KONTAKT

Göpel Electronic GmbH, Jena  
Tel.: +49 3641 689 67 02  
[www.goepel.com](http://www.goepel.com)



# Vollautomatische Zutrittskontrolle mit Infrarotkamera und KI

Sicheres Infrarot-Fieber-Screening gegen Covid-19



Luke AI von Nuvoola bietet eine schnelle, berührungslose Covid-19-Risikountersuchung.

Temperaturen schnell und genau erfassen sowie die Daten mittels künstlicher Intelligenz innerhalb weniger Sekunden auswerten, das ist unter anderem beim Fieber-Screening wichtig, um beispielsweise die Bewohner einer Seniorenresidenz vor einer Coronainfektion zu schützen. Dieses System basiert auf einer industriellen Infrarotkamera.

Nuvoola, ein kanadisches Unternehmen mit dem Fokus auf das Thema künstliche Intelligenz (KI), hat Luke AI vorgestellt, eine berührungslose Covid-19-Screening-Plattform für Gesundheitseinrichtungen, Fabriken und Industrieanlagen. Das System arbeitet auf Basis der Infrarotkamera Calibr GX von Teledyne Dalsa und ermöglicht es, Temperaturen schnell und genau zu erfassen sowie die Daten mittels künstlicher Intelligenz auszuwerten. Es ist bereits in einigen Seniorenresidenzen in Kanada im Einsatz.

Luke AI ist laut Nuvoola die effektivste Lösung, um den Covid-19-Screening-Prozess ohne menschliches Eingreifen zu digitalisieren, zu zentralisieren und zu automatisieren. Bereits bekanntes Personal kann innerhalb von 20 Sekunden überprüft werden. Bei Personen, die noch nicht im System hinterlegt sind, dauert das individuelle Screening etwa eine Minute.

## KI-gesteuerte Fiebermessung

Im Gegensatz zur manuellen Temperaturmessung ist das Luke AI Screening selbstgesteuert: Das System führt jede Person in Einrichtungen mit einem bekannten Pool von Bewohnern oder Mitarbeitern durch einen automatischen Screening-Prozess



Die Infrarotkamera Calibr GX von Teledyne Dalsa ist die Basis für das Temperaturerfassungssystem Luke AI.

und nutzt dazu ein Spracherkennungs- und Verarbeitungssystem sowie ein System zur Gesichtserkennung. Messungen ohne erhöhte Temperatur werden mit einer grünen Signallampe angezeigt und die untersuchte Person kann das Gebäude betreten. Falls Fieber oder andere Symptome festgestellt werden, wird ein Alarm ausgelöst und die Signallampe leuchtet rot. In diesem Fall wird der Untersuchte angewiesen, zur weiteren Überprüfung und Validierung eine medizinische Einrichtung zu kontaktieren.

Die Temperaturmessung erfolgt im Tränenkarunkelbereich des Auges, den das System selbständig erkennt, und erreicht eine Genauigkeit von 0,1 °C. Neben dieser exakten Messung zählt auch die Analyse der erfassten Daten und entsprechende Reaktionen zu den wichtigen Anforderungen an ein effektives System zur Covid-19-Erkennung. Über eine dynamische, zentrale Anzeigefunktion auf einem Smartphone oder PC ermöglicht Luke AI eine Echtzeitüberwachung aller Standorte einer Organisation in einer einzigen Ansicht und erlaubt die Information des verantwortlichen Mitarbeiters über positive Testergebnisse per Echtzeit-Benachrichtigung.

## Infrarotkamera mit hohem Dynamikbereich

Mit ihrer hohen Empfindlichkeit und Präzision sowie dem Dynamikbereich für eine breite Temperaturabdeckung und einer werkseitig kalibrierten, radiometrischen Leistung liefert die Infrarotkamera Calibr GX die genauen, wiederholbaren Temperaturdaten, die eine effektive und zuverlässige thermische Erfassung erfordert. So bildet sie die Grundlage für die Covid-19-Screening-Plattform Luke AI. ■

### AUTOR

**Arnaud Craste**

Director of Business Development  
bei Teledyne Dalsa

### KONTAKT

Teledyne Dalsa GmbH, Krailling  
Tel.: +49 89 895 457 30  
sales.europe@teledynedalsa.com  
www.teledyne.com

# Genauere Ergebnisse bei geringerer Konzentration

Sers-Spektrometermodul für die Analyse kleiner Proben

**Ein Raman-Mini-Spektrometermodul soll Raman-aktive Moleküle mit größerer Genauigkeit, höherer Selektivität und in einem breiteren Wellenlängenbereich als andere Mini-Spektrometer detektieren. Möglich machen soll das eine leistungstärkere Laseroptik sowie eine verbesserte Detektionseinheit.**

Das Raman-Mini-Spektrometermodul C15471 besitzt eine integrierte Laserdiode, die eine Leistung von bis zu 50 mW bietet. Die Leistungssteigerung gegenüber dem Vorgängermodell auf mehr als das Dreifache ermöglicht genauere Messergebnisse bei noch geringeren Konzentrationen Raman-aktiver Moleküle, speziell bei unpolaren Stoffen. Zudem arbeitet es in einem noch breiteren Wellenlängenbereich, der solche Stoffe wie Wachs, Fette oder in Alkohol gelöste Duft- oder Geschmacksstoffe umfasst. Des Weiteren lässt sich das Raman-Spektrometer auch ohne Probenhalter für Open-Path-Messungen verwenden, zum Beispiel bei Untersuchungen der Bodenbeschaffenheit im Außenbereich.

Neben der bekannten Optik liefert Hamamatsu mit seinem neuen Raman-Spektrometer eine kostenlose Evaluationssoftware. Das Programm mit dem Namen Tokuspec dient vor allem einer raschen Beurteilung der Fähigkeiten des Gerätes. So lassen sich auch komplexe Versuchsanordnungen schnell einrichten und die generierten Ergebnisse beurteilen.

## Mit Gold beschichtetes Substrat verstärkt Raman-Effekt

Das Mini-Spektrometer C15471 beinhaltet optische Elemente, Bildsensor und Probenhalter in einem Gehäuse und ist damit vielseitig einsetzbar. Davon profitieren beispielsweise OEM-Hersteller und Anwender tragbarer Systeme im Außenbereich. Als Sers-Spektrometer bietet das C15471 die Möglichkeit, durch ein mit Gold beschichtetes Substrat das gestreute Licht – und damit den Raman-Effekt – zu verstärken, bevor dieses durch die Optik zum eingebauten Active-Pixel-Sensor gelenkt und dort gemessen wird. Detektiert werden Strahlungsabweichungen, sogenannte Raman-Shifts, abhängig vom untersuchten Molekül. Der breite Messbereich sorgt dafür, dass mit dem C15471 noch mehr Materialien anhand ihres Raman-Fingerabdrucks erkannt werden können als mit dem Vorgängermodell. Damit eignet sich das C15471 beispielsweise für Anwender im Umweltschutz zur Prüfung des Schadstoffgehalts im Wasser sowie für pharmazeutische Unternehmen zur Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Medikamenten im Gewebe.

Für die Übertragung der Spektraldaten an einen PC oder andere externe Hardware verfügt das Spektrometermodul über eine USB-Schnittstelle. Ausgegeben wird das Raman-Spektrum, aus dem der Shift (der Abstand der Raman-Streuung zur Zentralwellenlänge des Lasers) in der Einheit Wellenlänge oder Wellenzahl – je nach Wahl des Benutzers – abgelesen werden kann. Das Datenformat lässt sich anhand der mitgelieferten Tokuspec-Software an die Anforderungen der nachgelagerten Anwendungen für die Analyse anpassen.

## Open-Path-Messungen möglich

Nach dem Abnehmen des Probenhalters erlaubt das C15471 auch Open-Path-Messungen. Damit ist das Gerät in mobilen Anwendungsszenarien einsetzbar, beispielsweise zum Nachweis von Oberflächenkontamination mit Bakterien in der Lebensmittellogistik oder für die schnelle Untersuchung von Gewässern. Aber auch im Laboreinsatz oder in Fertigungsprozessen kann der Open-Path-Betrieb des C15471 sinnvoll sein, denn der geringere Aufwand für die Probenvorbereitung ermöglicht eine hohe Zahl von Messungen in kurzer Zeit. So lassen sich etwa In-Line-Analysen für die Überwachung und Steuerung von Prozessen erstellen. „Mit dem C15471 hebt Hamamatsu das Segment der Mini-Raman-Spektrometer auf ein neues



Bild: Hamamatsu Photonics Deutschland



Das Mini-Spektrometermodul C15471 beinhaltet optische Elemente, Bildsensor und Probenhalter in einem Gehäuse und ist damit vielseitig einsetzbar.

Das Raman-Spektrum eines Siliziumsubstrats mit unterschiedlichen Einstellungen der Laserleistung: Eine höhere Leistung sorgt für ein deutlich verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis, sodass die Substanz(en) in der Probe sicherer bestimmt werden können.

Die Daten des Spektrometers C15471 jeweils für maximale (50mW), mittlere (25mW) und niedrige (5mW) Laserleistung

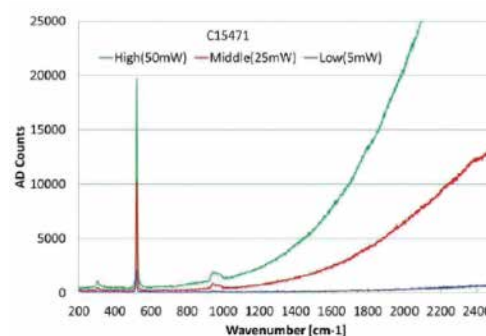


Bild: Hamamatsu Photonics Deutschland

Leistungsniveau. Gleichzeitig erleichtern wir unseren Kunden den schnellen und flexiblen Einsatz des Produktes durch die Möglichkeit zu Open-Path-Messungen und die neue Evaluationssoftware Tokuspec“, erklärt Christoph Wöhl, Senior Sales Engineer Analytical.

### Evaluation ohne Schulung

Tokuspec – der Name der Evaluationssoftware ist abgeleitet von den japanischen Kanji-Schriftzeichen 得とく und bedeutet so viel wie Gewinn, Nutzen oder Vorteil. Eine Oberfläche mit kontextbasierter Hilfefunktion sorgt dafür, dass Anwender bei der Evaluierung von Spektrometern aus dem Hause Hamamatsu ohne lange Schulung und Eingewöhnung mit der Software arbeiten können. Dabei profitieren sie unter anderem von modularen Layouts, mit denen sich die Darstellung der Ergebnisse optimal an ihre Bedürfnisse anpassen lässt – beispielsweise mit der Aufteilung verschiedener Ansichten auf mehrere Fenster und damit auch Monitore.

Die automatische Spektrometererkennung sorgt dafür, dass Benutzern beim Starten der Software alle an den Rechner angeschlossenen Spektrometer angezeigt werden. So können Anwender Testszenarien einrichten und beurteilen, ob das Gerät die Anforderungen erfüllt. Bei der gleichzeitigen Prüfung mehrerer Geräte sehen sie, welches Modell die besten Ergebnisse liefert. So kön-

nen sie schneller mit dem Produktiveinsatz starten; das Gerät macht sich schneller bezahlt.

### Komfortable Funktionen für Konfiguration und Betrieb

Bei der Konfiguration des Spektrometermoduls C15471 und vieler weiterer Modelle von Hamamatsu unterstützt Tokuspec die Benutzer mit Funktionen zur Einstellung des Geräts für den konkreten Einsatzzweck. Belichtungszeit und Auslöser lassen sich ebenso anpassen wie beispielsweise die Laserleistung. Zudem ermöglicht die Software sowohl die Vorschau auf Live-Daten als auch die Aufzeichnung von Langzeit-Messreihen. Je nach Leistungsfähigkeit der eingesetzten Computer lassen sich unterschiedliche Szenarien auf mehreren angeschlossenen Geräten von einem PC aus gleichzeitig steuern und überwachen. Die dabei erfassten Daten können in verschiedenen, auch textbasierten Dateiformaten gespeichert werden.

Neben dem Erfassen unterstützt Tokuspec auch das Verarbeiten der gewonnenen Daten mit grundlegenden Funktionen wie Emissions-, Transmissions- oder Absorptionsberechnungen. Zusätzlich können Benutzer Korrekturdaten wie Hintergrund-, Shading- und Referenzspektren erfassen, bearbeiten, speichern und bei Bedarf wiederverwerten. Die mitgelieferten Rauschunterdrückungs-

algorithmen wie Durchschnitts- oder Medianfilter helfen Störfrequenzen zu beseitigen, um die Qualität der gemessenen Ergebnisse zu verbessern.

Die Software kann auch nach der Evaluation gebührenfrei weiter benutzt werden – anders als Demoversionen kostenpflichtiger Programme anderer Hersteller. Zudem bietet Tokuspec mit seinem Plug-In-Konzept die Möglichkeit, anhand des mitgelieferten SDK zusätzliche Softwaremodule für spezielle Funktionen selbst zu entwickeln, etwa für die Konvertierung der Messdaten in ein proprietäres Datenformat. „Mit Tokuspec erhalten Anwender eine komfortable Software zur Evaluation und Einrichtung der Mini-Spektrometer von Hamamatsu, die auch im laufenden Betrieb wertvolle Dienste leisten kann – und das ohne zusätzliche Kosten“, so Markus Roming, Software Engineer bei Hamamatsu. ■

**AUTOR**  
Uwe Küll

Freier Autor und Journalist

**KONTAKT**

Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH,  
Herrsching a. Ammersee  
Tel.: 49 8152 375 0  
www.hamamatsu.de

# Video-Mikroskop- einheit mit ver- größertem Sichtfeld

Optische Messtechnik für Forschung und Industrie

Ein Messtechnikhersteller hat ein Videomikroskop für Forschung und industrielle Qualitätssicherung mit einem größerem Sichtfeld und höherer Beleuchtungsqualität ausgestattet.

Materialforschung und -prüfung haben einen hohen Stellenwert, und wenn Merkmale untersucht werden sollen, die für taktile Messmethoden zu klein oder zu empfindlich sind, kommt die Optik ins Spiel. Bisher wurden für diesen Zweck branchenübergreifend die Video-Mikroskopeinheiten zweier VMU-Serien verwendet: das VMU-V und das Wide VMU-V. Beide haben ihre jeweils eigenen Vorteile: Das eine eignet sich durch sein kompaktes Design zum einfachen Einbau in Inline-Anlagen, das andere verfügt über ein größeres Sichtfeld. Und nun bringt Mitutoyo, Längenmesstechnik-Hersteller aus Japan, das Einbaumikroskop Wide VMU-HR auf den Markt.

## Video-Mikroskopeinheit mit 16,8 mm Blende und LED-Beleuchtung

Diese Video-Mikroskopeinheit vereint die Vorteile der beiden Vorgänger, zum Beispiel das kompakte Design und ein großes Sichtfeld, jedoch übertrifft sie sie in mancherlei Hinsicht. Das Wide VMU-HR lässt sich zusammen mit den hochauflösenden Objektiven der HR-Serie verwenden und bietet einen Blendendurchmesser von 16,8 mm. In Kombination mit dem standardmäßigen LED-Adapter ist seine telezentrische Beleuchtung deutlich stärker und homogener als bei den Vorgängermodellen.

Als erstes Videomikroskop ist die Wide VMU-HR auch für die Betrachtung im nah-infraroten Wellenlängenbereich ausgelegt. In Kombination mit großflächigen NIR- und SWIR-Kamerasensoren eignet sich die Serie somit für zusätzliche Einsatzgebiete, zum Beispiel in der Halbleiterindustrie.

## Lässt sich an bestehende Lösungen anpassen

Durch die Optimierung des Strahlengangs ist die WIDE VMU-HR nun mit den Mitutoyo-Objektiven der HR-Serie kompatibel. Diese Objektive bieten bei gleicher Vergrößerung eine größere numerische Apertur als die Standardobjektive und erlauben somit eine bis zu 30% höhere optische Auflösung, wo-

## Unternehmen im Detail

### Die Mitutoyo Corporation

Mitutoyo gehört zu den Weltmarktführern im Bereich der Präzisionsmesstechnik. Das Unternehmen hat sich als Hersteller einer breiten Palette von Präzisionsmessgeräten weltweit einen Namen gemacht. Produkte von Mitutoyo sind in vielen Branchen und Ländern im Einsatz.



Bild: Mitutoyo

Das Wide VMU-HR lässt sich zusammen mit den hochauflösenden Objektiven der HR-Serie verwenden und bietet einen Blendendurchmesser von 16,8 mm.

durch auch kleinste Details scharf abgebildet werden.

Auch wenn das Gehäuse des Wide VMU-HR kaum größer ist als das VMU-V, hat ersteres ein siebenmal größeres Sichtfeld. In Bezug auf Inline-Lösungen bedeutet dies, dass sich das Gerät bei großen zu prüfenden Abschnitten von gefertigten Teilen leichter an bereits bestehende Lösungen anpassen lässt. Bei Systemen, die nicht über den genormten C-Mount-Anschluss verfügen, lässt sich diese Video-Mikroskopeinheit auf einen F-Mount-Anschluss umrüsten, wie er bei Sensoren im APS-C-Format Verwendung findet. ■

## KONTAKT

Mitutoyo Deutschland GmbH, Neuss  
Tel.: +49 2137 102 0  
www.mitutoyo.de

Bild: Vision Engineering



### Digitalmikroskop in 4K-Auflösung

Vision Engineering hat mit dem Makrolite 4K ein digitales Mikroskop vorgestellt, das sich für die professionelle digitale Bilderfassung, Inspektion, Vermessung und Archivierung eignet. Es verfügt über eine 4K-Bildaufnahme, die für viele komplexe und kontrastreiche Applikationen geeignet ist.

Makrolite 4K ist eine Bildgebungslösung und für den Einsatz bei anspruchsvollen Prüfroutinen gedacht. Das laut Hersteller intuitiv zu bedienende Digitalmikroskop liefert hochauflösende Videobilder. Der große Dynamikbereich und eine Vergrößerung bis 330x sorgen für eine konsistente Bildaufnahme und Weiterverarbeitung. Fehler und Ausschuss an Proben und Komponenten, Produktions- oder Bearbeitungsfehler etc. fallen schnell ins Auge.

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

Bild: Aerotech



### ANT-Nanopositioniertische mit Low-Profile-Optionen

Aerotech hat die zweite Generation seiner ANT-Nanopositioniertische auf den Markt gebracht. Aufbauend auf dem Vorgängermodell sollen die hochpräzisen Nanopositionierer ANT95 und ANT130 in Dynamik und Präzision den Anwender noch besser unterstützen.

Sie eignen sich für ein- und mehrachsige Anwendungen, die eine präzise Bewegung mit hohem Durchsatz erfordern. Der Hersteller nennt ein breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten etwa bei der Montage und Inspektion in der Photonik sowie bei der Inspektion von Optiken. Die Nanopositionierer sind einachsige, zweiachsige, als Z-Achse oder als Niederprofil-Z-Nanopositioniertische verfügbar.

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

Bild: Automation Technology



### PCB-Inspektion mit IRSX Smart-Infrarotkamera

Automation Technology ermöglicht mit der IRSX Smart-Infrarotkamera das Erkennen von kleinen Bauteildefekten durch die herangezogene thermische Signatur, die in Form eines Temperaturbildes dargestellt wird. Die App lässt sich mit wenig Konfigurationsaufwand auf die PCB-Inspektion adaptieren, sodass Leiterplatten anhand ihrer thermischen Signatur als gut oder schlecht bewertet werden.

Die Ergebnisse sendet die IRSX Smart-Infrarotkamera an die Prozesssteuerung. Ist eine Leiterbahn beispielsweise unterbrochen, ist keine Erwärmung erkennbar, während Defekte in einem Leiter oder einem elektronischen Bauteil hingegen als Temperaturerhöhung sichtbar sind.

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

Bild: Werth



### Vollständig messen und analysieren mit Computertomografie

Werth Messtechnik erhöht Funktionsumfang, Bedienkomfort und Geschwindigkeit der Mess-Software Winwerth. So steht die Röntgenröhrentechnik der Tomoscope-XS- und Tomoscope-XS-Plus-Geräte jetzt auch für stärkere Röntgenquellen mit 200 kV Beschleunigungsspannung zur Verfügung. Dies erweitert den Einsatzbereich zum Beispiel auf Werkstücke aus dichteren Materialien beziehungsweise mit größeren Durchstrahlungslängen.

Die Transmissionsröhre bietet eine hohe Auflösung bei gleichzeitig kurzer Messzeit. Für alle Kompaktgeräte ist ein in die Umhausung integriertes Werkstückwechselsystem verfügbar. Zudem lässt sich die Auswertung durch mehrere parallel arbeitende Rechner automatisch steuern.

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

Bild: Polytec



### Inline-Qualitätskontrolle von Lebensmitteln

Die NIR-Prozessspektrometer von Polytec übernehmen Messaufgaben in vielen Bereichen der Lebensmittelherstellung. Ein wichtiger Anwendungssektor ist die Milchverarbeitende Industrie. Mit Echtzeit-Trendentwicklung können Anwender sofort auf Prozessabweichungen reagieren und vermeiden dadurch zeitaufwendige Probenentnahmen und Wartezeiten während der Laboranalyse.

Milchproduzenten weltweit vertrauen der prozessoptimierten NIR-Technologie, da sie es ihnen erlaubt, den gesamten Herstellungsprozess – von der Anlieferung der Milch über Lagerung, Homogenisierung und Pasteurisierung bis zur anschließenden Weiterverarbeitung oder Abfüllung – uneingeschränkt zu überwachen.

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

Bild: Waygate Technologies



### Computertomographie für 3D-Messtechnik und -Analyse

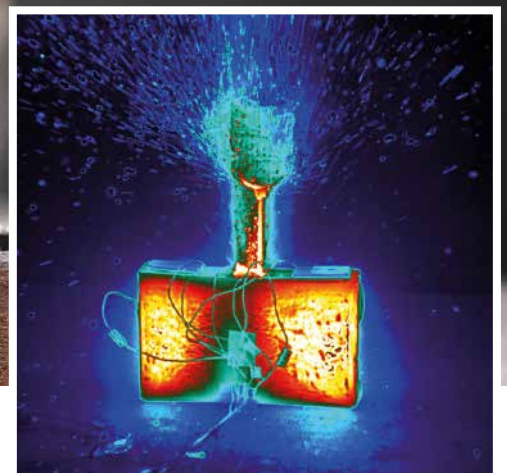
Waygate Technologies hat auf der Control seine Produkte aus den Bereichen industrielle Radiographie und Computertomographie (CT) sowie visuelle Inspektion und Ultraschallprüfung vorgestellt. Der diesjährige Ausstellungsschwerpunkt lag auf dem Mikro-CT-System Phoenix V Tome x M. Das System verfügt unter anderem über das firmeneigene Streustrahlreduzierungs-Tool Scatter Correct und ermöglicht eine präzise 3D-Messtechnik und -Analyse.

Neben dem V Tome x M präsentierte Waygate Röntgen- und CT-Prüflösungen für die Elektronik- und Batterie-Industrie, darunter ein System für die Inline-Prüfung mit Mikro-CT, welches Messgästen vor Ort erstmals mittels moderner Augmented Reality/Mixed Reality-Technik (AR/MR) präsentiert wurde.

[www.waygate-tech.com](http://www.waygate-tech.com)



Die missbräuchlichen Tests setzen Energiespeicher einem Worst-Case-Szenario aus, um die daraus resultierenden Sicherheitsprobleme zu ermitteln und zu beheben.



# Hochgeschwindigkeits-Wärmebildgebung für missbräuchliche Batterietests

Infrarotkameras in der Elektromobilität

**Intensive Tests stellen sicher, dass Elektroauto- oder Smartphone-Akkus wirklich sicher sind. Dazu werden die Energiespeicher über die Belastungsgrenze hinweg beansprucht und beim Abbrennen oder Explodieren von Hochgeschwindigkeits-Wärmebildkameras beobachtet. So lassen sich erstaunliche Erkenntnisse gewinnen.**

Das Battery Innovation Center (BIC) mit Sitz in Newberry, Indiana, ist eine gemeinnützige Organisation, die sich auf die schnelle Entwicklung, Prüfung, Validierung und Kommerzialisierung sicherer, zuverlässiger und leichter Akkus konzentriert. Ein Teil ihres Testprozesses umfasst umfangreiche missbräuchliche Tests, bei denen Energiespeicher dem Worst-Case-Szenario ausgesetzt werden, um die daraus resultierenden Sicherheitsprobleme zu ermitteln und zu beheben. Um möglichst viele Daten aus diesen Tests zu sammeln, verwendet BIC eine Teledyne Flir

Hochgeschwindigkeits-Wärmebildkamera. Ben Wrightsman, Präsident und CEO von BIC, erläutert: „Tests sind absolut kritisch“. Denn die Anforderungen, die ein Akku erfüllen muss, ist in den letzten Jahren gestiegen. Da sich die Technik deshalb stetig weiterentwickelt, wird auch das Überprüfen der Leistung und Sicherheit immer wichtiger.

## Unfälle mit batterieelektrischen Fahrzeugen passieren

Unfälle passieren unweigerlich. Und dann ist es wichtig zu wissen, wie die Akkus reagieren, wenn sie Feuer fangen, wie schnell

und wie wahrscheinlich es ist, dass sie auch umliegendes Material in Brand setzen. „Wir replizieren das Worst-Case-Szenario, damit wir diese Daten sammeln und dann wissen, was uns erwartet“, erklärt Gordon. Die Hochgeschwindigkeits-Wärmebildkamera von BIC, die gegen Ende des Jahres 2020 erworben wurde, ist zu einem Schlüssel für die Datenerfassung geworden.

## Die Einschränkungen der Thermoelemente

„Bevor wir eine Wärmebildkamera hatten, waren es so ziemlich Massenthermoelemente und allgemeinere IR-Geräte“, sagt Dr. James Fleetwood, Forschungsdirektor am BIC. Thermoelemente, kostengünstige Temperatursensoren, die aus zwei verschiedenen Drähten bestehen, werden in der Industrie häufig zur Temperaturmessung verwendet. Sie sind jedoch mit einer Reihe von Einschrän-

kungen verbunden, insbesondere für die Art der Tests, die am BIC durchgeführt werden.

Der Hauptnachteil von Thermoelementen besteht darin, dass sie jeweils nur einen Punkt messen können. „Wenn ich nur das Thermoelement verwende, habe ich eine Kontaktpunkttemperaturmessung. Das bedeutet, dass es sich in dieser einen Position genau richtig lesen wird“, erklärt Rodney Kidd, Labortechniker bei BIC.

Auch die Platzierung von Thermoelementen unterliegt einer Vorannahme. „Es ist ein selbsterfüllendes Feedback“, sagt Fleetwood. „Sie wissen nicht wirklich, wo die Hot Spots sind. Sie haben nur Messungen, die mit den Stellen einhergehen, wo Sie denken, dass sie es sind.“

#### Missbräuchliche Tests zur Simulation von Kurzschlüssen

Einer der missbräuchlichen Tests, denen Akkus unterzogen werden, ist das Eindringen von Nägeln, die einen Kurzschluss simulieren und dazu führen können, dass die Batterie überhitzt und Feuer fängt oder sogar explodiert. „Wenn wir einen Nagelstifttest machen und Sie sich nur auf Thermoelemente beschränken, müssten Sie wirklich tausend Thermoelemente auf der Vorderseite dieser Zelle platzieren, um ein genaues Verständnis des Temperaturprofils zu erhalten, das in der gesamten Zelle heraustreten wird“, sagt Kidd.



Bei den zerstörenden Prüfungen der Akkus kam das Kameramodell Flir X6900sc zum Einsatz.

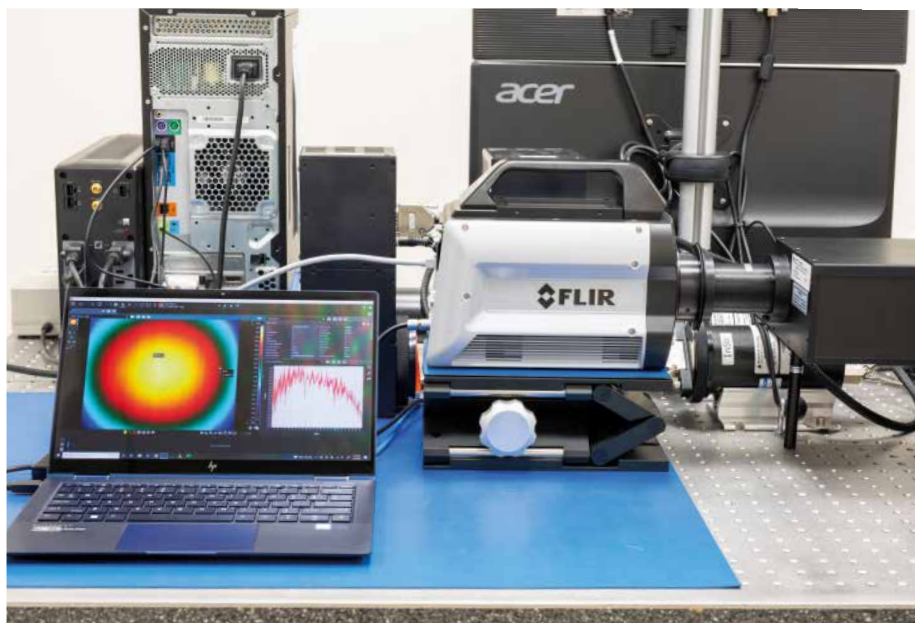
Zu verstehen, wie sich durch den Kurzschluss und die sich ausbreitende Hitze Gase ansammeln, wo diese Gase und andere Zellmaterialien ausgestoßen werden – und wie heiß sie sind – ist für Ingenieure bei der Entwicklung von Akkus wichtig. „Wir werden das Feuer nicht immer stoppen können“, erklärt Kidd, „aber wir können den Schaden und das Ausmaß davon mildern und in sichere Bahnen lenken.“ „Das war etwas, das wir bisher nur mit Thermoelementen und normalen IR-Kameras nicht erfassen konnten“, sagt Kidd. Obwohl sie Trümmer austreten sehen konnten, kühlte das Material sofort ab, als es die Atmosphäre erreichte. „Mit der Hochgeschwindigkeitskamera“, erklärt er, „kann ich das verlangsamen und dieses Material auffangen, das manchmal über 5, 6, 700 °C und dann bei noch höheren Temperaturen herauskommt.“

#### Wärmebildkameras zeigen das Gesamtbild

Im Gegensatz zu Thermoelementen, die direkt vor Ort platziert werden müssen, um Temperaturdaten zu sammeln, liefert die Wärmebildkamera gleichzeitig Daten über jeden Punkt der Oberfläche. „Sie ergibt ein großes Gesamtbild“, sagt Gordon, „und sie sammelt offensichtlich viel mehr Datenpunkte, die bei der Analyse helfen und uns bei der Entwicklung des nächsten Tests helfen können, den wir durchführen möchten.“

Mit der Wärmebildkamera können Ingenieure nicht nur leicht sehen, was außerhalb des Akkus passiert, wenn er einem missbräuchlichen Test ausgesetzt wird, sondern auch, was im Inneren passiert und wie die Hitze voranschreitet. „Wir können sofort sehen, wie sich die Temperatur ausbreitet, und wir können sofort sehen, ob wir Hotspots bekommen, selbst wenn wir an dieser Stelle kein Thermoelement haben“, fährt Gordon fort.

Das Ergebnis ist, dass die Wärmebildkamera viel mehr Informationen liefert als nur eine Pass/Fail-Zertifizierung. „Dieses Wärmeprofil sagt Ihnen viel mehr darüber aus, wie das Wärmemanagementsystem funktioniert, als lediglich eine Aussage darüber zu treffen, ob das System in Flammen steht oder nicht“, sagt Fleetwood. ■



Gekühlte wissenschaftliche Thermografiekameras kommen im Zusammenspiel mit spezieller Software in zahlreichen Anwendungen zum Einsatz, um wissenschaftliche Phänomene thermisch zu untersuchen.

#### AUTOR

**Joachim Templin**

Sales Manager R&D/Science & Automation  
bei Teledyne Flir

#### KONTAKT

Flir Systems GmbH, Frankfurt  
Tel.: +49 69 808 849 80  
www.flir.de



Joachim Templin ist Sales Manager  
R&D/Science & Automation bei Teledyne Flir

# Die Wissenschaft bringt Thermografiekameras an ihre Grenzen

Interview mit Joachim Templin, Sales Manager R&D/Science & Automation bei Teledyne Flir

**Welche maßgeblichen Weiterentwicklungen bei Thermografiekameras sind in den nächsten Jahren zu erwarten? Und was sind derzeit die größten Trends? Joachim Templin, Sales Manager R&D/Science & Automation bei Teledyne Flir, hat sich darüber mit der inspect unterhalten.**

**inspect:** Inwiefern unterscheiden sich die Anforderungen von wissenschaftlichen Thermografiekameras von denen an industrielle Modelle?

**Joachim Templin:** Wissenschaftliche Thermografiekameras sind ausgelegt auf höchste Güte und Leistungsfähigkeit. Je nach Konfiguration stehen sie für die Erfassung und Analyse thermischer Ereignisse in den Spektralbereichen SWIR, MWIR und LWIR. So werden unter anderem Bildwiederholungsgeschwindigkeiten von 1.004 Hz bei einem 640 x 512-Pixel-Detektor im Vollbildmodus erzielt. Noch schneller wird es, wenn man Teilbildmodus verwendet und in den kHz-Bereich vorstößt. Bei Verwendung spezieller Mikroskop-Optiken können kleinste Messfleckgrößen (IFOV) von ca. 4 µm erreicht werden für maximale detaillierte Auflösung kleiner Strukturen. Vieles mehr wäre erwähnenswert, aber generell kann man sagen, dass mit einer gekühlten wissenschaftlichen Thermografiekamera im Zusammenspiel mit spezieller Software die unterschiedlichsten, herausfordernden wissenschaftlichen Phänomene thermisch untersucht werden können.

**inspect:** Welche maßgeblichen Weiterentwicklungen bei Thermografiekameras können Anwender in nächster Zeit erwarten?

**Templin:** Neben der Teilhabe an technischem Fortschritt auf der thermischen Sensorseite (Detektor) sind Funktionen auf Basis künstlicher Intelligenz zu erwarten, die dem Anwender eine einfachere und schnellere Handhabung ermöglichen. Desweiteren erwarten wir Fortschritte bei der Verknüpfung beziehungsweise Kommunikation mit anderen Sensoren und Messgeräten und die Nutzung digitaler, cloud-basierter Dienste – wobei sich kein Hersteller festlegen wird, wann und ob dies schon in der nächsten Zeit der Fall sein wird.

**inspect:** Welche neuen Erkenntnisse liefern solch wissenschaftliche Modelle/Tests für die Weiterentwicklung von Thermografiekameras?

**Templin:** Neben dem Ziel, das Maximum an Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Tests zu ziehen, werden damit nicht selten die Thermografiekameras selbst an ihre Grenzen gebracht. So stellt sich auch für uns als Hersteller heraus, wo es eventuell noch hapert und was verbessert werden sollte. Zum Beispiel werden mitunter noch höhere Auflösungen gewünscht, sowohl bezogen auf die Anzahl an Pixeln auf dem Detektor als auch auf die kleinsten messbaren Strukturen – das Thema Miniaturisierung wird in nächster Zeit nicht an Bedeutung verlieren. Ferner (und ständig) ein

Thema ist auch die Vereinfachung der Handhabung der Thermografiekameras für eine perfekte Kundenzufriedenheit. Das wird und darf nicht aufhören.

**inspect:** Welches Modell kam in der Anwendung zum Einsatz?

**Templin:** Bei dieser Anwendung kam unser Kameramodell Flir X6900sc zum Einsatz. Dieses gibt es in unterschiedlichen Konfigurationen, abgestimmt auf die jeweiligen Kundenbedürfnisse. Die neueste Gerätegeneration ist die Flir X6980 Serie (<https://www.flir.de/products/x6900sc-mwir/>).

**inspect:** Was sind die wichtigsten Daten der Kamera?

**Templin:** Die Flir X6900sc ist für uns die flexibelste gekühlte Wärmebildkamera im Markt. Mit ihrem 640 x 512-Pixel-Detektor erfasst sie im Vollbildmodus hochdynamische thermische Prozesse mit einer Bildwiederholungsgeschwindigkeit von 1.004 Hz. Dabei ermöglicht sie Belichtungszeiten von bis zu 270 ns. Zudem kann sie 14Bit radiometrischen Rohdaten im kamerainternen RAM-Speicher und auf einer wechselbaren SSD-Speicherplatte ablegen. ■

**AUTOR**  
**David Löh**

Chefredakteur der inspect

Bild: Flir

# Spanntechnik für die Qualitätssicherung

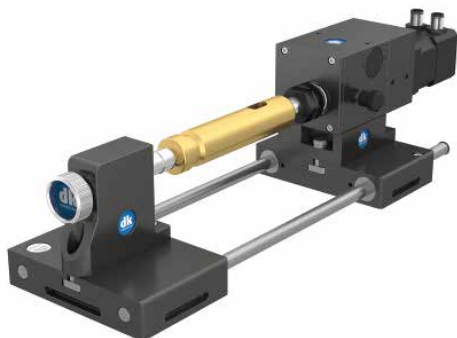
Messtechnikzubehör

Zur Control 2022 zeigte ein Spanntechnikanbieter Anwendern und Partnern aus der Welt der Mess- und Prüftechnik alle Neuentwicklungen seit der letzten Veranstaltung dieser Art.

**D**K Fixiersysteme zeigte Anfang Mai auf der Fachmesse Control eine Standardlösung für den gesteuerten Antrieb von Backenfuttern, Spannzangen und Reitstockspitzen verschiedener Art und Größe sowie mit und ohne Gegenhalter. Zum Einsatz kommt die Lösung bei der optischen oder taktilen Messung von rotationssymmetrischen Teilen, die über den gesamten Umfang oder in bestimmte Winkelpositionen gedreht werden müssen. Die mechanische Drehbewegung und die Zuordnung des Drehwinkels zum zugehörigen Messwert lässt sich durch den Einsatz eines Motorantriebs mit Encoder stark vereinfachen.

## Modulsystem für die Oberflächen- und Konturmesstechnik

Die Verlässlichkeit der Messergebnisse und die Höhe der Prozesskosten werden ganz entscheidend davon beeinflusst, wie exakt, sicher und schnell die Fixierung der



DK Fixiersysteme zeigte auf der Control eine Standardlösung für den gesteuerten Antrieb von Backenfuttern, Spannzangen und Reitstockspitzen für die optische oder taktile Messung von rotationssymmetrischen Teilen, die über den gesamten Umfang oder in bestimmte Winkelpositionen gedreht werden müssen.

Prüflinge ist. Es war daher überfällig, die vielen Verstell- und Spannelemente des DK-Standardprogramms für die Belange der Rauheits- und Konturmessung einsetzbar zu machen. Adaptionen an alle denkbaren Maschinentische und bereits vorhandene Vorrichtungen wurden als Standard entwickelt, um auf im Messraum vorhandenen Lösungen aufsetzen zu können. Über die so geschaffenen Standardschnittstellen werden alle Katalogprodukte – und oftmals beim Anwender bereits aus der dimensionellen Messtechnik vorhandene Vorrichtungen des Herstellers – direkt einsetzbar. Schnell, werkzeuglos und wiederholgenau durch multiple Nullpunktspannung.

## Statt der Prüfteile das Bildverarbeitungssystem fixieren

Sobald die Positionierung der Hardware für die automatisierte optische Prüfung von Werkstücken und Prozessen anspruchsvoll wird, verteuert sich das Prinzip der konventionellen Gerätehalter und birgt Risiken: Eine aus dem Vollen gefräste Sonderkonstruktion wird kostenintensiv und lässt sich im Nachhinein nicht genau genug und schon gar nicht völlig neu ausrichten. Flexible Lösungen aus anderen Bereichen erfüllen die Anforderungen hinsichtlich dauerhafter Stabilität unter Betriebsbedingungen in der Regel nicht.

Das DK-Programm „Gelenksysteme“ beinhaltet fünf Programme 3D-flexibler Spanngelenke für Machine-Vision-Komponenten:

- Strongline: für einfache Anwendungen wie die Positionierung der Beleuchtung.
- Varioline: höhere Stabilität für anspruchsvolle Halteaufgaben.
- Turnstopline: hält nach manuell werkzeuglosem Arretieren des Zentralgelenks wie verschweißt.



3D-flexible Spanngelenke erleichtern die Positionierung von Bildverarbeitungskomponenten für die automatisierte optische Prüfung von Werkstücken.

- Chrom Line: Radius bis 800 mm, wenn die Kamera weit weg von einer Befestigungsmöglichkeit platziert werden muss.
- Hygienicline: Teil- oder Volledelstahlprogramm für Sauberräume und Reinraumbereiche sowie für widrige aggressive Umgebungsbedingungen.

## Messfixiersysteme für filigrane Prüfteile

Was tun, wenn Prüfteile so filigran und empfindlich sind, dass auch leicht laufende Handspannfutter das Risiko bergen, zu viel Kraft auf das Werkstück zu bringen oder bei jeder neuen Spannung eine andere Kraft in das Teil einzuleiten, sodass das Messergebnis nicht verlässlich ist?

DK bietet für solche Anwendungen zwei Lösungen: Die erste sind Pendelbacken auf den System-Handspannfuttern, die die Kontakt- bzw. Spannstellen bei verformungsempfindlichen Teilen verdoppeln und die für das sichere Halten notwendige Kraft pro Anlagepunkt verringern. Durch die ausgleichende Pendelbewegung der Backen reduziert sich das Risiko der Polygonbildung zusätzlich.

Die zweite Lösung ist ein Drehmomentschlüssel für Handspannfutter, der das Problem löst, dass unterschiedliche Anwender oder aber auch der gleiche Anwender bei aufeinanderfolgenden Spannungen das Backenfutter immer auch unterschiedlich stark anziehen: Die für das jeweilige Prüfteil optimale Spannkraft wird durch den Drehmomentschlüssel wiederholgenau und der Gesamtprozess wird sicherer. ■

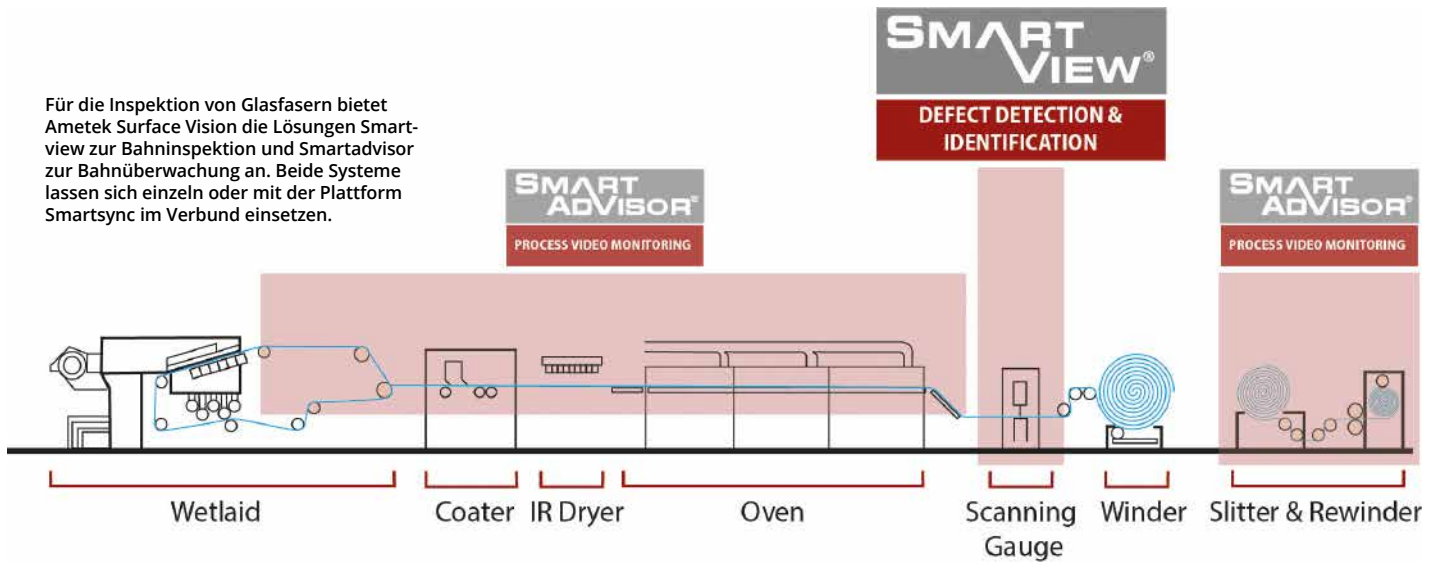
## KONTAKT

DK Fixiersysteme GmbH & Co. KG,  
Reutlingen  
Tel.: +49 7121 90971 0  
www.dk-fixiersysteme.de

# Inspektionssystem für die Glasvliesproduktion

Qualitätssicherung für Bahnware

Für die Inspektion von Glasfasern bietet Ametek Surface Vision die Lösungen Smartview zur Bahninspektion und Smartadvisor zur Bahnüberwachung an. Beide Systeme lassen sich einzeln oder mit der Plattform Smartsync im Verbund einsetzen.



Bei der optischen Inspektion von Glasfaservliesen für Medizin- und Bauprodukte liegt der Fokus im Erkennen von Defekten und ungleich verteilten Fasern, was die Haltbarkeit oder Filterwirkung beeinträchtigen könnte. Das kamerabasierte Prüfsystem verbindet dabei das Erkennen und Visualisieren von Defekten, um deren Ursachen schnell zu identifizieren.

Glasfasern haben sehr nützliche physikalische und chemische Eigenschaften wie Härte, Transparenz sowie Unempfindlichkeit gegen Chemikalien. Hinzu kommen Festigkeit, Flexibilität und eine hohe Steifigkeit, welche aus der Verarbeitung des Glases als Faser resultieren. Glasfaservliese werden deshalb in zahlreichen Verbundwerkstoffen verwendet, wie etwa Leiterplatten und vielen anderen Spezialprodukten. Die Einsatzbereiche reichen von der Infrastruktur über das Bauwesen, Rohr- und Tankherstellung und Transport bis hin zu Konsumgütern, Öl-, Gas- und Chemieindustrie und vielen weiteren industriellen Anwendungen.

Glasfaservliese eignen sich ebenso als Filtermedien, wo Mediendicke, Faserdurchmesser, Faserausrichtung und die Verteilung der Porengröße die wesentlichen Eigenschaften bestimmen. Der Hauptnutzen bei der Inspektion von Glasfaservliesen liegt im Erkennen von Defekten und Formationsschwächen der Fasern, was die Haltbarkeit oder Filterwirkung beeinträchtigen könnte. Darüber hinaus bietet eine lückenlose Inspektion der

Glasfaserbahnen ein umfassendes Verständnis des Bahnbildungsprozesses bei laufender Produktion. Auftretende Fehler werden bereits bei der Entstehung erfasst und lokalisiert, was eine gezielte Ursachenanalyse ermöglicht.

Die Vliese werden auf Anlagen mit sehr unterschiedlichen Kapazitäten hergestellt. Dabei ist es wesentlich, den Rohstoff- und Chemikalieneinsatz stetig zu optimieren. Hierbei ist die optimale Verteilung der Glasfaser in einer Wasser-Faser-Suspension wichtig, da die Fasern ausreichend Raum benötigen, um sich im Verlauf des Prozesses optimal im Vlies auszurichten und zu verteilen.

### Glasfaservliese mit steigenden Inspektionsanforderungen

Der globale Anstieg bei der Nachfrage nach Gebäuden und Häusern ist ungebrochen und führt zu einem steigenden Bedarf nach Baumaterialien. Die Hersteller reagieren darauf mit der Entwicklung von Produkten, welche immer einfacher und schneller zu verarbeiten sind und gleichzeitig eine geringere Nachbehandlung als etwa Putze oder

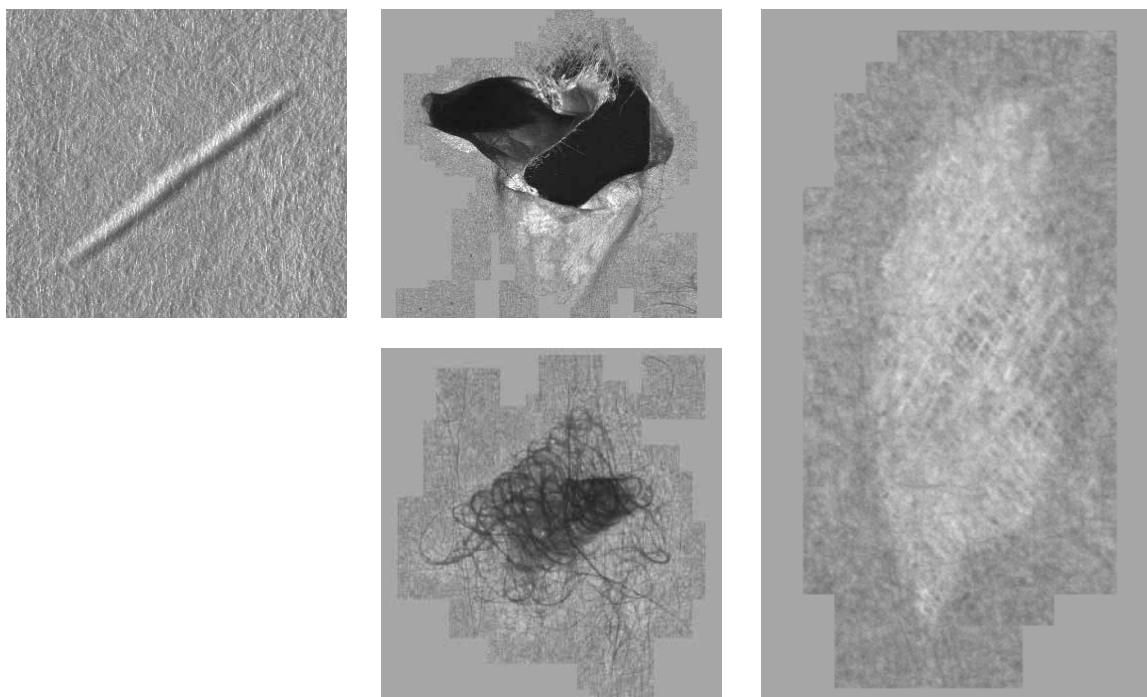
Anstriche erfordern. Ein wichtiger Teil dieser Entwicklungen basiert auf nassgelegten Vliesstoffen aus Glasfasermaterial. So werden herkömmlich verwendete Materialien, wie etwa Papiere und Pappen als Deck- und Trägerschichten für Gipskarton- und Polyiso-Dachplatten, vermehrt durch beschichtete Glasfaservliese ersetzt.

Glasfaservliese werden zunehmend bei Anwendungen mit erhöhtem ästhetischem Anspruch verwendet, etwa bei Deckenplatten und Tapeten. Die traditionelleren Anwendungen für Glasfaservliese, bei denen die Ästhetik weniger im Vordergrund steht – zum Beispiel als Bewehrung für Vinylböden, Teppiche und bituminöse Bedachungen – erfordern flachere Materialien mit gleichzeitig höherer Zugfestigkeit.

Der Einsatz von Glasfasern als Filtermaterial und Batterieseparatoren erfordert eine homogene Verteilung der Glasfaser im Vlies. Die insgesamt gestiegenen Ansprüche an Glasfaservliese in spezifischen Anwendungen setzen voraus, dass die Produzenten der Glasfaservliese die Eigenschaften ihrer Produkte kontinuierlich verbessern.

Um die Anforderungen der Endverbraucher zu erfüllen, werden zunehmend homogene Vliese mit optimaler Faserverteilung gefordert. Hier kommt das Inspektionssystem Smartview von Ametek Surface Vision zum Einsatz, das die Vliesqualität lückenlos dokumentiert.





Glasfaserdefekte, die das optische Inspektionssystem Smartview detektiert hat.

### Zwei Inspektionslösungen für Glasfasern

Für die Inspektion von Glasfasern bietet Ametek Surface Vision die Lösungen Smartview zur Bahninspektion und Smartadvisor zur Bahnüberwachung an. Beide Systeme lassen sich einzeln oder mit der Plattform Smartsync im Verbund einsetzen. Diese Bildverarbeitungslösung verbindet Smartview, also dem Erkennen und Klassifizieren von Defekten, mit der prozessüberwachenden Kamertechnologie von Smartadvisor. Das Bedienpersonal der Produktionsanlage kann damit gezielt und schnell die Ursachen für Unregelmäßigkeiten in der Produktion ermitteln, Defekte schnell erkennen und sofort die erforderlichen Korrekturmaßnahmen ergreifen.

Dabei bietet eine integrierte Fehlerkarte einen Überblick über die Prozessqualität. Die erkannten Defekte werden in hochauflösenden Videoaufnahmen der entsprechenden Prozessschritte dargestellt. Die verteilte Anordnung von synchronisierten Kameras über den gesamten Produktionsprozess ermöglicht eine lückenlose Nachverfolgung der Defektentwicklung. Darüber hinaus stehen sämtliche Bilddaten und Defektinformationen in einer Datenbank zur Verfügung, wo sie in Verbindung mit einem umfassenden Berichtswesen zur Analyse bereitstehen.

### Individuelles Prozessüberwachungssystem

Das Smartview-System bietet eine Auswahl an Kameras und Beleuchtungstypen, die auf das Erkennen von Defekten in der Glasfaservliesproduktion zugeschnitten sind. Hier stehen neben bewährten optischen Komponenten eine Auswahl von Beleuchtungen zur Verfügung, um etwa topografische Defekte wie Falten oder Verunreinigungen, fehlendes Bindemittel oder andere Schäden am Vlies sicher zu detektieren. Gleichzeitig senkt ein patentiertes Reinigungssystem den Wartungsaufwand, während in die mechanische Konstruktion eingebettete Kühlkomponenten es ermöglichen, das System in der Nähe einer Trockenpartie zu installieren.

### Bahnüberwachung

Die Bahnüberwachungstechnologie von Smartadvisor ermöglicht das Erfassen und Speichern von Bahnabrissen und entsprechenden Bahndefekten, von der Entstehung bis zur Auswirkung.

Zur Prozessanalyse überwachen hochauflösende Hochgeschwindigkeitskameras die Fertigung lückenlos. Diese Technologie ist bereits seit langer Zeit in der Papier-, Kunststoff-, Vliesstoff- und Metallindustrie im Einsatz. Dabei stellen die Kameras zeitlich synchronisierte Ansichten zur Verfügung, die automatisch die Bahngeschwindigkeit und den Standort der Aufnahme

berücksichtigen. Der Verlauf eines Produktes im Produktionsprozess lässt sich damit automatisch und nahtlos nachverfolgen. Smartadvisor ermöglicht darüber hinaus die kontinuierliche Aufzeichnung von Videos bis zu einer Gesamtdauer von 72 Stunden. Die Scan-Back-Funktion unterstützt den Anwender bei der eindeutigen Identifizierung der Störungsursachen.

### Fazit

Mit dem zunehmenden Einsatz von Glasfasern in Vliesstoffanwendungen steigt auch der Bedarf an einer präzisen und automatisierten optischen Prüfung. Dabei gewährleistet die Verbindung aus Erkennen und Visualisieren von Defekten dabei, deren Ursachen zu identifizieren. Durch den Einsatz eines automatisierten Inspektionssystems können Hersteller von Glasfaservliesen die Qualität ihrer Produkte sicherstellen, den Ertrag erhöhen und Kundenreklamationen deutlich reduzieren. ■

**AUTOR**  
Volker Kölmel

Global Manager Plastic, Nonwovens & Paper

### KONTAKT

Ametek Surface Vision, Karlsruhe  
Tel.: +49 721 627 267 0  
surfacevision.info@ametec.com  
www.ameteksurfacevision.com

## Index

FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE
<b>A</b> erotech	14, 43	Hema Electronic	22	Pepperl + Fuchs	28
Ametek	34, 48	<b>IC</b> -Haus	25	Photonfocus	36
AMS Technologies	20	loss	25	Physik-Instrumente (PI)	8
AT Automation Technology	3, 12, 43	<b>J</b> enoptik Optical Systems	8	Polytec	19, 43
Autovimation	35	<b>L</b> andesmesse Stuttgart	9	<b>R</b> auscher	20, 32
<b>B</b> asler	6, 32	Laser Components	8	<b>S</b> ick	7
Baumer	7, 12	LMI Technologies	25	Spectaris	7
Buechner Lichtsysteme	37	Lucid Vision Labs	13	SVS-Vistek	13, 32
<b>C</b> bc	12	<b>M</b> atrix Vision	11, 13, 16	<b>T</b> eledyne Dalsa	39
Chromasens	12	MBJ Imaging	25	Tordivel	15
<b>D</b> i-Soric	33	Messe München	10	<b>V</b> ieworks	17
DK Fixiersysteme	47	Micro-Epsilon Messtechnik	5, 14	Visiconsult X-Ray Systems & Solutions	8, 15
<b>E</b> dmund Optics	6, 13, 23	Midwest Optical Systems	27	Vision & Control	20
EMVA European Machine Vision Association	8, 9	Mitutoyo	42	Vision Components	13, 24, 32
Euresys	20	MVTEC Software	25, 26	Vision Engineering	43
<b>F</b> alcon Illumination Mv	32	<b>N</b> erian Vision	13	<b>W</b> aygate Technologies (Baker Hughes Digital Solutions)	15, 43
Flir Systems	32, 45	Nürnberg Messe	11	Wenzel Group	8
Framos	30	<b>O</b> ctum	14	Werth Messtechnik	15, 43
Fujifilm Optical Devices	32	Olympus	8	<b>X</b> imea	32
<b>G</b> öpel Electronic	14, 38	Optical Surface Technologies	20	<b>Y</b> xlon	6, 15, 4, US
<b>H</b> amamatsu Photonics	40	Opto	2, US, 14		
Hangzhou Hikvision Intelligent	29	<b>P.</b> E. Schall	10		

## Impressum

**Herausgeber**

Wiley-VCH GmbH  
Boschstraße 12  
69469 Weinheim, Germany  
Tel.: +49/6201/606-0

**Geschäftsführer**

Sabine Haag  
Dr. Guido F. Herrmann

**Publishing Director**

Steffen Ebert

**Product Management**

Anke Grytzka-Weinhold  
Tel.: +49/6201/606-456  
agrytzka@wiley.com

**Chefredaktion**

David Löh  
Tel.: +49/6201/606-771  
david.loeh@wiley.com

**Redaktion**

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

**Redaktionsassistent**

Bettina Schmidt  
Tel.: +49/6201/606-750  
bettina.schmidt@wiley.com

**Technical Editor**

Sybille Lepper  
Tel.: +49/6201/606-105  
sybille.lepper@wiley.com

**Beirat**

Roland Beyer, Daimler AG  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp,  
Hochschule Darmstadt

Dipl.-Ing. Gerhard Kleinpeter,  
BMW Group

Dr. rer. nat. Abdelmalek Nasraoui,  
Gerhard Schubert GmbH

Dr. Dipl.-Ing. phys. Ralph Neubecker,  
Hochschule Darmstadt

**Anzeigenleitung**

Jörg Wüllner  
Tel.: 06201/606-748  
jwuellner@wiley.com

**Anzeigenvertretungen**

Martin Fettig  
Tel.: +49/721/14508044  
m.fettig@das-medienquartier.de

Dr. Michael Leising  
Tel.: +49/3603/893565  
leising@leising-marketing.de

**Herstellung**

Jörg Stenger  
Kerstin Kunkel (Sales Administrator)  
Maria Ender (Design)  
Ramona Scheirich (Litho)

**Wiley GIT Leserservice**

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

**Sonderdrucke**

Patricia Reinhard  
Tel.: +49/6201/606-555  
preinhard@wiley.com

**Bankkonto**

J.P. Morgan AG Frankfurt  
IBAN: DE55501108006161517443  
BIC: CHAS DE FX

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste  
vom 1. Januar 2022

2022 erscheinen 9 Ausgaben  
„inspect“  
Druckauflage: 20.000 (1. Quartal 2022)

**Abonnement 2022**

9 Ausgaben EUR 51,00 zzgl. 7 % MWSt  
Einzelheft EUR 16,30 zzgl. MWSt+Porto

Schüler und Studenten erhalten unter Vorlage  
einer gültigen Bescheinigung 50 % Rabatt.

Abonnement-Bestellungen gelten bis  
auf Widerruf; Kündigungen 6 Wochen vor  
Jahresende. Abonnement-Bestellungen  
können innerhalb einer Woche schriftlich  
widerrufen werden, Versandreklamationen  
sind nur innerhalb von 4 Wochen nach  
Erscheinen möglich.

**Originalarbeiten**

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

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich,  
zeitlich und inhaltlich eingeschränkte  
Recht eingeräumt, das Werk/den redaktio-  
nellen Beitrag in unveränderter Form oder  
bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig  
oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu  
denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen  
bestehen, so wie Dritten zur Nutzung zu  
übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich  
sowohl auf Print- wie elektronische Medien  
unter Einschluss des Internets wie auch auf  
Datenbanken/Datenträgern aller Art.

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

**Druck**

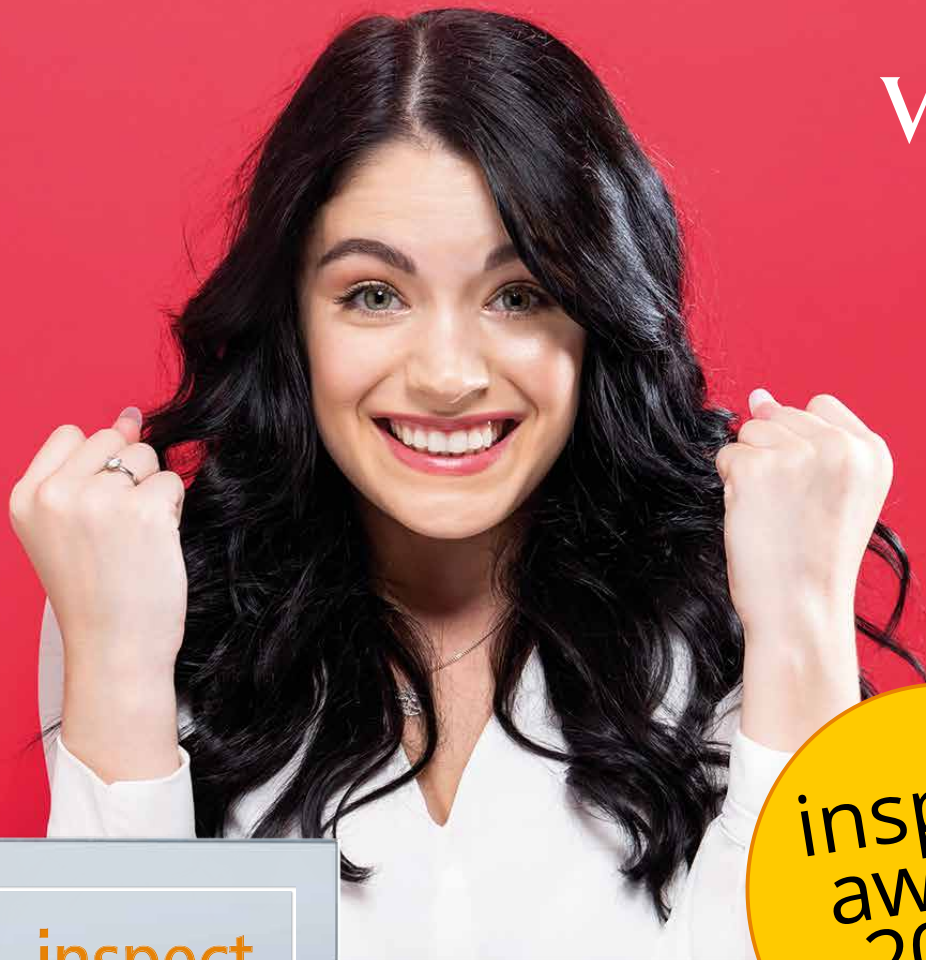
westermann DRUCK | pva

Printed in Germany  
ISSN 1616-5284



Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Substantiven die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

WILEY



inspect  
award 2022  
winner

1

Category  
Vision

WILEY

inspect  
award  
2022

**Jetzt abstimmen  
und wertvolle Preise  
gewinnen!**

**Teilnahmeschluss:**

23. September 2022

Wählen Sie die innovativsten  
Produkte der Bildverarbeitung  
und optischen Messtechnik.

**Hier geht's zur Abstimmung:**

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

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



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

# DISCOVER YOUR NEW INSPECTION POWER!



**Boost your production processes  
with the new YXLON UX50 high-  
performance CT inspection system.**

Benefit from the strength and dependability that come with:

- 450 kV for very dense and large components
- Line and/or flat-panel detector for utmost flexibility
- Increased yield thanks to reliable at-line inspection using varying CT techniques
- Future-proof investment through our upgradability concept

**YXLON**

*Explore how to get best results  
for your applications here:  
[www.yxlon.com/hero](http://www.yxlon.com/hero)*