Die Ausgabe zur

VISION Inspect

WORLD OF VISION

27. JAHRGANG
SEPTEMBER 2026
17,00 €

4

76 963

www.WileyIndustryNews.com

Code für Ihr Gratisticket
INSPECTVISION26



Exaktera: Die Integration ist auf der Zielgeraden Seite 19

Denkweit: Von der Prüfaufgabe zur KI-Lösung an einem einzigen Tag Seite 33

Märzhäuser: Positioniertechnik im Wandel der Anforderungen Seite 43

TITELSTORY

3D-Laserinspektion bei ArcelorMittal

Interview zur VISION
Technologien, Trends, Rahmenprogramm
S. 22

Software
Anwendungsentwicklung mit Künstlicher Intelligenz
S. 36

Kamerahersteller
Warum die Produktion in Deutschland der beste Weg ist
S. 58

Partner von emva, spectronet., VDMA, edge ai + vision ALLIANCE, VISION, Control, AUTOMATICA, EPIC

WILEY



© kanpisut - stock.adobe.com

Präsentiert von inspect WORLD OF VISION

DIE Bildverarbeiter

Marktführer im Gespräch

Der exklusive **Video-Talk** mit den Meinungsmachern der Bildverarbeitungsbranche

5 Fragen

5–10-minütiger Talk mit Ihrem Experten

Präsentation auf unserem Portal

Plus Nutzungsrecht für Ihre eigenen Kanäle

Maximale Sichtbarkeit

Positionierung in der relevanten Zielgruppe

WILEY

Ihre Ansprechpartner:



Verkauf
Sylvia Heider
Mediaberater
+49 (0) 6201 606 589
sheider@wiley.com



Verlagsbüro

Martin Fettig
+49 (0)721 145 080 44
m.fettig@das-medienquartier.de

Es gibt viele gute Gründe, diese Ausgabe zu lesen

Sie halten die Vision-Ausgabe in Händen und damit die inhaltsreichste des Jahres zum Event des Jahres. Vielleicht haben Sie sich ein Heft von unserem Messestand mitgenommen und sind nun neugierig auf die gebotenen Inhalte. Dann heiße ich Sie herzlich willkommen in der Leserschaft der inspect, der führenden Fachzeitschrift für Bildverarbeitung und optische Messtechnik in Deutschland.

Ich habe zwei Tipps für alle, die die Vision in Stuttgart (6. bis 8.10.) besuchen:



- Tipp 1: Mit dem folgenden Code bekommen Sie ein kostenfreies Ticket, inklusive ÖPNV-Fahrkarte für den Verkehrsverbund Stuttgart: **INSPECTVISION26**. Gültig ist das Ticket auch für die parallelen Messen Motek und Quantum Effects.
- Tipp 2: Kommen Sie unbedingt an unserem Messestand vorbei, **Halle 10, Stand A02**, direkt am Eingang in Richtung Halle 8. Dort bekommen Sie den besten Kaffee der ganzen Messe. Sie müssen sich nur für unseren sowieso empfehlenswerten Newsletter registrieren.

Besonders freue ich mich über die erneute Kooperation mit dem AIT Austrian Institute of Technology und deren Scientific Vision Days. Das ist eine Vortragsreihe, die direkt am Stand von AIT (Halle 8, Stand C50) zahlreiche wissenschaftliche und wissenschaftsnahe Vorträge bietet. Das Programm finden Sie auf der Seite der Vision. Sie müssen sich vorab nicht anmelden.

Wofür Sie sich allerdings anmelden müssen, sind die Guided Tours auf der Vision (siehe Seite 28). Dieses seit 2022 bestehende Format verschafft den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen effizienten Überblick über aktuelle technische Entwicklungen. Sie finden an jedem der drei Messetage statt. Geführt werden sie von Dr. Ronald Müller, einem ausgewiesenen Marktexperten.

Unabhängig davon, ob sie zur Vision fahren oder nicht: Lesen Sie die wichtigsten Infos zur Messe, Beiträge zu den technologischen Fortschritten von KI und zahlreiche Interviews und Anwendungen industrieller Bildverarbeitung. Besonders ans Herz legen möchte ich Ihnen das Interview von Andreas Löhr, Geschäftsführer von Märzhäuser (Seite 44). Ich tue vielen Autoren und Interviewpartnern dieser Ausgabe Unrecht, wenn ich sie nicht explizit erwähne. Darum wetzen Sie diese Scharte bitte für mich aus und studieren Sie das Inhaltsverzeichnis noch genauer als sonst.

David Löh
Chefredakteur

CRETEC
Machine Vision | Robotics | AI
100% QUALITÄT. VOLLAUTOMATISCH.
QBIC Wheels
Oberflächenkontrolle für die Automobilindustrie
> 1 Gigapixel Auflösung
KI-gestützte und regelbasierte Bildverarbeitung für die vollautomatische Prüfung von Aluminiumrädern – kompakt, präzise, effizient.
100 % Oberflächenkontrolle
KI-gestützte Fehlererkennung
Vollautomatischer EOL-Prozess
Weniger Schlupf, weniger Reklamationen
Für OEM-Spezifikationen ausgelegt
INTELLIGENTE PRÜFUNG
INNOVATIVE TECHNOLOGIE
KOMPAKTES ANLAGENDESIGN
BESUCHEN SIE UNS AUF DER
VISION
World's leading trade fair for machine vision
Halle 10
Stand 10E70.5
06. – 08. Oktober 2026
Messe Stuttgart
Erfahrung ist wie Hubraum – durch nichts zu ersetzen ... außer durch mehr.
www.cretec.gmbh
Machine Vision
Robotics | AI

Inhalt



14 Titelstory
Klare Kante: Echtzeit-3D-Laserinspektion für Stahlbänder bei ArcelorMittal
3D-Profilmesstechnik in der Stahlverarbeitung



26 **Moderate Trendwende in der Bildverarbeitung**
Interview mit VDMA-Machine-Vision-Vorstand Daniel Seiler zu Marktlage, Physical AI und Wettbewerbsfähigkeit



28 **Vision Guided Tours 2026: Der direkte Draht zu Innovation und Industrie**
Rahmenprogramm der Vision 2026

Editorial

3 **Es gibt viele gute Gründe, diese Ausgabe zu lesen**

Märkte & Management

6 **Seeing beyond the visible – mit Ivii Iriis unsichtbare Fehler sichtbar machen**

8 **Eine neue Architektur für intelligente Automatisierung**

10 **Gute Stimmung dank Auftragspolster – aber was kostet der Speicher-Mangel?**
Märkte für industrielle Bildverarbeitung im Fokus – August 2026
Vision Markets

Titelstory

14 **Klare Kante: Echtzeit-3D-Laserinspektion für Stahlbänder bei ArcelorMittal**
3D-Profilmesstechnik in der Stahlverarbeitung

16 **Stahlkanten präzise in 3D prüfen**
Interview mit Athinodoros Klipfel über die Inline-Kanteninspektion
AT Sensors

Vision 2026

19 **Exaktera: Die Integration ist auf der Zielgeraden**
Sechs Marken unter einer Vertriebs- und Entwicklungsstruktur
Z-Laser

22 **Marktentwicklung, Technologietrends und neue Anwendungen auf der Vision 2026**
Interview mit Florian Niethammer, Projektverantwortlicher der Vision
David Löh

26 **Moderate Trendwende in der Bildverarbeitung**
Interview mit VDMA-Machine-Vision-Vorstand Daniel Seiler zu Marktlage, Physical AI und Wettbewerbsfähigkeit
AT Sensors

28 **Vision Guided Tours 2026: Der direkte Draht zu Innovation und Industrie**
Rahmenprogramm der Vision 2026
Vision Markets

Künstliche Intelligenz

33 **Neue Prüfaufgabe am Morgen, eine trainierte Vision AI am Nachmittag**
Industrielle Qualitätsprüfung innerhalb eines Tages umsetzen
Denkweit

36 **KI rückt in die Applikationsentwicklung vor**
Interview mit Dr. Maximilian Lückenhaus, Director Marketing + Business Development
MVTec Software

38 **Wenn jeder Handgriff sitzt**
Automatisches Assistenzsystem für manuelle Prozesse
The Imaging Source Europe

40 **Objekte lokalisieren und gleichzeitig klassifizieren**
Objekterkennung für industrielle Zähl- und Vollständigkeitsprüfungen
Wenglor Sensoric elektronische Geräte

Vision

43 **80 Jahre Positioniertechnik aus Wetzlar**
Interview mit Andreas Löhr, Geschäftsführer von Märzhäuser
Märzhäuser Wetzlar

47 **Baukastenprinzip beschleunigt den Weg zur stabilen Vision-Lösung**
Modulare Kamerahalterungen für Proof-of-Concept und Field Application
DK Fixiersysteme



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

Partner von: emva, spectronet., VDMA, edge ai + vision ALLIANCE, VISION, Control, AUTOMATICA, EPIC





38 **Wenn jeder Handgriff sitzt**
Automatisches Assistenzsystem für manuelle Prozesse

48 **5 GigE für kompakte Bildverarbeitungssysteme**
Drei Gehäusekonzepte für unterschiedliche Einsatzbedingungen
Baumer Optronic

50 **SWIR-Bildgebung für industrielle Inspektionsaufgaben**
Neue Zeilen- und Flächenkameras für den kurzwelligen Infrarotbereich
JAI

52 **Multi-Kamera-Vision für makellose Felgen**
Kamerabasierte Qualitätskontrolle mit KI und Multi-Shading
Cretec

54 **Wenn Bildverarbeitung, KI und Sensorik in der Logistik zusammenwachsen**
Sensorfusion für automatisierte Logistikprozesse
Zebra Technologies

56 **Die Anwendung bestimmt die Optik**
Warum das leistungsfähigste Objektiv nicht immer die beste Wahl ist
Edmund Optics Europe

58 **„Krise ist das neue Normal – wer am schnellsten reagiert, gewinnt“**
IDS-Geschäftsführer Jan Hartmann und Alexander Lewinsky über Marktlage, Speicherkrise und den Standort Deutschland

62 **Kameratechnik im Verborgenen**
Interview mit Michael Cmok, Geschäftsführer von Ximea
Ximea

64 **High-Speed-Kameras für Analyse und Prozessoptimierung**
Anwendungen, Auswahlkriterien und Trends
Quantum Design

Automation

68 **Sieben Schritte zur reibungslosen Betriebsbegehung**
Sicherheitslücken in der Automatisierung systematisch schließen
Leuze Eletronic

Control

70 **4 K-Digitalmikroskopie für die industrielle Inspektion**
Digitale Bauteilprüfung mit rückverfolgbaren Ergebnissen
Vision Engineering

72 **Präzision in der Raumfahrt**
ESA-Missionen und ihre Anforderungen an die Messtechnik
Hexagon

Blick in die Forschung

75 **Neue Ansätze für Industrielle CT und robotergestützte Qualitätsprüfung**

76 **Fünffacher CT-Durchsatz bei gleichbleibender Bildqualität**
Qualitätssicherung als Voraussetzung für industriellen Fortschritt
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

78 **Der optimale Blick auf jedes Bauteil**
Wie ein modellbasierter Planungsansatz die robotergestützte Qualitätsprüfung automatisiert
AIT Austrian Institute of Technology

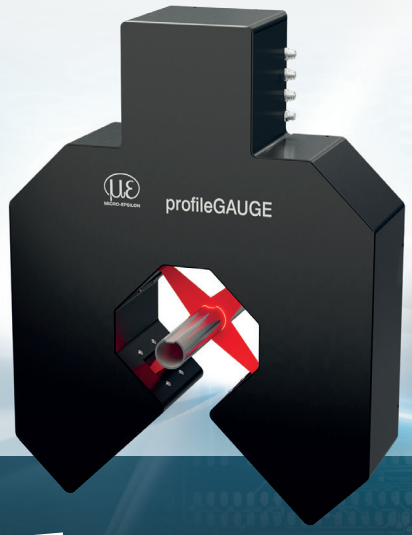
Start-up Corner

80 **Single-Shot-3D-Messtechnik für die Drahtbond-Inspektion**
Lichtfeldbildgebung ermöglicht Tiefenerfassung ohne Scanvorgang
Photonicsens

82 **Index**

82 **Impressum**

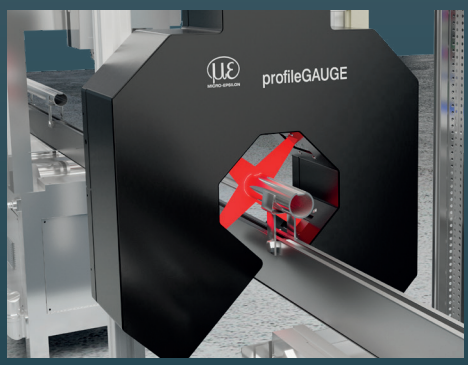
MICRO-EPSILON



NEU
profileGAUGE X.LP-3D

Sensorsystem zur präzisen Inline 3D-Profilmessung

- Komplettlösung mit Messbügel, Laser-Scannern, Schaltschrank und Panel-IPC
- Geeignet für Rund-, Vierkant-, Flach-, Freiform und Sechskantmaterialien
- Messbereich: bis 120 mm
- Genauigkeit: ±5 µm
- Vollautomatische Kalibrierung in < 2 Sekunden



Ideal zur Produktionsüberwachung in Extrusionslinien, Herstellung von Rohren und Halbzeugen

Kontaktieren Sie uns:
Tel. +49 8542 1680
www.micro-epsilon.de/profilegauge

Sonderschau berührungslose Messtechnik auf der Control 2027: Exponate gesucht

Der Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision richtet gemeinsam mit der P. E. Schall GmbH & Co. KG zum 20. Mal die Sonderschau „Berührungslose Messtechnik" im Rahmen der Fachmesse Control 2027 aus. Die Ausstellung zeigt einen Querschnitt aktueller Technologien, Applikationen und Systemkomponenten der berührungslosen Mess- und Prüftechnik und dient Fachanwendern als Orientierungshilfe bei der Auswahl geeigneter Lösungen für individuelle Prüfaufgaben.

Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen können bis zum 30. Oktober 2026 Exponat-Vorschläge per E-Mail einreichen (Titel und Kurzbeschreibung). Präsentiert werden Systeme zur Prüfung sichtbarer Merkmale, etwa auf Basis von Lichtschnitt, Streifenprojektion, Weißlichtinterferometrie, Holographie, Time-of-Flight oder konfokalen Verfahren. Ergänzend werden Techniken für das Materialinnere wie Thermographie, Röntgen, Ultraschall, Terahertz sowie spektroskopische Ansätze wie Hyperspectral Imaging gezeigt. Auch Lösungen zu künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen in der Bildverarbeitung sind ausdrücklich erwünscht. **www.fraunhofer.de**

Spectaris stärkt Fachkompetenz für digitale Regulierung und KI


Bild: Spectaris

Maximilian Kunze

Maximilian Kunze unterstützt ab sofort den Deutschen Industrieverband für Optik, Photonik, Analysen- und Medizintechnik als Referent. Er begleitet nationale und europäische Gesetzgebungsverfahren mit Schwerpunkt auf digitaler Regulierung. Dazu zählen das Monitoring regulatorischer Entwicklungen, die Analyse neuer Rechtsvorschriften sowie deren praxisnahe Aufbereitung für die Mitgliedsunternehmen.

Kunze erarbeitet Verbandspositionen zu Künstlicher Intelligenz, Cybersicherheit und digitalen Standards und entwickelt Informations- und Serviceangebote für die Branche. Zudem koordiniert er den Austausch mit politischen Entscheidungsträgern und Partnerorganisationen in Berlin und Brüssel. Zuvor war Kunze als Political Communications Manager bei der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland und im Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik tätig und bringt damit Erfahrung an der Schnittstelle von Technologie, Forschung und Politik ein. **www.spectaris.de**

Advertorial

Seeing beyond the visible – mit Ivii Iriis unsichtbare Fehler sichtbar machen

Fertigungs- und Logistikprozesse werden immer komplexer: wachsende Produktvielfalt, manuelle Schritte und Fachkräftemangel erschweren es, Qualität, Effizienz und Transparenz dauerhaft sicherzustellen. Hier setzt das Edge-AI-Kamerasystem Ivii Iriis an: Es erkennt Abweichungen in Echtzeit, macht Prozesslücken sichtbar und unterstützt Mitarbeitende direkt am Arbeitsplatz. Ob Qualitätsprüfung, Teileidentifikation, Montagekontrolle oder Bilddokumentation – das System hilft, Fehler frühzeitig zu vermeiden und Abläufe nachvollziehbarer zu machen.

Dank Plug & Play ist Ivii Iriis schnell einsatzbereit und kann direkt vor Ort für unterschiedliche Anwendungen trainiert werden. Als offenes System lässt es sich flexibel integrieren und zentral verwalten. Mehr dazu, wie sich Ivii Iriis als visuelle KI-Lösung in Ihre Prozesse integrieren lässt, finden Sie unter www.ivii.eu.

Die Ivii GmbH ist ein österreichisches Deep-Tech-Unternehmen für industrielle Bildverarbeitung. Am Hauptsitz in Dobl bei Graz entwickelt das Team KI-gestützte Lösungen für Produktion, Logistik und industrielle Anwendungen.



Bild: Ivi

Ivii Iriis in der Produktion

Neues Baumer Innovationslabor für robuste Industriesensoren


Bild: Baumer

Baumer hat an seinem Hauptsitz ein neues Innovationslabor für Sensortests in Betrieb genommen. Auf 1.300 Quadratmetern werden dort Sensoren aus den Entwicklungszentren im Dauerbetrieb geprüft, um Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und die Zuverlässigkeit im Feld zu erhöhen. Die Teststandards gehen laut Unternehmen über normative Anforderungen hinaus und bilden auch extreme Einsatzbedingungen ab.

Zum Spektrum gehören Dichtigkeitstests in einer Wasserschutzkammer, Schocktests auf einer seismischen Schockanlage, Vibrationstests mit Shaker sowie Temperaturtests und künstliche Alterung in Klimaschränken. Zusätzlich werden Performancetests zu Linearität, Wiederholgenauigkeit, Auflösung und Objektunabhängigkeit über den gesamten Mess- und Temperaturbereich durchgeführt. Verifikationstests adressieren Ansprechzeiten, Fremdlichtsicherheit, Robustheit gegen gegenseitige Beeinflussung, Spotgrößen und Schallkeulen. Zielanwendungen sind unter anderem Outdoor-Sensoren für mobile Maschinen und die Bahnindustrie. **www.baumer.com**

The Imaging Source stärkt Vertrieb

Das Unternehmen hat Stefan Brendjes zum neuen Sales Manager für Süddeutschland ernannt. Brendjes verstärkt The Imaging Source mit mehr als zwei Jahrzehnten Erfahrung in Embedded Vision, industrieller Bildverarbeitung und technischem Vertrieb. Sein Profil, so ein Sprecher des Unternehmens, vereine tiefes technologisches Verständnis mit fundierter Marktkenntnis.

Einen Schwerpunkt seiner bisherigen Tätigkeit bildet die Entwicklung und Vermarktung eingebetteter Bildverarbeitungslösungen. Dieses Know-how soll dazu beitragen, die Zusammenarbeit mit Kunden und Partnern in Süddeutschland weiter auszubauen und die Weiterentwicklung des Embedded-Vision-Portfolios voranzutreiben.

Gleichzeitig verbindet The Imaging Source mit dem Neuzugang strategische Erwartungen: Brendjes soll neue Akzente im Embedded-Vision-Geschäft setzen und die Marktposition des Unternehmens im deutschsprachigen Raum nachhaltig stärken. **www.theimagingsource.com**

AMS Osram setzt auf Digital Photonics und verlängert CEO-Vertrag


Bild: AMS Osram

Aldo Kamper

AMS Osram treibt die Fokussierung auf sein optisches Halbleitergeschäft voran und hat den Vertrag von CEO Aldo Kamper vorzeitig bis Ende September 2031 verlängert. Kamper führt das Unternehmen seit April 2023 und verantwortet die strategische Neuausrichtung auf das Kerngeschäft.

Im zweiten Quartal 2026 erzielte AMS Osram einen Umsatz von 805 Mio. Euro bei einer bereinigten EBITDA-Marge von 16,9 %. Das Halbleiter-Kernportfolio wuchs währungsbereinigt um 13 % gegenüber dem Vorjahr, während sich die Design-Wins auf mehr als 1,6 Mrd. Euro beliefen.

Im strategischen Wachstumsfeld Digital Photonics arbeitet das Unternehmen an RGB-microLED-Arrays für künftige Augmented-Reality-Brillen und meldet Fortschritte auf dem Weg zur Serienfertigung. Zudem wurde ein Micro-Photodioden-Array für optische Verbindungen in KI-Rechenzentren eingeführt.

Parallel schärft AMS Osram sein Portfolio: Das nicht-optische Sensorikgeschäft wurde an Infineon verkauft, das CMOS-Bildsensorgeschäft an Indie Semiconductor. Damit will sich das Unternehmen stärker auf optische Technologien sowie Anwendungen in Augmented Reality und Datenkommunikation konzentrieren.

Unter Kamper läuft zudem das Effizienzprogramm „Re-establish the Base“, das auf höhere Profitabilität, eine schlankere Organisation und den Schuldenabbau abzielt. Für das dritte Quartal 2026 erwartet AMS Osram einen Umsatz zwischen 770 und 870 Mio. Euro sowie eine bereinigte EBITDA-Marge von rund 16 %. **www.ams-osram.com**



Konfigurierbare Ringlichter ab sofort erhältlich


Bild: Edmund Optics

Edmund Optics erweitert sein Beleuchtungsportfolio für die industrielle Bildverarbeitung um konfigurierbare Lumimax Ringlichter, die ab Lager weltweit verfügbar sind. Die Ringlichter sind in Weiß, Blau (470 nm), Grün (528 nm), Rot (625 nm) und NIR (850 nm) erhältlich und bieten eine stabile, homogene Ausleuchtung für verschiedene Arbeitsabstände und Bildfelder. Austauschbare Linsenarrays ermöglichen Hellfeld- und Dunkelfeld-Beleuchtung, während ein Domaufsatz stark diffuse Beleuchtung für reflektierende oder gekrümmte Oberflächen bereitstellt. Ein Fenster-Kit mit Diffusor und Polarisator reduziert Blendungen und passt den Kontrast an spezifische Prüfanforderungen an.

Durch die Konfigurierbarkeit kann eine einzige Lichtquelle an wechselnde Inspektionsaufgaben angepasst werden, was die Systemkonfiguration vereinfacht und Entwicklungs- sowie Implementierungszeiten in der industriellen Bildverarbeitung verkürzt. **www.edmundoptics.de**

Neue IFR-Führung vorgestellt



Bild: IFR

Von links nach rechts: Jane Heffner übernimmt in Chicago die Nachfolge von Takayuki Ito.

Die International Federation of Robotics (IFR) hat Jane Heffner zur neuen Präsidentin gewählt. Sie folgt auf Takayuki Ito von Fanuc Corporation und bleibt gleichzeitig Global Vice President of Channel Communication bei Teradyne Robotics, einem Anbieter kollaborativer Industrie- und autonomer mobiler Roboter.

Adrien Brouillard, Executive President der Robotiksparte von Stäubli, wurde zum Vizepräsidenten der IFR ernannt und ergänzt damit das neue Führungsteam. Der Franzose ist seit über 15 Jahren in verschiedenen Leitungsfunktionen bei Stäubli tätig, unter anderem als Global Head of Business für General Industry & Customer Services.

Heffner verfügt über mehr als 20 Jahre Führungserfahrung in Automatisierung, Robotik, Automotive und Luftfahrt. Gemeinsam wollen Heffner und Brouillard die Arbeit der IFR in einem Umfeld fortführen, das durch den zunehmenden Einsatz von künstlicher Intelligenz und Automatisierung geprägt ist. **www.ifr.org**

Advertorial

Eine neue Architektur für intelligente Automatisierung

MACNICA



Die industrielle Bildverarbeitung entwickelt sich zu einem zentralen Bestandteil der intelligenten Automatisierung. Da die KI-Verarbeitung immer näher an die Produktionslinie rückt, können Maschinenbauer und Systemintegratoren Bildaufnahme, Inferenz und Robotersteuerung zunehmend in Echtzeit kombinieren.

Fortschritte bei Bildsensoren, Embedded-Computing und Edge-KI ermöglichen schnellere Reaktionszeiten, eine geringere Abhängigkeit von Cloud-Verbindungen und mehr Flexibilität in der Fertigung. Die Herausforderung besteht nicht nur darin, die richtigen Komponenten auszuwählen, sondern Bildverarbeitung, KI-Verarbeitung, Software und Robotik in eine einheitliche Architektur zu integrieren.

Auf der Vision-Messe vom 6. bis 8. Oktober in Stuttgart wird Macnica ATD Europe seine Roboterarm-Lösung mit integrierten Bildverarbeitungs- und Edge-KI-Fähigkeiten vorstellen. Die Demonstration basiert auf der Systemarchitektur von Macnica und vereint Technologien von Ienso, Sony und Ambarella. Konstruktion, Systemintegration und Montage wurden von Estigiti durchgeführt, einem unabhängigen Entwicklungsunternehmen und Mitglied des Macnica-Ökosystems.

Das System kombiniert die Bildverarbeitungsplattform Ienso Mako CV75m mit der Bildsensortechnologie von Sony IMX678 und der Edge-KI-Plattform Ambarella N1-655 zu einem vollständigen Workflow von der Wahrnehmung bis zur Aktion.

Besucher können live mitverfolgen, wie das System von der Bildaufnahme über die KI-Auswertung bis hin zur Echtzeit-Roboteraktion arbeitet.

Sehen Sie sich die Demo auf der Vision 2026 in der Messe Stuttgart vom 6. bis 8. Oktober an

VISION
Halle 8, Stand D30

Vanessa Staderini erhält den Emva Young Professional Award 2026

Sie beschäftigte sich mit dem Thema „Integrated Planning and Optimization Framework for Robotic Visual Inspection". Die Elektrotechnikerin (TU Wien) verbindet in ihrer Arbeit Robotik und Computer Vision für automatisierte visuelle Inspektion in industriellen Umgebungen. Sie ist derzeit Scientist am Austrian Institute of Technology in Wien mit Schwerpunkt auf Inspektionsplanung und robotischen Lösungen für Fertigungsanwendungen.

Der Ansatz verknüpft Optimierung und Bildverarbeitungsmodellierung in einem Planungsframework für reale Robotersysteme. Auf Basis von CAD-Daten werden Inspektionsposen durch Abtastung der Objektoberfläche erzeugt und mittels Bayes-Optimierung hinsichtlich Abdeckung und kinematischer Machbarkeit verfeinert. Sichtpunktwahl und Bahnplanung werden gemeinsam als Set-Coverage-Variante des Traveling-Salesman-Problems mit ganzzahliger Linearprogrammierung gelöst. Ein Dichte-Matrixmodell stellt sicher, dass je Oberflächenelement eine definierte räumliche Auflösung erreicht wird. Zusätzlich fließen photometrische Modelle ein, um Inspektionen auch auf reflektierenden Materialien zu ermöglichen.

www.emva.org



Chris Yates (EMVA President), Vanessa Staderini, Marco Diani (EMVA Board Member)

Prognose: Deutlicher Anstieg der Industrierobotik bis 2030

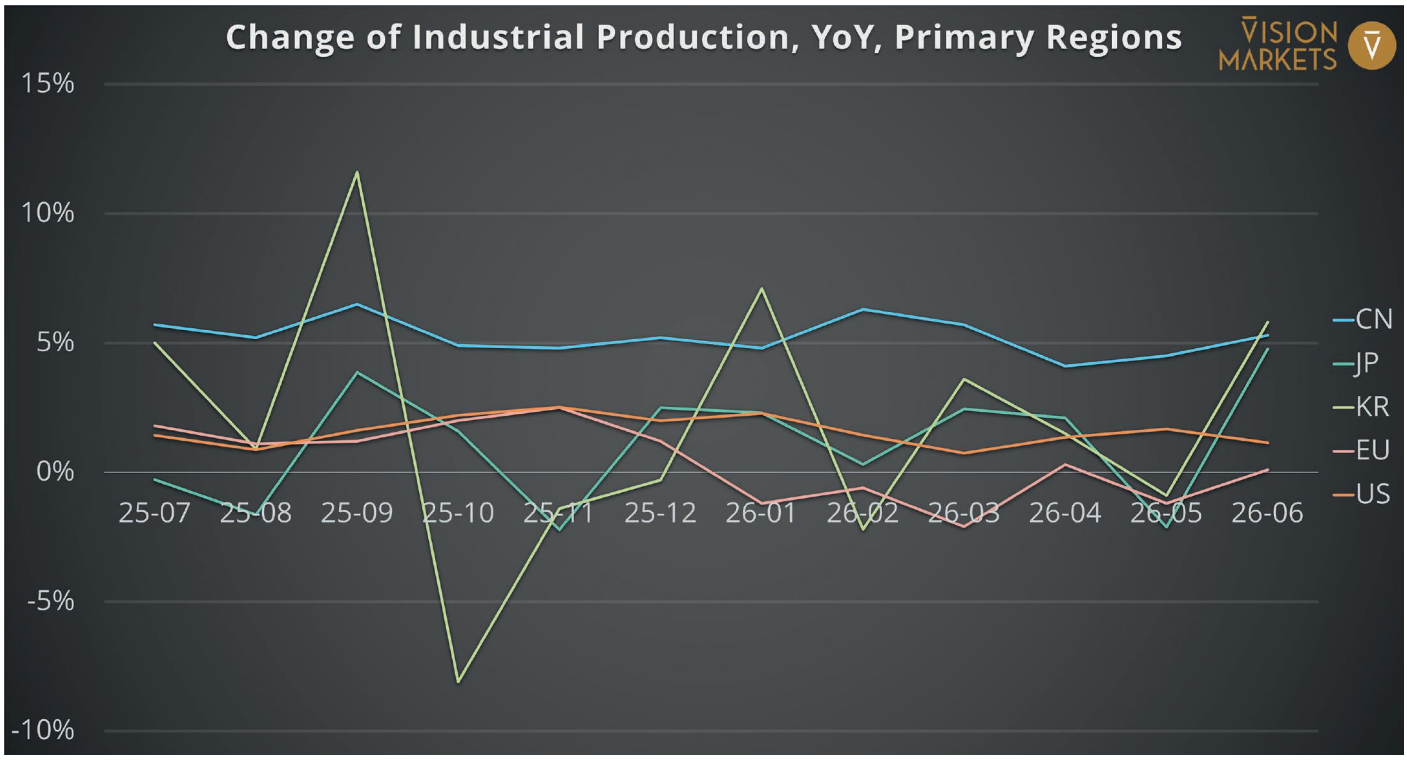
Laut einer aktuellen Analyse von Interact Analysis soll der weltweite Absatz industrieller Roboter von rund 550.000 Einheiten im Jahr 2025 auf gut 760.000 Einheiten im Jahr 2030 steigen. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 6,7 Prozent. Nach einem Rückgang 2024 legte der Markt 2025 bereits um 5,1 Prozent zu. Treiber sind eine verbesserte Investitionsstimmung, Reshoring-Tendenzen in den USA sowie eine hohe Nachfrage aus Halbleiter- und Elektronikindustrie.

Materialfluss und Montage gelten als wichtigste Anwendungen mit erwarteten jährlichen Wachstumsraten von 7,0 Prozent beziehungsweise 6,9 Prozent Regional wird Asien-Pazifik mit 7,1 Prozent pro Jahr am stärksten wachsen, gefolgt von Amerika (6,2 Prozent) und Emea (4,7 Prozent). In Emea bremsen ein schwacher Automotive-Sektor und hohe Zinsen die Automatisierungsinvestitionen.

Am schnellsten wächst das Segment der kollaborativen Roboter mit prognostizierten 17,4 Prozent pro Jahr, während klassische Knickarmroboter auf etwa 5 Prozent kommen. Scara-Roboter liegen mit 5,9 Prozent ebenfalls über dem Wachstum der Knickarmroboter.

www.interactanalysis.com





alle Bilder: Vision Markets

Industrieproduktion, prozentuale Veränderung gegenüber dem Vorjahr, Hauptregionen (CN, JP, KR, EU, US), 12 Monate bis Mai 2026

Gute Stimmung dank Auftragspolster – aber was kostet der Speicher-Mangel?

Märkte für industrielle Bildverarbeitung im Fokus – August 2026

Die Industriestimmung im Juli gleicht einem Bankett, bei dem die Küche noch aufträgt, während viele Gäste längst gegangen sind. Die Produktion im Euroraum und in Japan erreichte Vier- bzw. Zwölfjahreshochs, wobei ein Großteil davon eher aus dem Auftragsbestand als aus neuen Aufträgen stammte, während der globale Einkaufsmanagerindex (PMI) für das verarbeitende Gewerbe auf 52,1 abrutschte. Für die Bildverarbeitung heißt das: Die Nachfrage ist da, sie ist aber zunehmend asiatisch, elektronikgetrieben - und wird neuerdings von der Knappheit bei Speicherchips belastet.

Die Daten zur Industrieproduktion reichen bis Juni 2026, und die wichtigsten Regionen haben sich in zwei Geschwindigkeitsstufen aufgeteilt. Indien (+7,3 Prozent im Jahresvergleich) und China (+5,3 Prozent) geben das Tempo vor, während sich Korea (+5,8 Prozent) und Japan (+4,8 Prozent) nach einem schwachen Mai kräftig erholen. Die USA kamen gerade einmal auf +1,1 Prozent, ihr schwächstes Quartalsergebnis. Europa kam schlicht zum Stillstand: +0,1 Prozent für die EU und unveränderte 0,0 Prozent für Deutschland, das seit sechs Monaten um den Nullpunkt schwankt. In Asien werden Kapazitäten ausgebaut; in Europa werden sie aufrechterhalten.

Stimmung im globalen verarbeitenden Gewerbe

Global: Der J. P. Morgan Global Manufacturing PMI (M-PMI) lag bei 52,1 – dem niedrigsten Stand seit März, aber dennoch der zwölfte Monat in Folge mit Wachstum. Die Beschäftigung stieg so schnell wie seit Juni 2024 nicht mehr – der aussagekräftigste Datenpunkt dieser Analyse, da Fabriken für ein Quartal, in dem sie Verluste erwarten, keine neuen Mitarbeiter einstellen. Weniger erfreulich ist, dass sowohl die Produktion als auch die Auftragseingänge auf Viermonatstiefs abgerutscht sind.

Vereinigte Staaten: Der US-M-PMI blieb bei 53,9 – eine Schlagzeile, die die Details beschönigt. Die Produktion wuchs so langsam wie seit März nicht mehr, die Auftragseingänge gingen den dritten Monat in Folge zurück, die Exporte sanken unter dem Einfluss von Zöllen erneut und das Vertrauen sank auf ein Neunmonatstief. Projekte mit schneller Amortisation in Bezug auf Produktivität und Ertrag werden weiterhin bewilligt, während die Errichtung neuer Kapazitäten vorerst zurückgestellt wird.

Eurozone: Der M-PMI der Eurozone stieg auf 51,9 und sein Produktionsindex auf 52,9, ein 52-Monats-Hoch. Im Gegensatz zu den USA legt Europa seine Probleme offen auf den Tisch: Die Auftragseingänge stiegen nur geringfügig, die Exportaufträge gingen

erneut zurück, die Auftragsbestände wurden abgebaut und die Beschäftigung sank weiter. Deutschland sticht mit 52,2 hervor und verzeichnet den stärksten Exportzuwachs seit Februar 2022 – die Umfrageteilnehmer nannten Verteidigungsausgaben und den Ausbau von Rechenzentren als Ursachen, während Frankreich und Spanien stagnierten. Zwei Branchen sorgen hier für Umsatz; der Rest des Kontinents stützt sich weitgehend auf Aufträge, die bereits vor Monaten eingegangen sind.

China: China sank auf ein Vier-Monats-Tief von 50,9, verzeichnet aber dennoch den achten Monat in Folge eine Verbesserung. Ein Wermutstropfen ist die Lagerbestandslinie: Die Lagerbestände sind acht Monate in Folge gestiegen – die längste Serie seit Juli 2006 – und die Unternehmen haben ihre Einkäufe zum ersten Mal seit November 2025 reduziert. Sollte sich dieser Trend fortsetzen, werden sich die chinesischen Investitionen auf Produktionsebene – die größte Quelle für das Absatzvolumen im Bereich der industriellen Bildverarbeitung – verlangsamen, noch bevor dies in den Schlagzeilen zu erkennen ist.

Japan: Japan verzeichnete einen Wert von 54,5, was die siebte Verbesserung in Folge ist. Die Produktion wuchs so schnell wie seit fast zwölfeinhalb Jahren nicht mehr, und die Befragten verwiesen eindeutig auf die Nachfrage nach Halbleitern und KI. Die Auftragsrückstände steigen so stark wie seit Februar 2014 nicht mehr. Fabriken automatisieren und stellen ein.

Südkorea: Südkorea verbesserte sich auf 53,1 – einer der stärksten Werte seit vier Jahren –, da die Nachfrage nach Halbleitern und im Automobilbereich die Produktion ankurbelte und Auftragseingänge sowie Exportumsätze so schnell wuchsen wie seit April 2021 nicht mehr – der deutlichste kurzfristige Indikator für die Nachfrage nach Bildverarbeitungssystemen in den Bereichen Endfertigung, Display- und Batterieprüfung.

Indien und ASEAN: Indien rutschte auf 53,5 ab, den niedrigsten Stand seit August 2021 – eine Schlagzeile, die schlimmer klingt, als sie ist. Konsumgüter waren der Schwachpunkt, während Hersteller von Investitions- und Zwischenprodukten stärkere Zuwächse verzeichneten: genau die Mischung, die Automatisierungsinvestitionen vorausgeht. Die ASEAN-Region erholte sich auf 52,8, ein Fünfmonatshoch.

Die Speicherrechnung: Ein Kostenblock, der oft noch nicht eingeplant ist

Ein Thema zieht sich durch alle Länderstudien und betrifft die Bildverarbeitungsanbieter direkt. Deutsche Umfrageteilnehmer wiesen auf Engpässe bei elektronischen Bauteilen hin, US-Unternehmen meldeten die mit Abstand schlechteste Leistung der Zulieferer seit vier Jahren, und die weltweiten Lieferzeiten haben sich seit 26 Monaten in Folge verlängert. Allein Zebra musste in diesem Jahr Kostenbelastungen durch Speicherengpässe in Höhe von rund 120 Millionen US-Dollar verkraften. Viele Bildverarbeitungskomponenten enthalten DRAM – Unternehmen sollten im vierten Quartal mit Preisanpassungen und längeren Lieferzeiten rechnen.

Worauf wir in den kommenden Monaten achten werden

Ob die durch den Auftragsbestand finanzierte Produktion in Europa den Vergleich mit dem dünnen Auftragsbuch übersteht; ob sich Chinas achtmonatiger Aufbau an Vorratsmaterialien in schwächere Investitionen in die Produktionslinien niederschlägt; und ob sich der Preisanstieg bei Speicherchips von einer reinen Kostenfrage zu einem sich verschärfenden Problem mit den Lieferzeiten entwickelt.

emergent
vision technologies

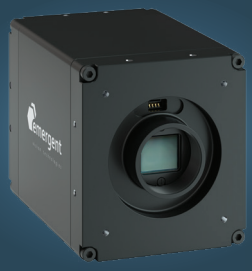
See What's Next in
High-Performance
GigE Camera Systems.

New at VISION 2026

HYPERION & STRATOS
The World's First 200GigE Cameras



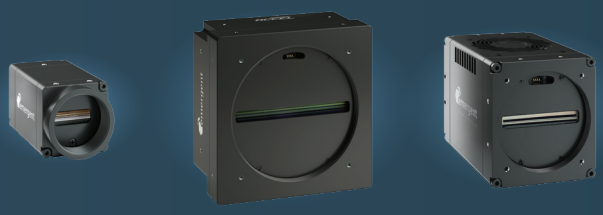
AEOLUS Compression Cameras
25GigE Performance • <1GigE File Sizes



BOLT 25GigE & ZENITH 100GigE
New Sony Pregius S Sensors

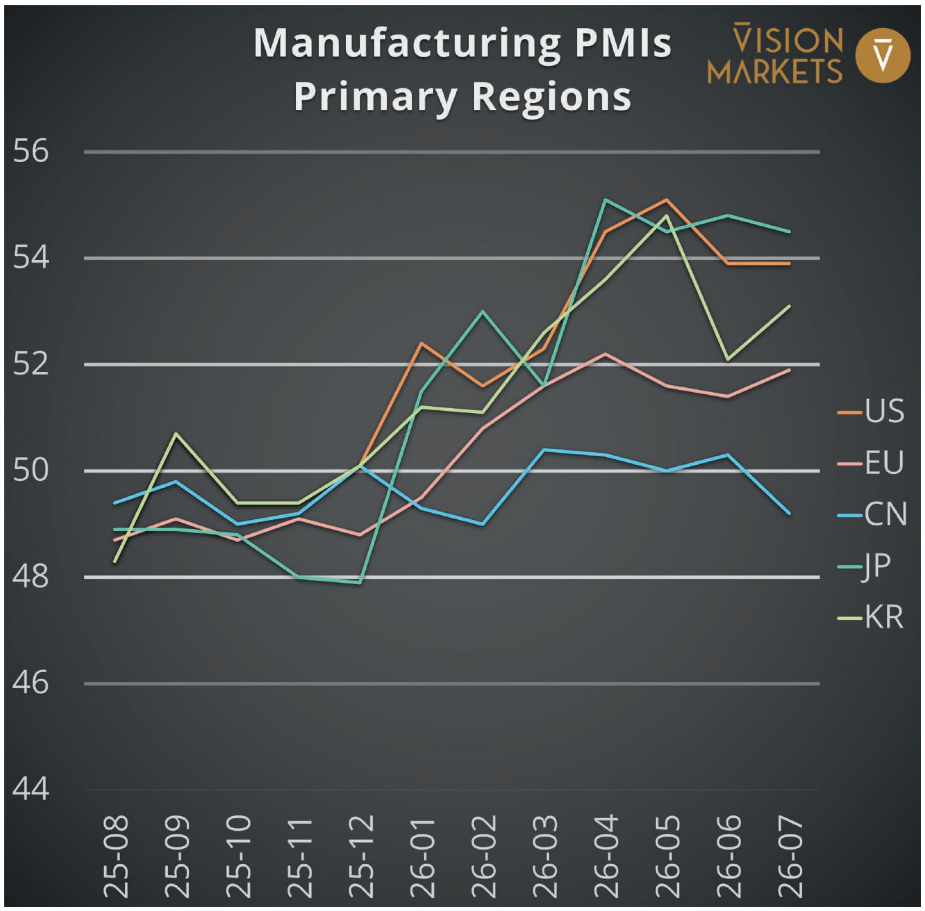


10, 25, 100GigE Line Scan Cameras
Ultra-Compact 10GigE • Up to 1 MHz at 100GigE



emergentvisiontec.com/vision2026

Hall 8 • Stand C36



S&P Global Manufacturing PMI, Hauptregionen, 12 Monate bis Juli 2026. Über 50 = Wachstum gegenüber dem Vormonat.

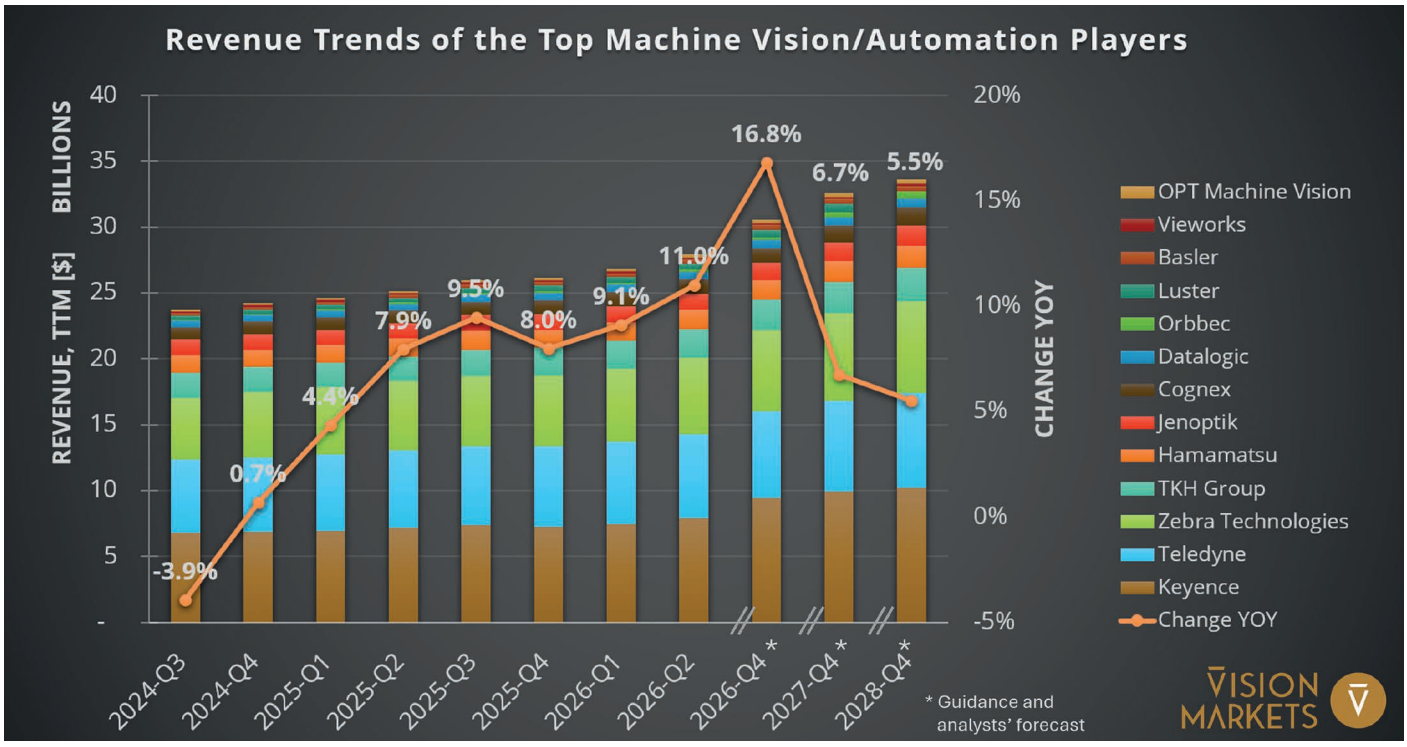
Umsatztrends der wichtigsten Akteure

Der kumulierte Umsatz der beobachteten börsennotierten Unternehmen in den letzten zwölf Monaten (TTM) erreichte zum Ende des 2. Quartals 2026 27,9 Milliarden US-Dollar, was einem Anstieg von 11,0 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht. Die eigentliche Bewegung zeigt sich im Konsens: Im Vergleich zu unserer Analyse von vor vier Wochen wurde die Gesamtprognose für das Gesamtjahr 2026 von 12,9 Prozent auf 16,8 Prozent angehoben.

Keyence trägt den größten Teil dazu bei und springt nach einem Quartal, in dem Umsatz und Marge die Erwartungen übertrafen, von 22,2 Prozent auf 29,9 Prozent – was auf ein zweites Halbjahr hindeutet, das weit über den bis Juni erzielten 9,9 Prozent liegt und mit Vorsicht zu genießen ist. **Cognex** stieg bei einem Rekordquartalsumsatz von 291 Millionen US-Dollar von 11,6 Prozent auf 15,2 Prozent, **Zebra** von 12,3 Prozent auf 15,3 Prozent, **Basler** von 24,4 Prozent auf 28,1 Prozent und **TKH** von 5,0 Prozent auf 10,9 Prozent – wobei der Aufschwung bei TKH überwiegend auf den Bereich Elektrifizierung zurückzuführen ist (+33,3 Prozent organisches Wachstum im ersten Halbjahr), während die Bildverarbeitungstechnologie um beachtliche 12,1 Prozent zulegte und der Bereich Automatisierungstechnik um 5,7 Prozent zurückging.

Die Rangliste hat sich kaum verändert, was schon für sich spricht. Die drei Spitzenreiter für 2026 sind weiterhin chinesische Unternehmen – **Orbbec** (+68,8 Prozent), **Luster** (+36,8 Prozent) und **OPT** (+32,9 Prozent) –, die von Robotik, Physical AI und inländischer Ersatzbeschaffung profitieren; Orbbec verzeichnete zudem die stärkste Abschwächung von zuvor 91,1 Prozent.

Die Nachzügler sind bekannt: **Vieworks** (+1,4 Prozent), zu vier Fünfteln medizinische Detektoren; **Datalogic** (+4,4 Prozent), das



Umsatz der börsennotierten Unternehmen im Bereich Machine Vision in den letzten zwölf Monaten in US-Dollar, mit Konsensschätzungen für das Gesamtjahr

Hinweis: „Purchasing Managers' Index" und „PMI" sind entweder Marken oder eingetragene Marken von S&P Global Inc. oder werden an S&P Global Inc. und/oder deren verbundene Unternehmen lizenziert. Die geistigen Eigentumsrechte an den oben genannten PMI-Daten liegen bei S&P Global und/oder deren verbundenen Unternehmen oder sind an diese lizenziert. Der J. P. Morgan Global Manufacturing PMI wird von S&P Global in Zusammenarbeit mit ISM und IFPSM erstellt; der China General Manufacturing PMI wird von S&P Global für Rating Dog erstellt; der India Manufacturing PMI wird von HSBC gesponsert; der Germany Manufacturing PMI wird in Zusammenarbeit mit BME erstellt. Alle genannten Zahlen beziehen sich auf den Stand vom Juli 2026 und werden hier zu Kommentierungszwecken wiedergegeben. S&P Global übernimmt keine Verantwortung für die in diesem Bericht gezogenen Schlussfolgerungen.

von stagnierenden Investitionen im Einzelhandel abhängig ist; und **Hamamatsu** (+5,9 Prozent), das ein Wachstum von +12,7 Prozent in Yen prognostiziert – diese Differenz ist eher auf Währungseffekte als auf eine geringere Nachfrage zurückzuführen. Bei den zuletzt gemeldeten Ist-Zahlen kehrt sich die Reihenfolge um: **OPT** (+47,3 Prozent), **Basler** (+40,2 Prozent) und **Orbbec** (+26,9 Prozent) führten an; Hamamatsu (+3,3 Prozent) bildete das Schlusslicht.

Was das für Ihren Planungshorizont 2027 bedeutet

Die Nachfrage ist real und hat einen konkreten Ursprung: asiatische Elektronik- und Halbleiter-Backend-, Verteidigungs- und Rechenzentrums-Lieferketten sowie Produktivitätsmodernisierungen im Westen. Alles andere ist mit einem längeren Verkaufszyklus verbunden, als in den Prognosen angenommen wird. Wenn Sie Ihre Pipeline anhand dieser Signale auf Herz und Nieren prüfen möchten – in welchen Regionen und Branchen Sie Personal aufstocken sollten, in welchen Sie abwarten sollten und wie Sie Ihre Preise angesichts steigender Komponentenkosten gestalten sollten, sprechen Sie mit uns.

AUTOR
Dr. Ronald Müller
Leitender Berater für Strategie und M&A
im Bereich Bildverarbeitung bei Vision Markets

KONTAKT
Vision Markets, Groebenzell
Tel.: +49 89 21553665
E-Mail: contact@markets.vision
www.markets.vision

ximea

The next-generation modular camera platform

A new sensor family. Your choice of interface.

Powered by new Pregius S™
Sony 2.7 & 2.7 UHS Series | IMX925–939 | Faster across the board



12-105 Mpix
global-shutter

2.74 µm
BSI pixel

1/1.1" - full frame
optical format

One-shot HDR
speed preserved

Modularity and versatility
Choices of interfaces, connectors, and accessories



PCIe or USB
for SLVS-EC sensors

Cabling
ribbon, copper, optical

Canon RF
active mount adapter (focus & aperture)

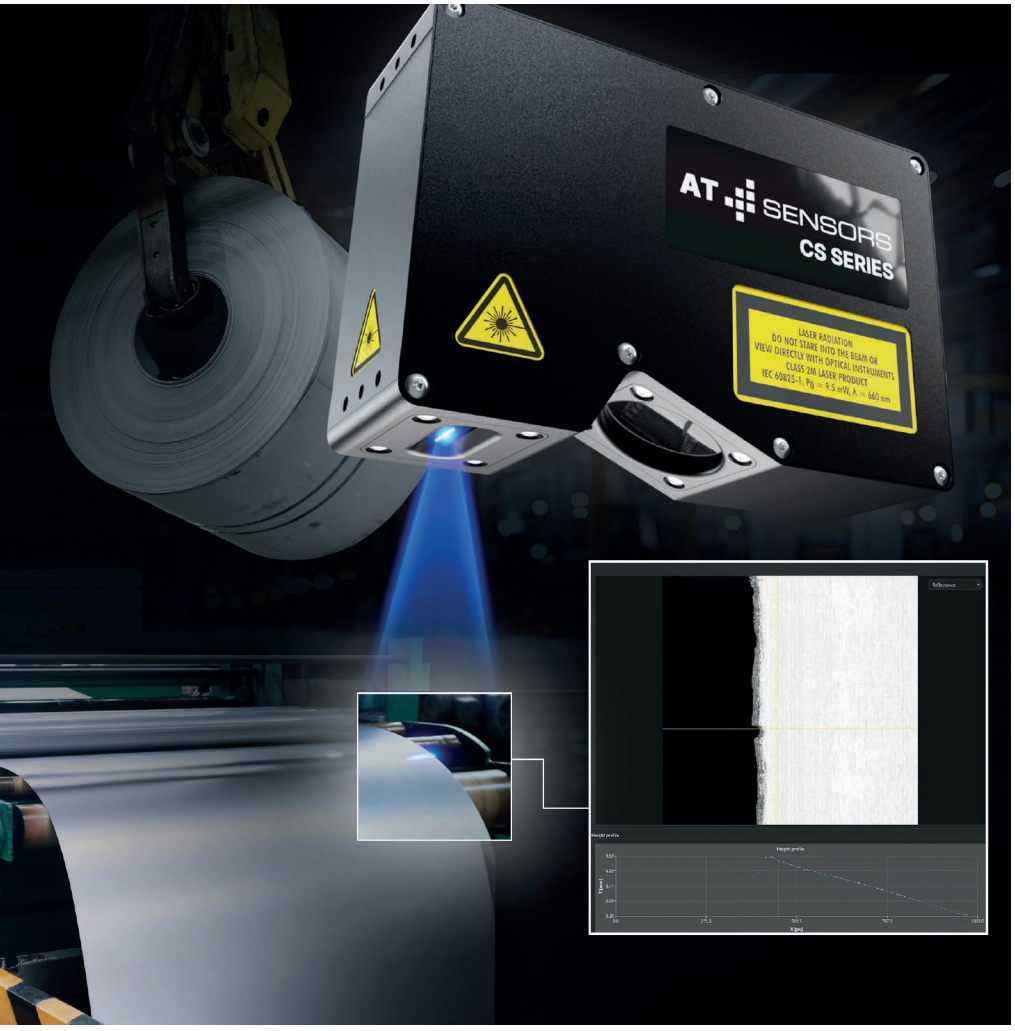
VISION
Join XIMEA at VISION 2026
OCTOBER 06 - 08 I BOOTH 10D50
MESSE STUTTGART, GERMANY

Get in touch with us at
ximea.com/contact

Klare Kante: Echtzeit-3D-Laserinspektion für Stahlbänder bei ArcelorMittal

3D-Profilmesstechnik in der Stahlverarbeitung

In der Stahlverarbeitung entscheiden Mikrometer über Ausschuss oder Qualität. Geringe Kantenschäden an Stahlbändern können Formrisse, Produktionsunterbrechungen und erhöhte Ausschussquoten nach sich ziehen. Gemeinsam mit dem Systemintegrator Selmatec und AT Sensors hat ArcelorMittal Bremen eine Inline-Inspektionslösung entwickelt, die Blechkanten während der laufenden Produktion mit bis zu 350 Metern pro Minute automatisch und präzise erfasst. Ein Blick auf eine Kooperation, die zeigt, was moderne 3D-Messtechnik in der Schwerindustrie heute leisten kann.



Der 3D-Laserprofilsensor C6-1280 CS23-29 GigE von AT Sensors ermöglicht eine präzise Detektion feiner Kantenstrukturen und liefert auch auf stark reflektierenden Metalloberflächen stabile Messergebnisse.

Ein Messer, das an Schärfe verliert, ein Stahlband, das 350 Meter pro Minute durch eine Beschneidungsanlage läuft, und eine Blechkante, deren Qualität über Formrisse, Produktionsunterbrechungen und Ausschuss entscheidet: Diese Anforderungen markieren die Rahmenbedingungen einer Anwendung, die derzeit im Kaltwalzwerk von ArcelorMittal Bremen entwickelt wird. Im Fokus steht dabei die automatisierte Qualitätsüberwachung von Stahlkanten während des Produktionsprozesses.

Und genau an dieser Stelle bündeln ArcelorMittal Bremen, Selmatec Systems und AT Sensors ihre Kompetenzen. Ihr gemeinsames Ziel: eine robuste Inline-Lösung, die auch bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten Kantenfehler zuverlässig erkennt und in Echtzeit an übergeordnete Systeme meldet, um die Qualität der sogenannten Besäumkanten, also der Kanten, die beim Längsschnitt von Coils entstehen, signifikant zu verbessern.

Die Herausforderung: Geschwindigkeit, Robustheit, Präzision

Die Herausforderung bestand dabei jedoch nicht allein in der Fehlerdetektion selbst. Produktionsgeschwindigkeiten von bis zu 350 Metern pro Minute stellen hohe Anforderungen an Sensorik, Datenerfassung und Datenverarbeitung. Gleichzeitig müssen die Messdaten zuverlässig und reproduzierbar sein, unabhängig von Materialeigenschaften oder Umgebungsbedingungen. Insbesondere konventionelle kamerabasierte Ansätze stoßen hierbei häufig an Grenzen, da sie stark von Beleuchtungseinflüssen abhängen. Die Entscheidung fiel deshalb auf eine 3D-Lasertriangulationslösung von AT Sensors. „Wir arbeiten bereits seit einigen Jahren mit AT Sensors zusammen. Und für uns ist es ein großer Vorteil, dass wir im Engineering eine sehr ähnliche Denk- und Arbeitsweise haben, sodass wir als Systemintegrator eine optimale Brücke bilden zwischen den 3D-Laserprofilsensoren von AT und ArcelorMittal als Endkunden. Das bedeutet im Klartext, dass wir optimal übersetzen können, welche Voraussetzungen es gibt und was der Stahlhersteller sich wünscht. Wie hier bei der Blechkanteninspektion“, erklärt Michael Selent, CEO von Selmatec.

Gerrit Schröder, Applikationsingenieur von ArcelorMittal Bremen, ergänzt: „Bei den hohen Taktraten der Stahlbänder sind klassische 2D-Kamerasysteme nur begrenzt geeignet: Lichtänderungen durch Vibration, Reflexionen metallischer Oberflächen und wechselnde Materialeigenschaften führen zu instabilen Messergebnissen. Was für die Qualitätskontrolle tatsächlich zählt, ist die dreidimensionale Geometrie der Kante,

sprich Profil, Gratbildung, Einrisstiefe und Kantengleichmäßigkeit. Diese Parameter lassen sich nur durch eine echte 3D-Messung zuverlässig erfassen."
Die Anforderungen an den Sensor waren entsprechend hoch: eine hohe Profilrate für das lückenlose Erfassen bei Maximalgeschwindigkeit, ausreichende laterale Auflösung für die Detektion relevanter Kantenfehler sowie eine stabile Messwertlieferung über ein breites Spektrum von Oberflächeneigenschaften – vom blankgewalzten bis zum oxidierten Stahl. Hinzu kommt die harte Industrieumgebung: Vibrationen, Staub, Zunder und wechselnde Temperaturen sind im Kaltwalzwerk der Regelfall.

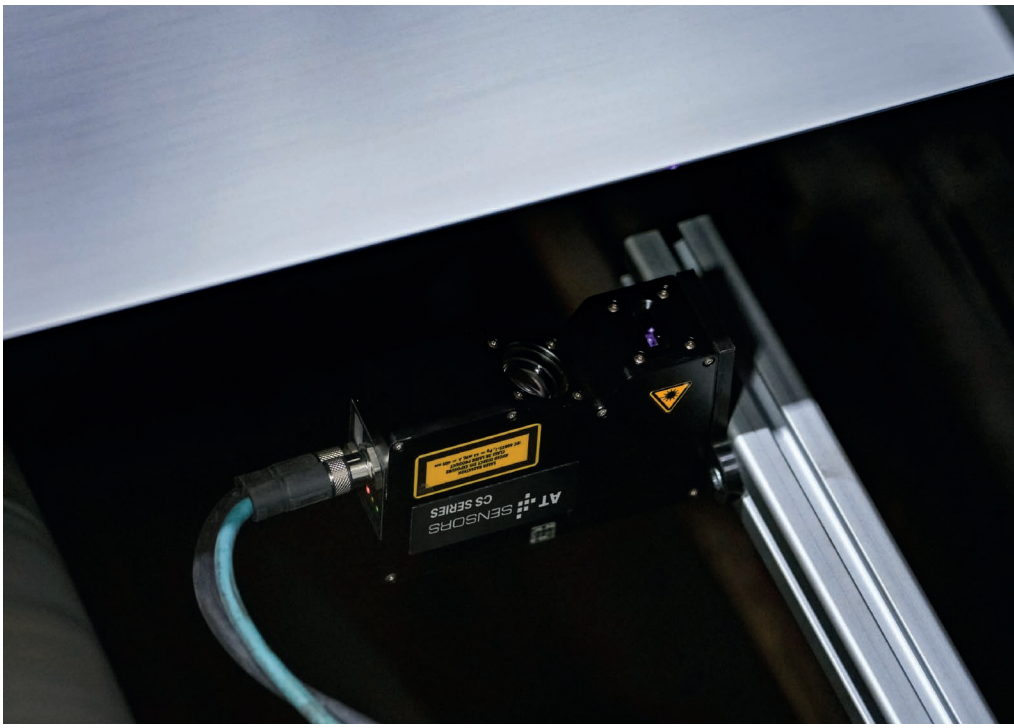
3D-Laserprofilsensor für Hochgeschwindigkeitsscans

Ausgehend von diesen Anforderungen schlug AT Sensors den Einsatz des 3D-Laserprofilsensors C6-1280 CS23-29 GigE der Laserklasse 3R mit einer Laserwellenlänge von 405 Nanometern vor. Der eingesetzte blaue Laser ermöglicht eine präzise Detektion feiner Kantenstrukturen und liefert auch auf stark reflektierenden Metalloberflächen stabile Messergebnisse.

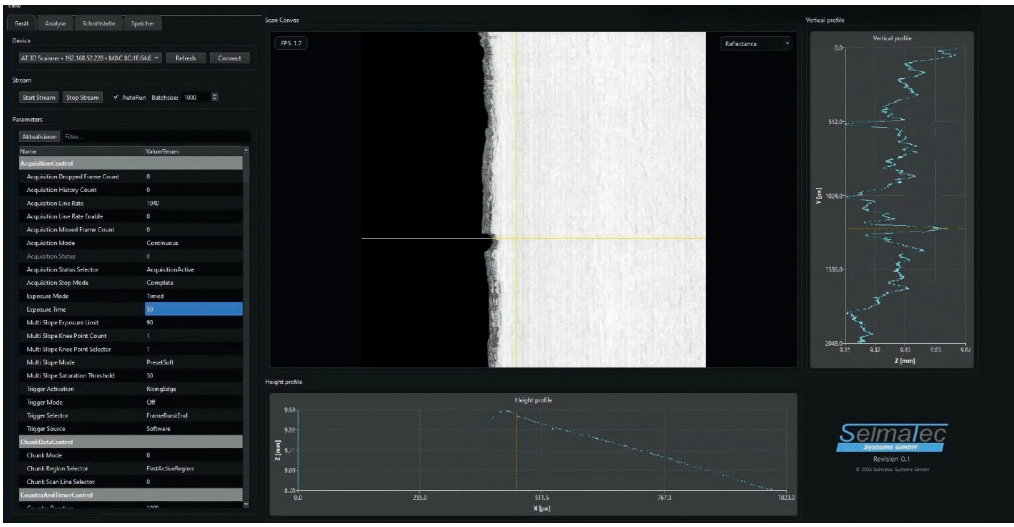
Der Sensor arbeitet nach dem Prinzip der Lasertriangulation: Eine projizierte Laserlinie wird von einem CMOS-Sensor aus einem definierten Betrachtungswinkel aufgenommen und in ein hochauflösendes 3D-Profil der Bandkante umgerechnet. Mit 1.280 Messpunkten pro Profil, einer Auflösung X von 21,9 µm und einer Auflösung Z von 0,7 µm sowie einer Profilrate von bis zu 174 kHz und einem Sichtfeld von 28 mm lassen sich dabei auch sehr kleine geometrische Abweichungen, Gratbildungen oder Einrisse zuverlässig detektieren.

Neben der hohen Messrate bietet die Lösung einen weiteren entscheidenden Vorteil: Durch den Aufbau lässt sich das Sichtfeld präzise an die jeweilige Anwendung anpassen. Ergänzend dazu sorgen intelligente Auswertefunktionen auch unter anspruchsvollen Produktionsbedingungen für stabile und reproduzierbare Messdaten.

„Die Stahlindustrie steht vor wachsenden Qualitätsanforderungen: engere Toleranzvorgaben, steigende Ansprüche an Oberflächengüte und Profilgenauigkeit sowie der zunehmende Druck zur Null-Fehler-Produktion. Eine lückenlose, inline-fähige Qualitätskontrolle ist daher unabdingbar und genau hier setzt AT Sensors an", erklärt Dr. Athinodoros Klipfel, Vertriebsleiter bei AT Sensors. „Die Stahlindustrie gehört für uns zu den wichtigsten Fokusmärkten. Deshalb entwickeln wir unsere Sensorik gezielt auf deren Anforderungen weiter mit der Fähigkeit, unsere Sensorik präzise auf die jeweilige Applikation anzupassen, ohne dabei Abstriche bei Lieferzeit oder Wirtschaftlichkeit zu machen."



Der 3D-Laserprofilsensor bildet die Grundlage für eine robuste Inline-Inspektion bei Bandgeschwindigkeiten von bis zu 350 m/min.



Verliert das Messer zum Schneiden der Coils an Schärfe, verschlechtert sich die Qualität der Kanten zunehmend. Die kontinuierliche Überwachung ermöglicht es erstmals, den optimalen Zeitpunkt für einen Messerwechsel präzise zu bestimmen und damit unnötige Wartungsmaßnahmen ebenso wie Qualitätsverluste zu vermeiden.

Ein zusätzlicher Nutzen ergibt sich bei der Werkzeugüberwachung: Verliert das Messer zum Schneiden der Coils an Schärfe, verschlechtert sich die Qualität der Kanten zunehmend. Die kontinuierliche Überwachung ermöglicht es erstmals, den optimalen Zeitpunkt für einen Messerwechsel präzise zu bestimmen und damit unnötige Wartungsmaßnahmen ebenso wie Qualitätsverluste zu vermeiden. Für ArcelorMittal Bremen bedeutet dies eine höhere Prozessstabilität, weniger Ausschuss und eine gleichbleibend hohe Qualität des Endprodukts.

„Die Innovation dahinter ist, die robuste, präzise und schnelle 3D-Lasertriangulationsmessung sinnvoll in Echtzeit auszuwerten und übergeordneten Steuerungen über Standardschnittstellen wie OPC-UA, Profinet oder Modbus verarbeitbare Signale zur Fehlermarkierung zu übergeben", beschreibt Selmatec-Geschäftsführer Selent die Kernaufgabe des Projekts. Diese direkte Integration in die Produktionsleittechnik ist entscheidend dafür, dass aus Messdaten operative Maßnahmen abgeleitet werden können, wie etwa ein rechtzeitiger Messerwechsel, bevor die Kantenqualität unter den Toleranzbereich sinkt.



Für die Qualitätskontrolle der Stahlkanten ist es entscheiden, die dreidimensionale Geometrie der Kante, sprich Profil, Gratbildung, Einrisstiefe und Kantengleichmäßigkeit, exakt zu kennen. In der geforderten Genauigkeit und Geschwindigkeit kann das nur eine echte 3D-Messung leisten.

So funktioniert die Inline-Kantenkontrolle

Die Kanteninspektionsanlage ist in einem Anlagenteil des Kaltwalzwerks bei ArcelorMittal Bremen integriert. Während das Stahlband kontinuierlich durch die Schneidanlage läuft, erfasst der Laserprofilsensor durchgehend hochauflösende 3D-Profile der Bandkante. Die von Selmatec entwickelte Software analysiert die Geometriedaten unmittelbar und erkennt Unregelmäßigkeiten oder Defekte in Echtzeit. Fehlerstellen lassen sich automatisch markieren und Prozessparameter gezielt anpassen. Dadurch entsteht nicht nur eine Qualitätskontrolle, sondern eine aktive Prozessüberwachung.

Zusätzlich eröffnet die lückenlose Dokumentation aller Messdaten Möglichkeiten für Prozessanalysen: Wie verändert sich das Kantenprofil über die Standzeit eines Messers? Bei welchen Prozessparametern treten bestimmte Fehlermuster gehäuft auf? Solche Daten bilden die Grundlage für eine datengestützte Optimierung des gesamten Beschneidungsprozesses.

Fazit

Die Entwicklung der automatisierten Stahlkanteninspektion für ArcelorMittal Bremen verdeutlicht, welchen Beitrag moderne 3D-Messtechnik heute zur Prozess- und Qualitätssicherung in der Stahlindustrie leisten kann. Der 3D-Laserprofilsensor C6-1280 CS23-29 GigE von AT Sensors bildet dabei die Grundlage für eine robuste Inline-Inspektion bei Bandgeschwindigkeiten von bis zu 350 m/min. Selmatec ergänzt die Lösung um die Systemintegration, die Echtzeitauswertung sowie die Anbindung an industrielle Steuerschnittstellen.

Gleichzeitig unterstreicht das Projekt, dass hochpräzise 3D-Laserprofilmesstechnik längst nicht mehr nur in der Elektronik- oder Automobilindustrie eingesetzt wird. Gerade in der Schwerindustrie werden Echtzeitfähigkeit, reproduzierbare Messdaten und eine lückenlose Prozessüberwachung wichtiger.

Wer die Qualität seiner Bandkanten bereits während der laufenden Produktion zuverlässig überwachen kann, reduziert Ausschuss, optimiert den Einsatz seiner Werkzeuge und schafft die Grundlage für eine durchgängige Qualitätsdokumentation. Genau darin liegt der eigentliche Mehrwert dieser Technologie: mehr Prozesskontrolle, stabilere Produktionsabläufe und eine konstant hohe Qualität des Endprodukts.

VISION
Halle 10, Stand E55

AUTORIN
Nina Claaßen
Head of Marketin bei AT Sensors

KONTAKT
AT Sensors, Bad Oldesloe
Tel.: +49 4531 880110
E-Mail: info@at-sensors.com
www.at-sensors.com

alle Bilder: AT Sensors

Stahlkanten präzise in 3D prüfen

Interview mit Athinodoros Klipfel über die Inline-Kanteninspektion

Athinodoros Klipfel, Vertriebsleiter von AT Sensors, erläutert, wie 3D-Lasertriangulation Kantenfehler frühzeitig erkennt und präventive Werkzeugwechsel unterstützt. Weitere Themen sind die Vorteile des Blaulasers, technologische Grenzen und die Entwicklung leistungsfähigerer Sensorsysteme.

inspect: Welche messbaren Ergebnisse zeigen sich im Einsatz des 3D-Laserprofilsensors der C6-Serie in der Stahlkanteninspektion bei ArcelorMittal hinsichtlich Ausschussquote, Werkzeugstandzeit und Prozessstabilität?

Athinodoros Klipfel: Durch das frühzeitige und lückenlose Erkennen von Kantenfehlern erhoffen wir uns für die Applikation bei ArcelorMittal Bremen vor allem einen echten Sprung bei der Werkzeugstandzeit: Durch die Stahlkanteninspektion können wir den optimalen Wechselzeitpunkt künftig präventiv bestimmen und so Beschädigungen sowie Abwertungen der produzierten Coils spürbar reduzieren. Ein weiterer entscheidender Vorteil liegt in der Geschwindigkeit der Fehlererkennung. Mit der Inline-Messung werden mögliche Fehler deutlich früher erkannt, sodass die Anlage in Echtzeit nachjustiert werden kann. Wir sind davon überzeugt, dass sich daraus in Summe eine spürbar höhere Prozessstabilität, eine sinkende Ausschussquote sowie eine insgesamt gleichmäßigere und höhere Produktqualität ergeben wird.

inspect: AT setzt hier auf einen blauen Laser mit 405 Nanometern statt auf einen klassischen roten. Welche prak-



Athinodoros Klipfel, Vertriebsleiter von AT Sensors: Auch bei hohen Bandgeschwindigkeiten lassen sich Merkmale wie Gratbildung, Einrisstiefe oder die Gleichmäßigkeit der Kante präzise und wiederholbar erfassen. Genau diese Robustheit war auch für ArcelorMittal Bremen eine zentrale Anforderung.

tischen Vorteile bringt das auf blanken und oxidierten Stahloberflächen konkret?

Athinodoros Klipfel: Gerade in der Stahlindustrie treffen wir auf sehr unterschiedliche Oberflächen – von stark reflektierendem blankgewalztem bis hin zu oxidiertem Stahl. Genau hier spielt der Blaulaser seine Stärken aus. Durch die Wellenlänge von 405 Nanometern entstehen deutlich weniger störende Speckles als bei klassischen Rotlasern. Das reduziert das Messrauschen und sorgt für stabile, reproduzierbare Messergebnisse – unabhängig von der jeweiligen Oberfläche.

Für den Anwender bedeutet das vor allem eines: Eine zuverlässige Qualitätskontrolle ohne ständiges Nachjustieren der Sensorik. Auch bei hohen Bandgeschwindigkeiten lassen sich Merkmale wie Gratbildung, Einrisstiefe oder die Gleichmäßigkeit der Kante präzise und wiederholbar erfassen. Genau diese Robustheit war auch für ArcelorMittal Bremen eine zentrale Anforderung.

inspect: Die Lösung ist auf die Stahlkanteninspektion zugeschnitten. Wie leicht lässt sich das Konzept auf andere Schneidlinien, Werkstoffe oder gänzlich andere Branchen übertragen?

Athinodoros Klipfel: Sehr leicht sogar. Das Grundprinzip der Lasertriangulation bleibt immer gleich: Eine projizierte Laserlinie wird erfasst und in ein hochauflösendes 3D-Profil umgerechnet. Je nach Anwendung werden lediglich Sichtfeld, Auflösung oder Profilrate angepasst. Genau deshalb lässt sich das Konzept weit über die Stahlindustrie hinaus einsetzen. Ob Stahl-, Ski-, Holz- oder Münzkanten – überall dort, wo die Geometrie einer Kante über die Qualität entscheidet, kann dieses Messprinzip genutzt werden.

Unser modulares Sensorportfolio ermöglicht es dabei, die Sensorik exakt auf die jeweilige Applikation anzupassen. Dadurch müssen Anwender keine Kompromisse eingehen.

inspect: Wo sehen Sie bei 3D-Laserprofilsensoren die nächsten Entwicklungsschritte?

Athinodoros Klipfel: Die Anforderungen an die industrielle Qualitätskontrolle steigen kontinuierlich. Deshalb sehen wir den nächsten Entwicklungsschritt vor allem in der Kombination aus noch höherer Auflösung, schnelleren Profilraten und mehr Intelligenz direkt im Sensor.

Mit unserer neuen C7-Plattform gehen wir diesen Weg bereits konsequent. Unsere Warp-Sensoren kombinieren eine 3 K-Auflösung mit Profilraten von bis zu 94 kHz und ermöglichen dadurch eine hochpräzise Inline-Inspektion auch bei sehr hohen Geschwindigkeiten.

inspect: Welchen konkreten Rat geben Sie Anwendern, die derzeit auf 2D-Kamerasysteme setzen, aber den Umstieg auf 3D-Messtechnik erwägen?

Athinodoros Klipfel: Viele Unternehmen versuchen zunächst, immer mehr Informationen aus einem 2D-Bild herauszuholen. Dabei wird häufig übersehen, dass wichtige Qualitätsmerkmale wie Höhe, Tiefe oder Geometrie in einem Grauwertbild schlicht nicht vorhanden sind. Unser Rat ist deshalb, zunächst die wirklich qualitätsrelevanten Merkmale der eigenen Anwendung zu definieren. Wenn es um Profil, Gratbildung, Einrisstiefe oder andere dreidimensionale Eigenschaften geht, führt an einer echten 3D-Messung meist kein Weg vorbei.

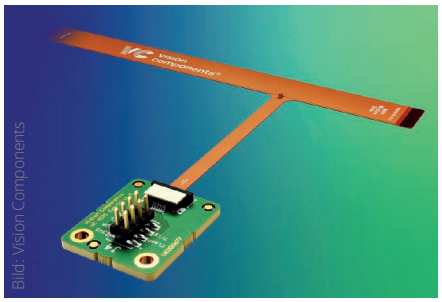
Ebenso wichtig ist die Wahl des richtigen Partners. Wer sowohl die Anwendung als auch die Produktionsprozesse versteht, kann die Sensorik optimal auslegen und gemeinsam mit dem Anwender zunächst eine Pilotinstallation realisieren. So lässt sich frühzeitig prüfen, wie Sensor, Software und Anlagensteuerung zusammenspielen, bevor die Lösung anschließend auf die gesamte Produktion ausgerollt wird. Genau das verstehen wir unter unserer Integrator-DNA: Wir kennen die Anforderungen aus der Praxis und entwickeln unsere Sensorik exakt danach – ohne Sonderkosten, ohne lange Lieferzeiten und bereits ab Stückzahl eins.


Bild: Sick

Plattform für 2D/3D-Bildverarbeitung und KI-basierte Inspektion

Sick präsentiert auf der Vision ein modulares Bildverarbeitungsportfolio für industrielle Inspektionsaufgaben, dessen Kern die Nova-Plattform bildet. Sie verarbeitet Daten von 2D- und 3D-Sensoren und bietet in der Version 2.17 erweiterte KI-Tools für 3D-Daten. Diese unterstützen Anomalierkennung in der Topografie, die Objekterkennung für Zählaufgaben sowie die 3D-KI-Klassifizierung zur Unterscheidung von guten und fehlerhaften Teilen oder Produktvarianten. Prüfkonfigurationen werden anhand von Beispielbildern erstellt und können direkt auf intelligenten Sensoren ausgeführt oder über den D-Studio-Webdienst trainiert werden. Zu den typischen Anwendungen zählen Volumen-, Form-, Maß- und Vollständigkeitsprüfungen. **www.sick.de**

Auf der Vision • Halle 10, Stand D41


Bild: Vision Components

Kabel- und Triggerlösung für Mipi-basierte Bildverarbeitungssysteme

Vision Components bietet ein Standard-Mipi-Csi-2-Kabel mit Connector-Board für Trigger-Eingang und Blitzausgang an. Es ist mit allen triggerbaren Mipi-Kameramodulen einsetzbar und ermöglicht den direkten Anschluss externer Trigger und Beleuchtungsquellen. Das 200-mm-Kabel ist für gängige Prozessorboards mit Mipi-Csi-2-Interface ausgelegt und ergänzt die vorhandenen VC Mipi-Fpc-Kabel in mehreren Längen. Auf Anfrage entwickelt Vision Components kundenspezifische Kabelvarianten mit oder ohne Trigger- und Beleuchtungsschnittstellen sowie Abgängen für Adapterboards. Unterstützt werden 15-, 22- und 24-polige Interfaces mit zwei oder vier Lanes.

www.vision-components.com

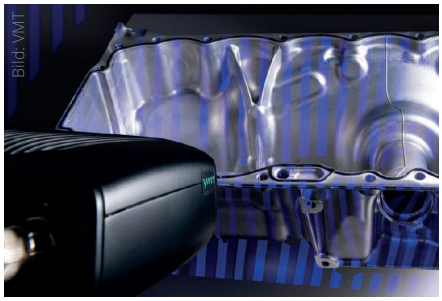
Auf der Vision • Halle 8, Stand C31


Bild: Advantech

Edge-AI-Plattformen für industrielle und eingebettete Anwendungen

Advantech stellt ein Edge-AI-Portfolio vor, das auf der AMD Ryzen AI Embedded P100-Serie basiert und den 3,5-Zoll-Einplatinencomputer Mio-5380, das COM-Express-Modul Som-6874 sowie das Mini-ITX-Motherboard Aimb-2211 umfasst. Die Prozessoren bieten vier bis zwölf Zen-5-Kerne, AVX-512 einschließlich Vnni und Bfloat16, integrierte RDNA-Grafik für bis zu vier 4K@120-Hz-Displays sowie eine XDNA-2-NPU für KI-Inferenz. Die Plattformen unterstützen DDR5-5600 mit bis zu 128 GB, PCIe Gen 4 x8, NVMe, HDMI 2.1, DisplayPort 2.1 und USB4, mit TDP-Optionen von 15 W bis 54 W und Varianten für -40 bis 105 °C. Das Modell Mio-5380 bietet zusätzlich MIOe-Erweiterung, MXM-GPUs, PoE-LAN und Edge BMC. **www.advantech.com**

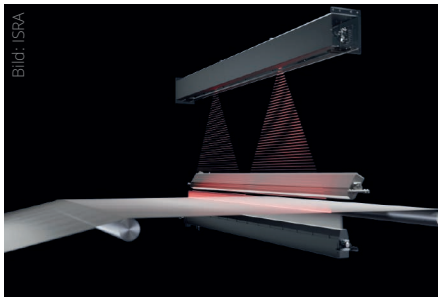
Auf der Vision • Halle 8, Stand D12


Bild: VMT

Standardisierte 3D-Inspektion für Klebe- und Dichtprozesse

VMT erweitert sein Portfolio um produktbasierte Bildverarbeitungslösungen nach dem Ready-to-Integrate-Ansatz. Statt individuell spezifizierter Systeme bietet das Unternehmen definierte Produkte mit festgelegten Hard- und Software-Komponenten sowie standardisierten Schnittstellen zu Steuerungen, Robotern und IT-Systemen. Erstes Produkt ist VMT Beadmap, ein stationäres 3D-Inspektionssystem zur inline Qualitätskontrolle von Klebe- und Dichtraupen. Es prüft unmittelbar nach dem Auftrag Parameter wie Position, Geometrie, Kontinuität und Volumen. Die Integration in Fertigungslinien erfolgt mit geringem Aufwand, ein Teach-in oder die Anbindung an Roboter- oder Achssteuerungen ist nicht erforderlich.

www.vmt-systems.com


Bild: ISRA

Automatisierte Qualitätskontrolle für Vliesstoffanwendungen

Isra Vision erweitert sein Portfolio zur Vliesstoffinspektion um das System Nowo. inspect. Die Lösung adressiert steigende Anforderungen an dokumentierte Qualität, Prozessstabilität und Ressourceneffizienz in der Vliesstoffproduktion. Kernfunktionen sind eine dedizierte Defektklassifikation, die Fehler nach Typ, Schweregrad und Ursprung erfasst, sowie eine GSM-Überwachung zur Echtzeitkontrolle des Flächengewichts. Abweichungen vom Sollwert können so früh erkannt und Prozessparameter unmittelbar angepasst werden. Standardisierte Einstellungen unterstützen reproduzierbare Inspektionsergebnisse über Schichten und Produktionsläufe hinweg und reduzieren Bedienereinflüsse. Ergänzend bietet Isra Vision Lifecycle Services an. **www.isravision.com**


Bild: Imago

Skalierbare Plattform für anspruchsvolle Vision-Anwendungen

Imago Technologies bringt mit der Vision Box Age-X6 einen skalierbaren Industrie-PC für klassische und KI-basierte Bildverarbeitung in Serie. Er basiert auf Intel-Core-Embedded-Prozessoren der 14. Generation und bietet bis zu vier USB4-Schnittstellen mit jeweils bis zu 40 Gbit/s. Darüber lassen sich externe GPUs, Hochgeschwindigkeitsspeicher oder zusätzliche Interfaces anbinden, sodass sich die Rechenleistung ohne Austausch des Basissystems erweitern lässt. Software, Verkabelung und Schaltschranklayout können weitgehend unverändert bleiben. Das kompakte, lüfterlose System ist für den industriellen 24/7-Betrieb ausgelegt.

www.imago-technologies.com

Auf der Vision • Halle 8, Stand C26

INNENTITEL

inspect
WORLD OF VISION

Sechs Marken, eine Gruppe: Exaktera bündelt Kräfte



Exaktera bündelt sechs Marken zu einer Gruppe: Vertrieb, Produktmanagement und Entwicklung arbeiten zusammen, die Produktmarken bleiben. Kunden profitieren von zentralen Ansprechpartnern und kombinierten LED-, Laser-, Gehäuse- und Systemlösungen. Senior Head of Sales Tobias Bürkle gibt im Interview Einblick und ordnet die einzelnen Integrationsschritte im Interview ein.

EXAKTERA

Exaktera: Die Integration ist auf der Zielgeraden

Sechs Marken unter einer Vertriebs- und Entwicklungsstruktur

Im Interview erläutert Tobias Bürkle, Senior Head of Sales bei Exaktera, wie gemeinsame Vertriebsstrukturen, vernetzte Entwicklungskapazitäten und ein lösungsorientiertes Portfolio die Integration vorantreiben. Für Anwender erschließt sich dadurch ein stetig wachsender Mehrwert, ohne dass sie ihre gewohnten Abläufe verändern müssen.



Exaktera vereint sechs Firmen, die zunehmend stärker zusammenarbeiten: Advanced Illumination, Autovimation, IIM mit Lumimax und Visio Cable Pro, Prophotonix und Z-Laser

inspect: Exaktera vereint heute sechs Marken – Advanced Illumination, Autovimation, IIM mit Lumimax und Visio Cable Pro, Prophotonix und Z-Laser. Wo steht die Gruppe aktuell im Integrationsprozess: eher am Anfang, mittendrin oder auf der Zielgeraden?

Tobias Bürkle: Die Integration der sechs Unternehmen ist in vollem Gange und wird bald abgeschlossen sein. Obwohl im Hintergrund noch einiges läuft, um alles vollständig zusammenzuführen, agieren wir inzwischen dennoch klar als eine Einheit: Ein gemeinsamer, ganzheitlicher Marktauftritt als Exaktera.

Welche Meilensteine haben Sie in den letzten zwölf Monaten erreicht

Der größte Meilenstein, den wir bereits hinter uns haben, ist die Einführung einer Matrixorganisation. In den meisten Bereichen sind wir nicht mehr sechs unterschiedliche Unternehmen, sondern eine Gruppe. Das ist besonders im Vertrieb, im Produktmanagement und in der Entwicklung deutlich spürbar. Entwicklungsprojekte werden inzwischen standortübergreifend angegangen. Das stellt sicher, dass vorhandene internationale Kapazitäten sinnvoll genutzt werden, aber auch, dass vorhandenes Know-how optimal eingesetzt wird. So sind zum Beispiel Optikentwickler aus Deutschland an Projekten für unsere US-Schwestergesellschaft beteiligt, während amerikanische Software-Ingenieure große europäische Projekte unterstützen. Unser Pool an „klugen Köpfen" in der LED- und Lasertechnologie ist deutlich gewachsen, was sich auch in unseren neuen Produktentwicklungen widerspiegelt.

Wo lagen bisher die größten Herausforderungen dabei, so unterschiedliche Unternehmen zusammenzuführen?

Wenn mehrere mittelständische Unternehmen – einige mit über 40 Jahren Firmengeschichte – die eigenen über Jahrzehnte gewachsenen Strukturen hinterfragen müssen, um den besten gemeinsamen Nenner zu finden, erfordert das wirklich tiefgehende Überlegungen, welcher Weg der richtige ist. Es gibt Unternehmen, die ausschließlich Direktvertrieb betreiben und ein starkes Außendienstteam aufgebaut haben, während andere stark mit Distributoren arbeiten und vor allem telefonisch aktiv sind. Das bietet aber auch Chancen. Denn wir können uns die besten Ansätze aus den unterschiedlichen Erfahrungen innerhalb der Gruppe herauspicken und weiterverfolgen.

Keines dieser Unternehmen hat zufällig 40 Jahre am Markt bestanden. Jedes hat sich echtes Know-how erarbeitet, wie man in seinem jeweiligen Marktsegment verkauft, unterstützt und entwickelt. Statt also ein einziges Vorgehen festzulegen und allen überzustülpen, versuchen wir, das Beste aus jeder Marke herauszuziehen und gruppenweit anzuwenden. Ein Distributor-geführter Vertriebsansatz, der für eine Marke hervorragend funktioniert, kann genau das sein, was eine andere Marke braucht, um Kunden zu erreichen, die sie bisher nicht erreichen konnte. Die eigentliche Kunst besteht darin zu erkennen, welche Ansätze sich wirklich übertragen lassen und welche eher spezifisch für den jeweiligen Markt der Marke sind. Das lässt sich nicht am Reißbrett entscheiden, sondern nur von Leuten, die tatsächlich mit den Kunden gearbeitet haben.

Am Ende profitiert ein Kunde, der mit Exaktera zusammenarbeitet, vom gesammelten Erfahrungsschatz aus sechs Unternehmen statt nur einem. Das ist aus meiner Sicht der eigentliche Mehrwert davon, das Ganze sorgfältig anzugehen, statt es zu überstürzen.

Das Wichtigste kompakt

Exaktera steht kurz vor dem Abschluss der Integration von sechs Marken. Vertrieb, Produktmanagement und Entwicklung arbeiten bereits gruppenweit zusammen, während die Produktmarken bestehen bleiben. Kunden profitieren von zentralen Ansprechpartnern, gebündeltem Fachwissen und kombinierten LED-, Laser-, Gehäuse- und Systemlösungen. Künftig sollen ein gemeinsames Rechnungsmodell, neue Systemprodukte und weiteres Wachstum die Zusammenarbeit vereinfachen.

Wie ist der Vertrieb heute organisiert – arbeiten Sie mit einem gemeinsamen EMEA-Vertriebsteam über alle Marken hinweg, oder bestehen weiterhin markenspezifische Vertriebseinheiten?

Wir haben inzwischen eine Exaktera-Außendienststruktur. Jeder Vertriebsmitarbeiter hat seine zugewiesene Region und ist dort erster Ansprechpartner für Kunden über alle Unternehmen hinweg. Dahinter stehen große Applikations- und Technologieteams, die schwierige technische Fragen oder Machbarkeitsprüfungen übernehmen. Das sind markenspezifische Einheiten mit Fokus entweder auf Laser oder LED. Vertriebs- und Technikteams besuchen Kunden häufig gemeinsam, um die bestmögliche Unterstützung zu gewährleisten.

Es gibt jedoch zwei Ausnahmen: Visio Cable Pro [Offline-Messsysteme für die Kabelindustrie] und die Laserprojektor-Sparte von Z-Laser. Das sind sehr spezialisierte Anwendungsbereiche, die besser von einem eigenen Vertriebsteam betreut werden.



Tobias Bürkle, Senior Head of Sales bei Exaktera: "Mit der Zeit wird Exaktera in unserem Auftritt eine größere Rolle spielen, während die Marken weiterhin unsere Produkte darunter kennzeichnen. Die Richtung dieser Entwicklung wird man auch auf der Vision in Stuttgart sehen, wo wir einen gemeinsamen Messestand haben, der sich an Branchenlösungen statt an einzelnen Produkten orientiert."

Wie tief soll die Integration letztlich gehen: Bleibt es bei einem Markendach mit eigenständigen Auftritten, oder ist ein einheitliches Erscheinungsbild – bis hin zu einer Markenkonsolidierung – mittelfristig denkbar?

Wir treten inzwischen unter dem Namen Exaktera auf, und unsere einzelnen Marken bleiben die vertrauten Produktnamen, die unsere Kunden bereits kennen. Mit der Zeit wird Exaktera in unserem Auftritt eine größere Rolle spielen, während die Marken weiterhin unsere Produkte darunter kennzeichnen. Die Richtung dieser Entwicklung wird man auch auf der Vision in Stuttgart sehen, wo wir einen gemeinsamen Messestand haben, der sich an Branchenlösungen statt an einzelnen Produkten orientiert. Dort präsentieren sich alle unsere LED-, Laser- und Gehäusemarken gemeinsam, um zu zeigen, wie sie als Gesamtpaket das Problem eines Kunden lösen – und nicht nur als einzelne Komponenten.

Es gibt bereits erste Kombinationsprodukte, etwa ein Autovimation-Gehäuse für die Z-Laser ZQ1 Magic Line. Welche weiteren Kombinations- oder Systemlösungen sind in der Pipeline?

Unsere Roadmap für die kommenden Jahre sieht tatsächlich weitere Kombinationsprodukte vor, die unser gemeinsames Know-how einbringen – nicht nur mechanische Anpassungen oder Upgrades der Schutzklasse bei LED- und Laserprodukten, sondern auch Kombinationen aus Laser- und LED-Technologien. Mehr kann ich an dieser Stelle leider noch nicht verraten, das wird noch etwas dauern. Aber man darf sich darauf freuen.

Das zeigt sich bereits heute in der Art, wie wir Produkte entwickeln. Wir haben Projekte, bei denen die Elektronik aus dem US-Team kommt und das mechanische, sowie optische Design, in Deutschland entsteht. Statt also im Nachhinein alles zusammenzufügen, konzipieren wir von Beginn an ein einzelnes Produkt. Und das betrifft nicht nur die Entwicklung: Unsere Vertriebs- und Applikationsteams treffen sich wöchentlich, um gemeinsam Kundenanliegen zu bearbeiten, mit Beteiligung aus Entwicklung, Marketing und Produktionsmanagement. Genau daraus entstehen viele der guten Ideen, weil Menschen, die mit dem Kunden sprechen, Menschen, die das Produkt bauen, und Menschen, die es ausliefern, gemeinsam auf dasselbe Problem schauen. Kunden dürfen sich darauf freuen, in nächster Zeit die Früchte der harten Arbeit der letzten Jahre zu sehen.

Ist das Sechs-Marken-Portfolio komplett, oder rechnen Sie mit weiteren Akquisitionen?

Wir sind noch nicht am Ziel und möchten unseren Kunden ein noch breiteres Produktportfolio bieten können. Wachstum – ob organisch oder durch Akquisitionen – ist Teil unserer Überlegungen dazu. Ich möchte an dieser Stelle nichts Konkretes vorwegnehmen, aber so viel lässt sich sagen: Das ist noch nicht das fertige Bild. Lassen Sie sich überraschen!

Was ist der konkrete Mehrwert für einen Anwender oder Integrator, der heute mit mehreren Exaktera-Marken arbeitet – Stichworte: Ansprechpartner, Konditionen, Support, Logistik?

Für unsere bestehenden Kunden wird vieles einfacher – nicht nur weniger Ansprechpartner für unterschiedliche Produkte und Technologien, sondern auch mehr gebündeltes Fachwissen. Wir hatten zum Beispiel bereits eine Situation, in der ein Kunde Lumimax zu einer LED befragt hat, letztlich aber ein Laser von Z-Laser die Lösung war, der wiederum in einem Schutzgehäuse von Autovimation ausgeliefert wurde, weil das angesichts der Umgebungsbedingungen eindeutig die technisch beste Lösung für die Anwendung war. Mehr Fachwissen unter einem Dach zu haben, ist immer sehr hilfreich.

Sobald das Single-Invoice-Modell eingeführt ist, müssen Kunden künftig nur noch einen Lieferanten statt sechs – oder künftig sogar mehr – bewerten, prüfen und managen, was die Dinge für sie noch einmal einfacher macht.

Das ist, ehrlich gesagt, der spannende Teil daran, wo wir gerade stehen. Wir haben die harte Arbeit geleistet, sechs Unternehmen zusammenzuführen, und unsere Kunden spüren bereits jetzt die Vorteile davon, ohne selbst etwas ändern zu müssen. Wenn wir das in den nächsten ein bis zwei Jahren weiter ausbauen, wird es für sie meiner Meinung nach nur noch besser.

VISION
Halle 10, Stand C50

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
Z-Laser GmbH, Freiburg
Tel.: +49 761 296 44-44
E-Mail: info@z-laser.de
www.z-laser.com

alle Bilder: Exaktera

Marktentwicklung, Technologietrends und neue Anwendungen auf der Vision 2026

Interview mit Florian Niethammer, Projektverantwortlicher der Vision

Die Bildverarbeitungsbranche wächst technologisch und erschließt neue Anwendungsfelder. Florian Niethammer, Leiter Messen & Events bei der Messe Stuttgart und Projektverantwortlicher der Vision, erläutert, welche Rolle KI, synthetische Daten, Edge Computing und neue Sensortechnologien spielen und wie die Leitmesse aktuelle Marktbewegungen, Forschung und industrielle Praxis zusammenführt.

inspect: Was hat sich seit der letzten Vision im Jahr 2024 in der Bildverarbeitungsbranche getan? Wie wirkt sich das auf die diesjährige Vision aus?

Florian Niethammer: Wir haben in den vergangenen Jahren zwei Entwicklungen gesehen: Zum einen schreitet die Konsolidierung im Markt weiter voran. Durch Übernahmen, Beteiligungen und strategische Zusammenschlüsse entstehen größere Unternehmensgruppen, die ihre Kompetenzen im Bereich Bildverarbeitung bündeln. Zum anderen erleben wir eine bemerkenswert hohe Innovationsdynamik durch junge Unternehmen und Start-ups.

Die Bildverarbeitungsbranche befindet sich aus meiner Sicht in einer Phase der Reife und gleichzeitig des Aufbruchs. Große Anbieter bauen ihre Portfolios entlang der gesamten Wertschöpfungskette aus, während neue Marktteilnehmer mit spezialisierten Technologien frische Impulse setzen.

Und diese Entwicklung wird auch auf der Vision 2026 sichtbar. Besucher treffen sowohl auf etablierte Global Player mit umfassenden Lösungsangeboten als auch auf innovative Start-ups, die neue Ansätze für industrielle und nichtindustrielle Anwendungen vorstellen. Die Messe bildet damit die gesamte Dynamik des Marktes ab.

Florian Niethammer, Leiter der Vision: „Besucher treffen sowohl auf etablierte Global Player mit umfassenden Lösungsangeboten als auch auf innovative Start-ups, die neue Ansätze für industrielle und nichtindustrielle Anwendungen vorstellen. Die Messe bildet damit die gesamte Dynamik des Marktes ab."



Bild: Messe Stuttgart

Wie entwickeln sich Aussteller- und Flächenzahlen im Vergleich zu 2024?

Wir sehen eine sehr positive Entwicklung und eine anhaltend hohe Nachfrage aus dem Markt. Aktuell zählen wir bereits rund 500 ausstellende Unternehmen und mehr als 95 % der Fläche sind fest gebucht. Damit konnten wir die bisherige Bestmarke aus 2024 nochmal toppen und dürfen einen neuen Ausstellerrekord verkünden.

Welche Produktbereiche deckt die Vision ab?

Die Vision ist traditionell als Komponentenmesse bekannt und international geschätzt. Auf der Messe werden die neuesten Technologien und Entwicklungen im Bereich Kameras, Optiken, Beleuchtung, IPCs, Software und Sensoren präsentiert. Gleichzeitig werden aber auch anwendungsorientierte Lösungen und schlüsselfertige Systeme präsentiert.

In den vergangenen Jahren beobachten wir eine interessante Entwicklung: Viele Unternehmen positionieren sich zunehmend entlang konkreter Anwendungsfälle und Branchen. Auch klassische Komponentenhersteller sprechen ihre Kunden heute deutlich lösungsorientierter an und adressieren gezielt Vertikalmärkte wie Logistik, Halbleiter, Medizintechnik, Robotik oder die Batterieproduktion.

Entsprechend werden auf der Vision immer häufiger Lösungsansätze gezeigt, die Hardware, Software, KI und Integration miteinander verbinden. Es geht also oft nicht mehr nur um die einzelne Kamera oder das einzelne Software-Tool, sondern um eine Antwort auf eine konkrete Aufgabenstellung.

Für welche Anwenderbranchen jenseits der klassischen Industrieautomation lohnt sich ein Besuch 2026 besonders?

Der oben geschilderten Entwicklung tragen wir zum Beispiel mit unseren Guided Tours Rechnung. Sie führen Besucher gezielt zu Ausstellern und Lösungen rund um bestimmte Anwendungsfelder und Technologietrends. Dadurch erhalten insbesondere Anwender mit geringen Vorkenntnissen in Bildverarbeitungstechnologie einen schnellen und strukturierten Überblick über relevante Anbieter, Technologien und konkrete Lösungsansätze für ihre Branche. In diesem Jahr organisieren wir geführte Touren für die Bereiche Aerospace & Defence, Automotive & Battery und Electronics & Semiconductors. Außerdem bieten wir erstmals spezielle Touren zum Zusammenspiel von AI und Bildverarbeitung an.

Bildverarbeitung ist längst weit über die klassische Fabrikautomation hinausgewachsen und hat eine Vielzahl an Anwendungsfeldern außerhalb der Fabriken erobert, sei es in Medizintechnik, Life Science und Pharma, der Intralogistik, bei intelligenten Verkehrssystemen, in der Landwirtschaft oder bei Recycling und Kreislaufwirtschaft.

Gibt es 2026 Ausstellergruppen, Herkunftsländer oder Marktsegmente, die erstmals oder verstärkt vertreten sind?
Wenn wir auf aktuelle Technologietrends blicken und uns etwa die Shortlist des diesjährigen Vision Award anschauen, sehen wir dort großartige neue Themen wie SPAD-Sensoren, Simulation von Bildverarbeitungssystemen und die Generierung synthetischer Daten für KI-Trainings, aktuelle Lidar-Entwicklungen oder neueste Ansätze in der 3D-Lightfield-Technologie. All diese aktuellen Themen und Aussteller wird es auf der Vision zu entdecken geben.

Wir sehen außerdem weiterhin eine wachsende Anzahl an Ausstellern aus dem Bereich Hyperspectral Imaging und verzeichnen ein Wachstum rund um die Themen Industrie-PCs, Embedded Computing und Edge-AI-Systeme.

Regional betrachtet, sehen wir wie in den vergangenen Jahren viele neue Unternehmen aus Asien, speziell aus China, die sich mit immer hochwertigeren Produkten präsentieren. Wir freuen uns erstmalig im Jahr 2026 mit der Taiwan Electrical and Electronic Manufacturers' Association einen Gemeinschaftsstand aus Taiwan präsentieren zu dürfen. Daneben wird es Länder-Pavillons aus China, Japan, Frankreich und der Schweiz geben – mit einer Vielzahl an Firmen, die sich erstmalig auf der Messe präsentieren.

Neben vielen langjährigen Ausstellern verzeichnen wir erneut zahlreiche Neuanmeldungen. So wird ein Rekordanteil von rund 30 Prozent der Aussteller erstmalig auf der Vision dabei sein. Das unterstreicht den Innovationscharakter der Branche und bestätigt die Rolle der Vision als weltweit einmalige Plattform für Bildverarbeitung und zentralen Treffpunkt der Branche.

Die hohe Internationalität bleibt dabei ein weiteres wesentliches Merkmal. Wir erwarten Aussteller aus 34 Ländern und – noch beeindruckender – zwei Drittel aller Aussteller kommen aus der ganzen Welt im Oktober zu uns nach Stuttgart, um ihre Innovationen dem internationalen Fachpublikum zu präsentieren. Damit ist die Vision eine der internationalsten Veranstaltungen im Portfolio der Messe Stuttgart.

Das Wichtigste zur Messe

- **Wann und wo:** 6. bis 8. Oktober 2026, Messe Stuttgart
- **Internet:** www.messe-stuttgart.de/vision
- **Kostenloses Ticket:** Code „INSPECTVISION26"

Welche Programmpunkte erwarten die Besucher? Was gibt es Neues?
Die Ausstellung bleibt selbstverständlich das Herzstück. Darüber hinaus lebt die Vision von ihrem hochklassigen Rahmenprogramm. Mit den Industrial Vision Days veranstalten wir gemeinsam mit dem VDMA Machine Vision das wahrscheinlich weltweit größte und umfassendste Vortragsforum für Bildverarbeitung, mit über 80 Präsentationen an drei Tagen. Dort werden von unseren Ausstellern neueste Produktinnovationen vorgestellt und strategische Fragestellungen der Branche in mehreren Panel-Runden diskutiert. Jeden Tag finden auf der Bühne knackige Start-Up Pitches statt, es wird das Start-Up des Tages und final das Vision Start-Up 2026 gekürt. Auf der Mainstage findet ebenfalls die Vision Award Session mit der Vorstellung aller Shortlist-Einreichungen und die Siegerehrung des Gewinners statt.

Auf den Scientific Vision Days bieten wir in Kooperation mit dem AIT, dem Austrian Institute of Technology, Experten aus Wissenschaft und angewandter Forschung eine Bühne, um deren wissenschaftliche Exzellenz im Bereich Bildverarbeitung zu präsentieren und den Austausch zwischen Wissenschaft und Industrie anzuregen.

In unserer Vision Start-up World und am BMWE-Gemeinschaftsstand Young Innovators wird es die besten jungen Innovatoren zu entdecken geben, während sich im Rahmen der Vision Integration Area Anbieter von schlüsselfertigen Systemlösungen präsentieren. Zudem gibt der Themenpark IPC 4 Vision einen kompakten Überblick über aktuelle Entwicklungen im Bereich Industrie-PCs.

Darüber hinaus wird es einiges an Neuheiten geben: Mit dem Vision Makeathon schaffen wir in diesem Jahr erstmals eine Plattform auf der VISION, auf der Studierende, Nachwuchstalente und Unternehmen gemeinsam an praxisnahen Aufgabenstellungen der industriellen Bildverarbeitung arbeiten.

Und noch ein weiteres Highlight feiert in diesem Jahr Premiere: das Synthetic Data Symposium, welches wir erstmalig gemeinsam mit dem Fraunhofer ITWM veranstalten. Gemeinsam mit führenden Experten aus Forschung und Industrie beleuchten wir, wie synthetische Daten die Entwicklung KI-basierter Bildverarbeitungssysteme beschleunigen können.

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

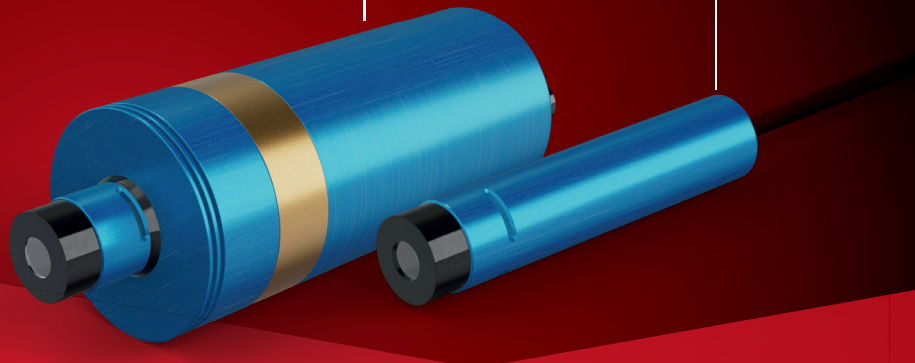
EXPAND YOUR
MACHINE VISION POSSIBILITIES

Configurable **FLEXPOINT® lasers** for 24/7 operation

LASER COMPONENTS®

FLEXPOINT® MVgoldHP
Power up to 2000 mW

FLEXPOINT® MVpulseHP
Peak power up to 1000 mW



Learn more at
VISION 2026 / Hall 10, Booth #D15 / 6.–8. October 2026, Stuttgart
lasercomponents.com/flexpoint-machine-vision/

beyond borders

Als globale Leitmesse für Bildverarbeitung ist die Vision in Stuttgart die perfekte Plattform, um technologische Roadmaps mit der Praxis zu synchronisieren. Der Bedarf an Kameratechnologie ist größer denn je, getrieben durch Künstliche Intelligenz, Automatisierung und expandierenden Märkten wie der Verteidigungs- und Halbleiterindustrie. Zunehmende Systemkomplexität verlangt nach einfachen Lösungen. Allied Vision bietet dem Messebesucher ein One-Stop-Shop-Erlebnis, mit kompatiblen integrierten Lösungen von Flächen- und Zeilenkameras, über Frame Grabber und IP Cores bis hin zu Software und Zubehör. Wir zeigen, wie integrierte Systeme komplexe Anforderungen meistern.



Johannes Zurin, Chief Marketing Officer von Allied Vision

VISION

Halle 10, Stand F30

Besucher erleben eine Erweiterung unseres LX-Portfolios für GigE Vision mit bis 100 Gbps und RDMA für hochperformante Applikationen als wirtschaftliche Alternative zu CoaXPress. Zudem präsentieren wir unsere neue 5GigE-Kameraplattform CX.5G. Neben der Standardversion bieten wir zusätzlich Industrievarianten mit IP67 Gehäuse und unsere preisgekrönten XC-Versionen mit aktiver Kühlung. Darüber hinaus zeigen wir die LXT.RF, die den Einsatz von Canon-RF-Objektiven für wechselnde Arbeitsabstände und einen Umstieg von früheren Canon-EF-Objektiven ermöglicht

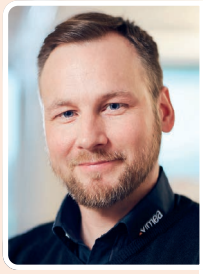


Carsten Traupe, Business Unit Leiter im Vision Competence Center der Baumer Group

VISION

Halle 8, Stand D40

Wir zeigen in Stuttgart, was unsere Kunden seit Jahren treibt: Auflösung und Geschwindigkeit gleichzeitig, in einem Bauraum, der zum System passt. Unsere neue modulare Plattform baut auf Sonys aktueller Global-Shutter-Generation von 12 bis 105 Megapixel – wahlweise mit PCIe Gen4 x4 bei 64 Gbit/s oder USB 3.2 Gen2 x2 bei 20 Gbit/s. Eine Architektur, die Sie konfigurieren: Interface, Stecker, Verkabelung, aktiver RF-Adapter, Jetson-Anbindung. Wenn Ihre Anforderung nicht im Katalog steht: Rund die Hälfte unserer Arbeit steckt in Kunden- und OEM-Projekten. Kommen Sie mit Ihrer schwierigsten Anforderung zu uns – bei uns stehen Entwickler am Stand, nicht nur der Vertrieb.



Michael Cmok, Geschäftsführer bei Ximea

VISION

Halle 10, Stand D50

KI wird die industrielle Bildverarbeitung nachhaltig verändern – und bietet gerade in wirtschaftlich anspruchsvollen Zeiten enormes Potenzial für mehr Effizienz, Qualität und Wettbewerbsfähigkeit. Auf der Vision 2026 zeigt Wenglor als europäischer Hersteller, wie sich dieses Potenzial mit den neuen Features der Univision, des Wenglor AI-Loop, modernen 3D-Sensoren und innovativen Beleuchtungslösungen in die Praxis umsetzen lässt.

Wir freuen uns auf den persönlichen Austausch und darauf, gemeinsam mit unseren Kunden die nächste Generation der industriellen Bildverarbeitung zu gestalten.

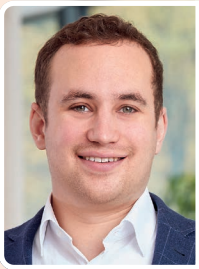


Christoph Wagner, Head of Product Management bei Wenglor

VISION

Halle 8, Stand C61

Auf der Vision zeigt IDS, wie sich industrielle Bildverarbeitung schneller und einfacher in Anwendungen integrieren lässt: mit modularen, langfristig verfügbaren Industriekameras und Computer-Vision-Komponenten, die sich flexibel kombinieren lassen. Zu sehen sind Ueye Vision-Kameraplattformen, Event-basierte Bildverarbeitung, 3D-Vision sowie KI- und Embedded-Vision-Technologien. Innovationsprojekte wie das GMSL-Multikamera-Vision-System, Kameras mit aktiver Fokussteuerung und eine NDVI-Kamera zur Vegetationsanalyse zeigen die technologische Bandbreite bei IDS und machen deutlich, wie intelligente Bildverarbeitung Automatisierung beschleunigt, Qualität zuverlässig bewertet und Prozesse effizienter macht.

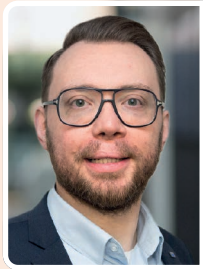


Jan Hartmann, Geschäftsführender Gesellschafter bei IDS

VISION

Halle 8, Stand C60

Balluff präsentiert auf der Vision 2026 Lösungen für die industrielle Bildverarbeitung. Unter dem Leitspruch „Your Vision. Our Solution. From Ready Made to Custom Built." zeigt das Unternehmen zukunftssichere Kameralösungen für industrielle Anwendungen. Im Fokus stehen ein neuartiges Multi-Kamerasystem für die Automatisierung sowie die neueste Generation industrieller Kameras – von 5GigE und 25GigE bis SWIR mit Technologien wie RDMA und GigE Vision 3.0. Ergänzt wird das Portfolio durch 3D-Kameras, ToF-Systeme, Vision-Sensoren und Radartechnologien. Das Portfolio reicht von Standardprodukten bis hin zu kundenspezifischen Anpassungen und Lösungen.



David Sandner, Product Marketing Manager - Machine Vision bei Balluff

VISION

Halle 8, Stand D26

Mitutoyo präsentiert auf der Vision innovative Lösungen für die optische Messtechnik – von der schnellen Datenerfassung bis zur zuverlässigen Messung komplexer Bauteilgeometrien. Im Fokus steht ein optisches Koordinatenmessgerät, das Messpunkte schnell und zuverlässig erfasst und damit neue Maßstäbe in der effizienten Qualitätsprüfung und Produktion setzt. Als Hersteller mit eigener Optikfertigung verfügt Mitutoyo über besondere Expertise in der Entwicklung optischer Systeme. Ergänzt wird der Auftritt durch hochpräzise Lösungen zur berührungslosen 3D-Messung sowie Komponenten für automatisierte Inspektionssysteme. Die Vision ist für Mitutoyo eine der wichtigsten Plattformen, um mit Anwendern, Integratoren und Technologiepartnern in den direkten Austausch zu treten. Als Weltleitmesse für Bildverarbeitung vereint sie innovative Technologien, neue Anwendungsfelder und die Menschen, die die industrielle Qualitätsprüfung von morgen gestalten. Genau dieses Umfeld macht die Messe für uns so wertvoll.



Michael Köppinger, Produktmanager bei Mitutoyo

VISION

Halle 10, Stand C80

Auf der Vision sprechen wir nicht nur über die Leistungsfähigkeit unserer Produkte und Technologien – wir machen sie live erlebbar. Erstmals präsentieren wir dabei auch unsere hochauflösenden 3D-Laserprofilsensoren mit 5GigE-Schnittstelle im Live-Einsatz. Mit einer interaktiven Demo zeigen wir, wie vielseitig unsere 3D-Laserprofilsensoren weltweit eingesetzt werden: von der Backwarenkontrolle über die Inspektion tonnenschwerer Stahlbänder bis hin zur Vermessung hochpräziser KI-Chips. Ein weiteres Highlight ist unsere gemeinsame Demo mit Aku Automation und Beckhoff, die veranschaulicht, wie sich 3D- und Infrarottechnologie bei der Qualitätskontrolle eines Smartphones perfekt ergänzen. Wer praxisnahe Anwendungen sehen und neue Impulse für die eigene Qualitätskontrolle mitnehmen möchte, sollte unbedingt an unserem Stand vorbeikommen.



Nina Claaßen, Marketingleiterin bei AT Sensors

VISION

Halle 10, Stand E55

Quantum Design

qd-europe.com

Brandnew N-VIT from AOS Technologies

Compact High-Speed Imaging for Vehicle Impact Testing

- 1000 fps @ Full HD
- 1“ C-mount lens compatible
- RescueFlash technology
- G-sensor as trigger



Visit us at the
Vision in Stuttgart, Hall 10, Booth 10D70

AOS Technologies AG

Moderate Trendwende in der Bildverarbeitung

Interview mit VDMA-Machine-Vision-Vorstand Daniel Seiler zu Marktlage, Physical AI und Wettbewerbsfähigkeit

Nach drei Jahren rückläufiger Umsätze zeichnet sich für die europäische Machine-Vision-Industrie eine moderate Erholung ab. Zugleich erhöhen internationaler Wettbewerb, KI-basierte Automation, neue Sicherheitsanforderungen und der Bedarf an interoperablen Lösungen den Transformationsdruck. Die Vision 2026 spielt hier eine wichtige Rolle, erläutert Daniel Seiler, als zentraler Treffpunkt für Technologien, Anwendungen und den Austausch innerhalb der Branche.

inspect: Wie fällt Ihre Bestandsaufnahme zur aktuellen Lage der deutschen und europäischen Machine-Vision-Industrie aus

Daniel Seiler: Die europäische Machine-Vision-Industrie blickt auf drei Jahre mit rückläufigen Umsätzen zurück. Für 2026 erwarten wir eine vorsichtige Trendwende, wenn auch keinen automatischen Aufschwung. Der VDMA-Forecast, den wir im April für 2026 abgaben, sieht ein moderates Umsatzwachstum von 3 Prozent in unserer Branche vor. Bei den Auftragseingängen der Komponenten sehen wir positive Signale, wenn auch Auftragseingang und Umsatz etwas auseinanderlaufen und beim Systemgeschäft noch kein positiver Trend zu sehen ist. Da die globale geopolitische Unsicherheit weiterhin hoch ist und vor allem in Deutschland Investitionen und Nachfrage weiter zurückhalten sind, würde ich von einer beginnenden, wenn auch fragilen Trendwende sprechen.



alle Bilder: AT Sensors

Daniel Seiler,
Vorsitzender des Vorstandes der VDMA-Fachabteilung Machine Vision und Geschäftsführer von AT Sensors

Welche Entwicklung sehen Sie im internationalen Wettbewerb, insbesondere mit Blick auf Anbieter aus Asien und Nordamerika?

Aus Asien wächst der Wettbewerbsdruck heute nicht nur bei den Kosten, sondern auch bei Geschwindigkeit, Qualität und technologischer Leistungsfähigkeit. Die Vorstellung, asiatische Anbieter seien ausschließlich im unteren Preissegment relevant, ist überholt. Im VDMA beschäftigen wir uns in der aktuellen Vorstandsperiode auf allen Ebenen sehr intensiv mit der Frage nach der europäischen Wettbewerbsfähigkeit.

Aus Nordamerika kommt eine andere Form des Wettbewerbs auf uns zu: Unternehmen wie Google und Microsoft beeinflussen zunehmend die Plattformen, Werkzeuge und Ökosysteme, auf denen künftige Lösungen entstehen. Im Vorstand sehen wir das aber auch als Chance: Diese Plattformen können etablierten europäischen Machine-Vision-Unternehmen neue Reichweite, leistungsfähige Werkzeuge und Zugang zu Anwendungen bieten, die ein einzelnes mittelständisches Unternehmen allein kaum erschließen könnte.

Was muss Deutschland tun, um führend zu bleiben beziehungsweise wieder zu werden?

Beim VDMA European Robotics and Automation Summit im Herbst 2025 in Bologna haben wir gemeinsam mit Unternehmen aus der gesamten Robotik und Automation unsere Wettbewerbsfähigkeit analysiert. Daraus sind konkrete Handlungsfelder entstanden. Zum Beispiel brauchen wir mehr Kundenzentrierung, schnellere Entscheidungen und die Bereitschaft, mit Partnern Lösungen aufzubauen. Im Frühjahr haben wir diesen Prozess in Frankfurt fortgesetzt. Dort ging es gezielt um Geschwindigkeit, um KI als Produktivitätshebel sowie um ein verändertes unternehmerisches Mindset.

Welche technologischen Trends werden die Branche prägen?

Die Bildverarbeitung ist seit jeher eine technologisch sehr innovative Branche. Deshalb ist selten ein Trend für uns wirklich neu – KI und Deep Learning werden beispielsweise seit Jahren eingesetzt. KI wird trotzdem die größte Breitenwirkung entfalten, weil sie nicht nur die Bildauswertung verändert, sondern auch die Entwicklung, Inbetriebnahme und Bedienung. In Verbindung mit Robotik wird Bildverarbeitung zu Physical AI: Systeme können nicht nur sehen, sondern Wahrnehmung unmittelbar in Aktionen übersetzen. Embedded Vision bringt Intelligenz näher an den Sensor und an den Prozess. 3D ist längst etabliert, erhält aber durch flexible Robotik und Physical AI zusätzlichen Schub. Für Greifen, Navigation, Vermessung und Qualitätsprüfung wird eine dreidimensionale Wahrnehmung immer häufiger zum Standardbestandteil der Lösung. Spektrale Verfahren sind ein immer noch unterschätzter Bereich, weil sie Anwendungen erschließen, bei denen nicht nur Form und Farbe, sondern auch Materialeigenschaften erkannt werden müssen.

Der Wandel liegt weniger darin, dass völlig neue Technologien entstehen. Entscheidend ist vielmehr, dass Rechenleistung, Sensorik und Software heute eine neue Reife und Skalierbarkeit erreichen.

Wo besteht aus Verbandssicht der größte Handlungsbedarf?

Die Branche verfügt über viele hervorragende Technologien. Zu oft entstehen daraus aber noch Einzellösungen mit hohem Integrations-

aufwand. Wir benötigen deshalb einheitliche Schnittstellen, Datenmodelle und Standards über Hersteller- und Systemgrenzen hinweg. Das ist besonders wichtig, wenn Machine Vision stärker mit Robotik, KI-Plattformen und Produktions-IT zusammenwächst.

Standardisierung gehört seit langem zu den Kernaufgaben von VDMA Machine Vision. Wir arbeiten unter anderem an etablierten Standards wie OPC UA for Machine Vision oder mit RoX an der Verbindung zu neuen industriellen Robotik-Ökosystemen.

EU AI Act, Maschinenverordnung und Cyber Resilience Act: Welche regulatorischen Themen beschäftigen den Fachverband aktuell am intensivsten?

Unsere Mitglieder befassen sich aktuell mit mehreren Regelwerken gleichzeitig. Der Cyber Resilience Act betrifft dabei praktisch jeden Hersteller unserer Branche und wird für viele Unternehmen zusätzliche Anforderungen mit sich bringen. Gerade für kleinere und mittlere Unternehmen ist das eine anspruchsvolle Aufgabe.

Aber vielleicht können wir es auch als Vorteil sehen: Vernetzte Sensoren und Software-Systeme werden Bestandteil kritischer Produktionsprozesse. Kunden müssen darauf vertrauen können, dass diese Produkte sicher entwickelt und gepflegt werden. Genau darin liegt eine Chance für europäische Anbieter: Wir können Security-by-Design.

Fachkräftemangel und Ausbildung sind Dauerbrenner. Inwiefern unterstützt der Fachverband die Mitglieder hier?

Machine Vision verbindet Optik, Elektronik, Software, KI und Automatisierung. Diese Kombination ist technologisch ausgesprochen attraktiv, wird außerhalb unserer Branche aber nicht immer deutlich wahrgenommen. Wir wollen zeigen, dass Machine Vision nicht nur aus Kameras besteht, sondern eine Schlüsseltechnologie für intelligente Produktion und neue Anwendungen ist.

Auf der Vision 2026 wird zum Beispiel ein Hackathon stattfinden, den der VDMA zusammen mit der Messe Stuttgart gestaltet. Teilnehmer von verschiedenen Hochschulen können sich dort unmittelbar mit einer konkreten Bildverarbeitungsaufgabe auseinandersetzen und erleben, wie interdisziplinär und praxisnah unsere Technologie ist.

Wo gibt es hinsichtlich Fachkräften Fortschritte, wo Probleme?

Machine Vision wird sichtbarer und für junge Menschen leichter als Zukunftstechnologie erkennbar. Gleichzeitig konkurrieren unsere oft kleineren Mitgliedsunternehmen um Fachkräfte mit großen Firmen und zahlreichen anderen Branchen.

Welche Vorhaben stehen für die Fachabteilung Machine Vision in den kommenden zwölf Monaten ganz oben auf der Agenda?

In den kommenden Monaten stehen zunächst drei konkrete Themen im Vordergrund:

Erstens nutzen wir die Vision 2026, um Technologien, Anwendungen und europäische Kompetenz sichtbar zu machen. Zweitens überführen wir die Ergebnisse zur Wettbewerbsfähigkeit aus unseren Workshops in konkrete Aktivitäten und setzen den Austausch innerhalb der gesamten Robotik und Automation fort. Drittens begleiten wir Cyber Resilience Act und EU AI Act praxisnah.

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
AT Sensors, Bad Oldesloe
Tel.: +49 4531 880110
E-Mail: info@at-sensors.com
www.at-sensors.com



Vision Guided Tours 2026: Der direkte Draht zu Innovation und Industrie

Rahmenprogramm der Vision 2026

Dieses Jahr bringen die Vision Guided Tours schon zum dritten Mal die Aussteller der Vision direkt mit den Kunden zusammen, die sie am dringendsten brauchen. Eine Rekordzahl von über 110 eingereichten Innovationen von 73 Ausstellern verteilt sich auf drei branchenspezifischen Touren – Luft-/Raumfahrt & Verteidigung ist hier erstmals mit dabei.



Bild: Messe Stuttgart

In diesem Jahr findet die dritte Auflage der Touren statt – mit einer Rekordbeteiligung: über 110 eingereichte Innovationen von 73 Ausstellern, verteilt auf drei Touren. Tatsächlich besucht werden pro Tour acht Messestände. Alle anderen finden sich im Vision Guided Tours Innovation Catalog, der bei jeder Tour ausgehändigt wird.

Seit die Messe Stuttgart das Konzept 2022 ins Leben gerufen hat, bieten die Vision Guided Tours den Ausstellern der Vision einen eigenen Kanal, um ihre anwendungsorientierten Innovationen direkt vor die für sie wichtigsten Kunden zu bringen. In diesem Jahr findet die dritte Auflage der Touren statt – mit einer Rekordbeteiligung: über 110 eingereichte Innovationen von 73 Ausstellern, verteilt auf drei Touren: 27 Innovationen für Luft-/Raumfahrt & Verteidigung, 28 für Automotive & Batteriefertigung und 49 für Elektronik & Halbleiter.

Wie die diesjährigen Branchen ausgewählt wurden

Im Frühjahr 2026 befragte das Vision-Team alle registrierten Aussteller, welche Branchensegmente ihnen in diesem Jahr am wichtigsten sind. Das Ergebnis war ein klares Votum für die drei diesjährigen Segmente – wobei Luft-/Raumfahrt & Verteidigung erstmals Teil der Vision Guided Tours ist. Das spiegelt wider, wie schnell Machine Vision in der Produktion und Qualitätssicherung dieser Branche Einzug hält.

Ablauf einer Tour

Jede Vision Guided Tour beginnt um 9:45 Uhr mit Networking, Erfrischungen und Snacks. Um 10:00 Uhr gebe ich einen Crashkurs unter dem Titel „Machine Vision in a Nutshell“, der den jeweiligen Markt, seine Anwendungen, Technologien und Trends abdeckt. Von 10:30 bis 12:00 Uhr führe ich die Teilnehmer zu den acht relevantesten Innovationen und Ständen, an denen die Aussteller ihre neuen Technologien und Lösungen direkt der Gruppe vorstellen. Der Vormittag endet mit einem Networking-Lunch im Food Court. Jede qualifizierte Einreichung – nicht nur die jeweils acht Tourstationen – ist im Vision Guided Tours Innovation Catalog enthalten, der jedem Teilnehmer oder Teilnehmerin zu Beginn der Tour ausgehändigt wird, sodass er/sie die übrigen Stände nach der geführten Tour auf eigene Faust erkunden kann.

Von 110 Einreichungen zu 3 x 8 Stationen

Die Aussteller reichen ihre Innovationen in einem strukturierten Format ein, und die Einträge mit der höchsten Relevanz, dem höchsten Innovationsgrad und der besten Gesamtqualität werden als Stationen für die Touren ausgewählt. Bei der großen Zahl an Einreichungen musste das Team in diesem Jahr auch sorgfältig priorisieren, damit möglichst viele Aussteller eine Chance erhalten – wobei auch berücksichtigt wurde, welche Unternehmen bereits in den Vorjahren eine Station hatten, um jede Tour einzigartig zu machen und die Sichtbarkeit über die gesamte Ausstellerbasis hinweg zu verteilen.

Die Innovationen im Überblick

NEU: Luft-/Raumfahrt & Verteidigung: Zu den Stationen zählt unter anderem Lidwaves Odem, ein Single-Chip-4D-Kohärenz-LiDAR, das für Autonomieanwendungen in der Verteidigung neben Entfernung und Reflektivität auch die Geschwindigkeit pro Pixel liefert. Teledyne folgt mit einem breiten Portfolio fortschrittlicher Sensorlösungen, die speziell für Verteidigung und Raumfahrt entwickelt wurden. Irnova präsentiert eine eSWIR-Detektortechnologie, die die Inspektion über den sichtbaren Bereich hinaus erweitert. V&R Vision and Robotics zeigt sein hochpräzises 3D-Mapping, seine Lokalisierung und KI-Vision für Luft- und Raumfahrt- sowie Verteidigungsplattformen.

Über die gesamte Tour hinweg zeigt sich ein klarer roter Faden: Sensorik, die auch

Der Tour Guide


Bild: Vision Markets

Auch dieses Jahr werden die Vision Guided Tours wieder von Dr. Ronald Müller geleitet. Er ist Kopf der Sparte „Strategieberatung und M&A“ beim Beratungshaus Vision Markets, das auf die Machine-Vision-Branche spezialisiert ist. Mit seinen mehr als 20 Jahren Branchenerfahrung bietet er den Teilnehmern exquisite Einblicke in die aktuellen Technologie- und Markttrends und begleitet sie kompetent zu den spannendsten Innovationen auf der diesjährigen Vision-Messe.

außerhalb kontrollierter Fabrikbedingungen zuverlässig funktionieren muss – bei Nebel, Blendlicht, Vibrationen und extremen Temperaturen –, sei es für autonome Navigation, präzise Robotikführung oder robuste Embedded-Vision-Hardware für Luft- und Raumfahrtsysteme.

Automotive & Batteriefertigung: Das AIT Austrian Institute of Technology steuert drei sich ergänzende Technologien bei – von der autonomen Inspektionsplanung bis zur ultraschnellen Inline-Photometrie von Batteriefolien und Drähten. Siemens präsentiert sein Industrial-AI-Vision-Ökosystem, das KI-gestützte Inspektion mit Automatisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette verbindet. Photonicsens zeigt Lichtfeld-3D-Kameras, die eine Inspektion mit Mikrometer-Präzision an großen Automobil- und Batterieteilen ermöglichen, von Sammelschienen-Schweißnähten bis zu Mikrodrähten von Halbleiterchips. Neurocle demonstriert eine automatisierte Fehlererkennung mittels Deep Learning, abgestimmt auf die berüchtigt unregelmäßigen Muster von Reifenprofilen.

Ein Muster wiederholt sich auf dieser Tour: Deep-Learning-Modelle, die trainiert wurden, echte Fehler von natürlichen Materialschwankungen zu unterscheiden, kommen immer wieder zum Einsatz – bei Reifenprofilen, Scheinwerferabdeckungen, Batteriefolien und Stoßfängerverkleidungen – begleitet von einer parallelen Welle an 3D-Messtechnik, die eigens für die reflektierenden, gewölbten und sicherheitskritischen Oberflächen in der E-Auto-Fertigung entwickelt wurde.

Das größte Feld der Guided Tours: Elektronik & Halbleiter: Die virtuelle Entwicklungsumgebung von Systemen zur Leiterplatteninspektion auf Basis von Baslers Vision-Simulation-Software ermöglicht es Integratoren, AOI-Setups digital zu entwerfen und zu validieren, bevor sie überhaupt aufgebaut werden. Denkweit ergänzt dies um eine Vision-AI-Plattform, die nur mit einer Handvoll Bilder trainiert wird und Leiterplatten auf Bauteile und Fehler prüft – ganz ohne die langwierigen Setup-Projekte oder die komplexe Parametrierung, die klassische Machine Vision erfordert. Hochgeschwindigkeitsobjekterkennung in Kombination mit hochauflösenden Objektiven von Excelitas ermöglicht neue Leistungsniveaus, und Precitec demonstriert 3D-Messtechnik für die Wafer-Inspektion für präzise Höhen- und Oberflächendaten in der Halbleiterfertigung.

Als größte der drei Touren spiegelt dieses Feld die schiere Bandbreite der Branche wider – von Edge-AI-Inferenzchips und vision-optimierten FPGAs über SPAD- und Time-of-Flight-Sensoren bis hin zu Framegrabbern, Verkabelung und Objektiven, die im Hintergrund dafür sorgen, dass Hochgeschwindigkeitsinspektionslinien zuverlässig laufen.

Ausblick

Die Anmeldung zu den Vision Guided Tours ist für Messebesucher ab sofort über die Website der Messe möglich. Das Vision-Team wirbt aktiv bei den Ausstellern jeder Zielbranche dafür, um eine starke Teilnahme zu erreichen – im vergangenen Jahr waren mehrere Touren bereits im Voraus ausgebucht. Ich freue mich darauf, Aussteller mit Kunden zusammenzubringen, die reale Herausforderungen mitbringen, damit noch mehr Besucher die neuesten Machine-Vision-Technologien auf der Vision in Stuttgart entdecken – und von ihnen profitieren.

Zu einer kostenlosen Vision Guided Tour anmelden

AUTOR
Dr. Ronald Müller
Geschäftsführer von Vision Markets GmbH

KONTAKT
Vision Markets GmbH, Gröbenzell
Tel.: +49 89 21553665
E-Mail: contact@markets.vision
markets.vision

| WI01G |

Vision: komplett und systemintegriert



- in Soft- und Hardware durchgängige, industrietaugliche Echtzeit-Bildverarbeitungslösung
- volle Synchronisation mit allen EtherCAT-basierten Maschinenprozessen
- reduzierter Verdrahtungsaufwand durch Einkabellösung EtherCAT P
- Kameras mit 2,5 GBit/s für die schnelle Bildübertragung
- C-Mount-Objektive mit montageorientiertem Design
- zukunftssichere Objektive durch Auslegung auf 2-µm-Pixelstruktur
- Korrektur der chromatischen Aberration bis in den nahen Infrarotbereich
- breites Portfolio EtherCAT-fähiger, präzise synchronisierbarer Multicolor-LED-Beleuchtungen
- maximale Flexibilität durch Bildkontrastanpassung zur Laufzeit und hohe Pulsleistungen
- Vision Unit Illuminated als kompakte Einheit aus Kamera, Beleuchtung und fokussierbarer Optik

Scannen und mehr über Beckhoff Vision erfahren

VISION
Halle 10, Stand 10F10

New Automation Technology BECKHOFF

Wie schnell lässt sich Vision AI produktiv einsetzen? Wie robust ist sie mit wenigen Trainingsbildern? Genau das zeigt Denkweit auf der Vision. Dort treffen wir Anwender, Integratoren und Partner, die industrielle Vision AI direkt erleben und bewerten möchten. In Live-Demos erleben Besucher, wie setup-unabhängig unsere Technologie funktioniert: Eine Kamera genügt, spezielles Zusatzlicht ist nicht erforderlich. Auch reflektierende Unterlegscheiben werden zuverlässig detektiert. Wir zeigen, wie aus wenigen Trainingsbildern schnell belastbare Anwendungen entstehen. Seit dem Jahr 2018 entwickeln wir Vision AI und beantworten Fragen rund um KI-Bildanalyse. Zudem sind wir als KI-Partner bei IDS vertreten.



Dr. Dominik Lausch, Geschäftsführer von Denkweit

VISION

Halle 10, Stand E70.4

Immer mehr Vision-Anwendungen werden als Embedded-Systeme realisiert. The Imaging Source (TIS) überträgt dafür mehr als 35 Jahre Erfahrung in der industriellen Bildverarbeitung auf Embedded Vision. „Mit GMSL2-Kameras und validierten Plattformen mit Partnern wie Neousys, PCB Arts und Aaeon helfen wir Entwicklern, Bildverarbeitung und Edge AI schneller, mit weniger Integrationsaufwand und geringerem Risiko umzusetzen. Produktseitig präsentiert TIS die Autofokus-Serie Aptiris sowie Live-Demos der IP67-Kameras Visus GigE und Acuva GMSL2, Embedded-Referenzdesigns, eine Zoomkamera und eine von ISW für Ricoh realisierte Kameraintegration in einem Logistiksystem.



Andreas Kolb, Head of Sales EMEA bei The Imaging Source

VISION

Halle 10, Stand E50

Auf der Vision 2026 in Stuttgart präsentieren wir Ihnen wegweisende Thermografiekameras und -Lösungen für die industrielle Bildverarbeitung. Unsere hochauflösenden Kameras lassen sich nahtlos in Ihre automatisierten Prozesse integrieren. Wir demonstrieren Ihnen unser vielseitiges Portfolio an gekühlten und ungekühlten Thermografiekameras im SWIR-, MWIR- und LWIR-Spektralbereich. Unsere Kameras zeigen, dass High-End weder groß noch unbezahlbar sein muss: Sie überzeugen durch ein kompaktes Design, Performance und Kosteneffizienz. Ob präzise Temperaturmessung, eine hohe Bildqualität oder hohe Bildwiederholraten – wir haben die passende Lösung für Ihre Applikation.

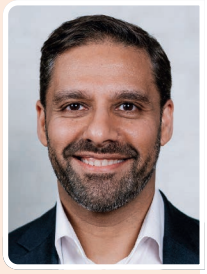


Jörg Döppner, Vertriebsleiter Infrarotmesstechnik bei Infratec

VISION

Halle 8, Stand E21

Nichts verdeutlicht die Vorteile der Bildverarbeitungstechnologie besser, als sie in Aktion zu erleben. Deshalb laden wir alle herzlich ein, uns während der Vision in Stuttgart zu besuchen. Dort präsentieren wir elf Live-Demonstrationen, in denen wir zeigen, wie unsere neuesten Flächen- und Zeilenkameras vielfältige industrielle Inspektionsanwendungen abdecken, darunter Lebensmittelsortierung, Halbleiter, Elektronik, Bahninspektion und viele andere. Ganz gleich, ob sich Besucher für prismenbasierte Farb- und Multispektralbildgebung, Single-Sensor-SWIR oder hochauflösende Bildgebung interessieren – unser Team steht Ihnen gerne zur Verfügung, um die Technologien zu erläutern und Ihnen dabei zu helfen, die richtige Lösung für jede Anwendung zu finden.



Usman M. Syed, Executive Vice President (EVP) bei JAI

VISION

Halle 10, Stand C18

Wir präsentieren auf der Vision unsere leistungsstarken Flexpoint-Machine-Vision-Lasermodule mit hoher Strahlqualität – inhouse entwickelt und gefertigt für anspruchsvolle Machine-Vision-Bedingungen. Ob ultrakompakte Module zur einfachen Integration oder strapazierfähige Hochleistungsmodule für extreme Außenanwendungen: Alle Flexpoint-Module sind dank robuster Bauweise für Dauerbetrieb in rauen Umgebungen bestens geeignet. Bei unseren Linienlasern sorgt eine präzise gefertigte Powell-Linsenoptik aus eigener Produktion für homogene Intensitätsverteilung entlang der gesamten Laserlinie. Dies ermöglicht eine kontrastreiche Bildgebung sowie eine hohe Messgenauigkeit und Inspektionsgeschwindigkeit.



Anton Krumm, Produktmanager bei Laser Components Germany

VISION

Halle 10, Stand C24

Die Vision hat für MVTec seit jeher eine zentrale strategische Bedeutung. Als der Branchen-Treff stehen der rege Austausch mit Interessierten, Kunden und Partnern sowie die Präsentation neuer Machine-Vision-Technologien und Innovationen im Mittelpunkt unseres Messeauftritts. Unser bestimmendes Thema wird dieses Jahr die KI sein. Die Bedeutung und Verbreitung von KI wird innerhalb unserer Branche weiter stark zunehmen. Am MVTec-Stand werden wir dazu erstmals Lösungen und Tools auf Basis von KI zeigen, die weit über den bisherigen Einsatz in der Bildverarbeitung hinausgehen. Wir möchten aufzeigen, in welche Richtung sich unsere Branche bewegen wird.



Dr. Olaf Munkelt, Geschäftsführer von MVTec Software

VISION

Halle 8, Stand D56

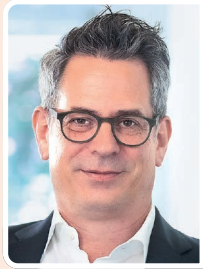
Teledyne Vision Solutions präsentiert sein umfassendes Portfolio an industriellen und wissenschaftlichen Bildgebungstechnologien für Anwendungen, die von der Halbleiter-, Batterie- und Druckinspektion bis hin zu Robotern der nächsten Generation, fortschrittlichen Systemen für die Lebensmittelverarbeitung und der Lagerlogistik reichen. Entdecken Sie unsere neuesten leistungsstarken Zeilenkameras, Kontaktbildsensoren, Flächenscanner und 3D-Kameras mit fortschrittlicher Konnektivität sowie die neuesten Innovationen bei Global-Shutter-BSI- und SWIR-Sensoren. Wir stellen unsere fortschrittlichen CMOS-Sensorplattformen vor, darunter Produkte der neuen Generation und unsere neuesten Bildgebungsmodule. Sehen Sie sich außerdem unsere 3D-Laserprofiler sowie unsere kompakte und stromsparende Plattform für ungekühlte Wärmebildkameras an, die über das kleinste VGA-IR-Kernmodul auf dem Markt verfügt.



Martin Grzymek, European Senior Sales Director bei Teledyne

VISION
Halle 8, Stand B10

Auf der Vision 2026 zeigen wir, was moderne Bildverarbeitung heute leisten kann – für OEMs, Systemintegratoren und Maschinenbauer: Hochauflösende Contact-Image-Sensoren (CIS), 2D- und 3D-Technologien, leistungsstarke Softwaretools sowie Flächen- und Zeilenkameras für VIS, SWIR und UV. Ergänzt wird das Portfolio durch passgenaue Beleuchtungskonzepte für anspruchsvolle Anwendungen. Immer im Mittelpunkt stehen Lösungen, die hohe Leistung mit einfacher Integration und zuverlässigem Betrieb verbinden. Unser Team aus Vertrieb und Applikation freut sich auf neue Ideen, konkrete Projekte und natürlich auf den persönlichen Austausch mit der gesamten Bildverarbeitungsbranche.



Raoul Kimmelmann, Geschäftsführer bei Rauscher

VISION
Halle 8, Stand C48

Auf der Vision 2026 in Stuttgart zeigen wir aktuelle Entwicklungen für industrielle Bildverarbeitungsaufgaben. Zwei Live-Demonstrationen veranschaulichen den Einsatz von Deep Learning zur zuverlässigen Defekterkennung sowie High Speed Vision für schnelle Prüfprozesse mit hohen Taktzeiten. Ein weiterer Schwerpunkt sind unsere neuen telezentrischen Beleuchtungen für präzise Inspektionsaufgaben sowie maßgeschneiderte Optikentwicklungen für anspruchsvolle Anwendungen. Entdecken Sie, wie perfekt abgestimmte Optik, Beleuchtung und Bildverarbeitung leistungsstarke Lösungen für die industrielle Qualitätsprüfung ermöglichen.



Dr. Jürgen Geffe, Geschäftsführer bei Vision & Control

VISION
Halle 10, Stand B87

Auf der Vision zeigt Edmund Optics, wie aus individuellen Kundenanforderungen maßgeschneiderte optische Lösungen entstehen. Im Mittelpunkt stehen die enge Zusammenarbeit mit unseren Engineering- und Designteams sowie Objektive aus eigener Fertigung. Anhand verschiedener Anwendungen demonstrieren wir, wie leistungsfähig und vielseitig diese Systeme sind, auch unter extremen Umweltbedingungen. Besucher erhalten so einen konkreten Einblick in die Möglichkeiten kundenspezifischer Optikentwicklung. Auf der Vision möchten wir nicht nur einzelne Produkte präsentieren, sondern zeigen, was durch die enge Zusammenarbeit zwischen unseren Kunden und unseren Engineering- und Designteams möglich wird: maßgeschneiderte optische Lösungen für anspruchsvollste Anwendungen.



Thomas Armspach-Young, Vision Solutions Engineer bei Edmund Optics

VISION
Halle 8, Stand C30



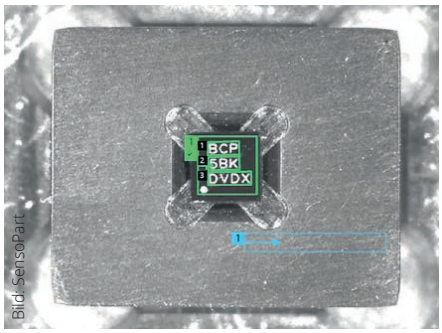


Bild: SensoPart

Code Reader mit KI-Texterkennung und Robotikintegration

Sensopart stellt mit der Softwareversion 2.14 für den Vision Sensor Visor Code Reader ein Update vor, das KI-gestützte Texterkennung und Robotikintegration erweitert. Kern ist ein neuer OCR-KI-Detektor, der mittels Deep Learning Texte und Codes auch bei geringem Kontrast, auf reflektierenden Oberflächen sowie bei variierenden Schriftarten, Größen und Layouts erkennt – inklusive gekrümmter oder gedrehter Beschriftungen. Für die Roboterführung bietet die Version zusätzliche Hand-Eye- und Base-Eye-Kalibrierungen für Scara- und Portalroboter, ergänzend zur bestehenden Unterstützung von 6-Achs-Robotern. Dies erleichtert die Inbetriebnahme bildverarbeitungsgestützter Hochgeschwindigkeits-Montageprozesse.

www.sensopart.de


Bild: Vision & Control

Bildverarbeitungslösungen für präzise Inspektionsaufgaben

Vision & Control präsentiert auf der Vision Lösungen für die Bildverarbeitung, bei denen Optik, Beleuchtung und Bildverarbeitung als abgestimmtes System ausgelegt sind. Ziel ist eine höhere Inspektionsgenauigkeit, Prozessstabilität und Effizienz in modernen Fertigungslinien. Zwei Live-Demonstrationen stehen im Mittelpunkt: Eine zeigt den Einsatz von Deep Learning für zuverlässige Fehlererkennung, insbesondere bei komplexen Oberflächenstrukturen und schwer klassifizierbaren Defekten. Die zweite Demonstration adressiert High-Speed-Vision und verdeutlicht, wie präzise Prüfungen bei sehr hohen Produktionsgeschwindigkeiten möglich sind.

www.vision-control.com

Auf der Vision • Halle 10, Stand B87

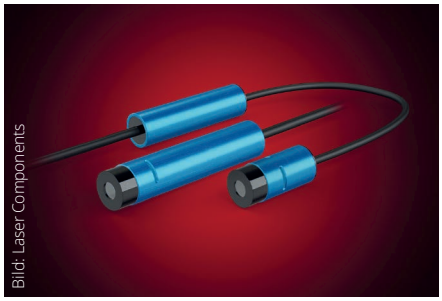

Bild: Wenglor

LED-Balkenbeleuchtung für hohe Taktzeiten

Wenglor stellt mit der High-Power-Balkenbeleuchtung LBF eine LED-Beleuchtung für industrielle Bildverarbeitung vor, die für hohe Taktzeiten und anspruchsvolle Umgebungen ausgelegt ist. Leistungsstarke LEDs und eine abgestimmte Optik erzeugen über große Breiten ein homogenes, schattenfreies Lichtbild, sodass feine Oberflächenstrukturen, geringe Abweichungen und kleine Defekte detektierbar werden. Mit bis zu 2,5 Mio. Lux bei 200 mm Arbeitsabstand und einer Anstiegszeit von 800 ns eignet sich die LBF für hochdynamische Anwendungen wie Scan-Tunnel, High-Speed-Sortierung und Dimensionsprüfungen. Kurze Lichtimpulse reduzieren Bewegungsunschärfe, der integrierte Controller ermöglicht eine präzise Synchronisation mit Kamerabelichtung und Fördergeschwindigkeit.

www.wenglor.com

Auf der Vision • Halle 8, Stand C61


Bild: Laser Components

Lasermodule für präzise Bildverarbeitung

Laser Components präsentiert mit den Flexpoint MV Gold HP- und MV Pulse HP-Modulen zwei Lasersysteme für industrielle Machine-Vision-Anwendungen. Beide Module sind auf hohe Messgenauigkeit und Inspektionsgeschwindigkeiten im 24/7-Betrieb ausgelegt, insbesondere unter rauen Außenbedingungen und bei hellem Umgebungslicht.

Das MV Gold HP erreicht Ausgangsleistungen bis 2.000 mW und verfügt über ein robustes Gehäuse mit integrierter Kühlung. Das Flexpoint MV Pulse HP bietet bis zu 1.000 mW Ausgangsleistung; eine werkseitig optimierte Abstimmung von Pulslänge und energieeffizientem Betrieb mit hoher Spitzenleistung bei passiver Kühlung. **www.lasercomponents.com**

Auf der Vision • Halle 10, Stand D15

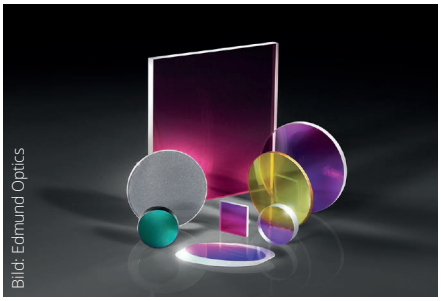

Bild: Teledyne Dalsa

Hochgeschwindigkeitszeilenkamera für lichtarme Inspektion

Teledyne Dalsa erweitert die Linea-HS2-Familie um eine 8k-Zeilenkamera mit rückseitig belichtetem 1-MHz-TDI-Sensor für Anwendungen mit sehr hohen Bandgeschwindigkeiten und geringen Lichtverhältnissen. Die Kamera bietet 5 µm Auflösung. Herzstück ist ein mehrzeiliger Charge-Domain-CMOS-BSI-TDI-Sensor mit optimierter Quanteneffizienz, verfügbar in 8k- und 16k-Varianten. Die Multi-Array-Architektur ermöglicht eine konfigurierbare Betriebsweise, etwa mit Fokus auf maximale Zeilenrate, erweiterten Dynamikbereich oder hohe Full-Well-Kapazität. So lässt sich das Signal-Rausch-Verhältnis an unterschiedliche Prüfaufgaben anpassen.

www.teledynedalsa.com

Auf der Vision • Halle 8, Stand B10


Bild: Edmund Optics

Breit einsetzbare optische Fenster für Industrie und Wissenschaft

Edmund Optics erweitert sein Lagerportfolio an optischen Fenstern und adressiert damit Anwendungen in Spektroskopie, Bildverarbeitung, Sensorik, Messtechnik und Lasersystemen. Es umfasst Substratmaterialien wie Saphir, Kalziumfluorid, Zinkselenid und Quarzglas in unterschiedlichen Größen, Dicken, Präzisionsstufen und Beschichtungen für den UV-, sichtbaren und IR-Bereich. Spezialisierte Varianten wie ITO-beschichtete Fenster zur EMI-Abschirmung, hydrophobe Fenster für Outdoor- und Fernerkundungsanwendungen sowie ultradünne Fenster für SWaP-optimierte Systeme ergänzen das Angebot.

www.edmundoptics.de

Auf der Vision • Halle 8, Stand C30

INNENTITEL

inspect
WORLD OF VISION

Von der Prüfaufgabe zur fertigen KI-Lösung an einem einzigen Tag



Denkweit zeigt, wie Mitarbeitende ihr Qualitätswissen direkt in eine trainierbare Vision AI überführen – ganz ohne Programmierung. Neue Bauteile, Varianten und Fehlerbilder lassen sich so schnell und flexibel in der Produktion prüfen.

DENKWEIT

Neue Prüfaufgabe am Morgen, eine trainierte Vision AI am Nachmittag

Industrielle Qualitätsprüfung innerhalb eines Tages umsetzen

Neue Bauteile, Varianten und Fehlerbilder erfordern häufig eine aufwendige Anpassung der Bildverarbeitung. Trainierbare Vision AI überführt das Qualitätswissen der Mitarbeitenden direkt in die Anwendung und ermöglicht es, visuelle Prüfaufgaben schnell unter realen Produktionsbedingungen umzusetzen.



Der optimale Ablauf sieht laut Denkweit so aus: Mitarbeiter nehmen am Morgen Beispielbilder auf, markieren die relevanten Prüfobjekte und trainieren die Anwendung direkt an der realen Aufgabe. Erste Ergebnisse sind bereits am Nachmittag verfügbar und sind bereit zum Optimieren. Am Ende des Tages steht eine trainierte Vision AI zur Verfügung.

Ein neues Bauteil läuft an, die Oberfläche ist leicht verändert, eine Bohrung muss kontrolliert werden, kleine Beschädigungen sollen zuverlässig erkannt werden. Für die Produktion ist das Alltag. Für die Qualitätsprüfung bedeutet das in vielen Werken zusätzlichen Aufwand: Manuelle Kontrollen kosten Zeit und klassische Bildverarbeitung muss aufwendig angepasst werden: Regeln definieren, Parameter einstellen, Spezialisten einbinden, Setups testen, Ergebnisse nachjustieren. Denkweit zeigt, dass es anders geht, dass eine Bildanalyse-KI schnell trainiert und direkt im Werk an neue Bauteile und Bedingungen angepasst werden kann.

Das Unternehmen entwickelt seit dem Jahr 2018 eigene Vision-AI-Technologien für industrielle Bildverarbeitung. Die Positionierung dahinter ist klar: Denkweit arbeitet nicht „mit" KI, sondern macht KI. Die Technologie entsteht vollständig im eigenen Haus als Deep Tech „Made in Germany" entwickelt für reale Prüfaufgaben in der Produktion. Dieses technologische Fundament ist entscheidend. Denn nur wenn die zugrunde liegende KI leistungsfähig genug ist, kann die Anwendung für den Nutzer wirklich einfach werden.

Qualitätswissen wird zur Trainingsgrundlage

Was für Anwender einfach aussieht, ist im Hintergrund hochkomplex. Denkweit löst diese Komplexität dort, wo sie hingehört: in der Technologie. Die Prüferinnen und Prüfer im Werk müssen keine KI-Experten werden. Sie müssen keine Modelle konfigurieren, keine Parameter einstellen und keine technischen Setups durchlaufen. Sie bringen das ein, was sie ohnehin jeden Tag tun: Sie wissen, was ein Gutteil ist, was ein

Das Wichtigste kompakt

Vision AI macht die Qualitätsprüfung flexibler und effizienter: Mitarbeitende trainieren Prüfmodelle mit Beispielbildern und ihrem Prozesswissen, ohne komplexe Regeln zu programmieren. Neue Bauteile, Varianten und Fehlerbilder lassen sich schneller integrieren. Das reduziert manuellen Aufwand, Nacharbeit und Anpassungszeiten. Die zugrunde liegenden Vision-AI-Systeme entwickelt Denkweit vollständig selbst.

Schlechtteil ist und worauf es bei der Qualitätsbewertung ankommt.

Aus diesem Erfahrungswissen entsteht eine trainierbare Vision-AI-Anwendung. Statt lange Regelwerke zu programmieren, werden relevante Beispiele trainiert. Was soll erkannt werden? Welche Fehler sind kritisch? Welche Merkmale entscheiden über Gut oder Schlecht?

Ein typischer Ablauf beginnt deshalb mit einer konkreten Situation in der Produktion. Es gibt ein neues Bauteil, eine neue Fehlerklasse, Oberfläche, Variante oder Prozessschritt, der geprüft werden soll. Die Mitarbeiter nehmen am Morgen Beispielbilder auf, markieren die relevanten Prüfobjekte und trainieren die Anwendung direkt an der realen Aufgabe. Die Vision AI lernt anhand dieser Beispiele, worauf es ankommt. Erste Ergebnisse lassen sich bereits am Nachmittag prüfen, ergänzen und verbessern. Aus der Fragestellung am Morgen wird so im Laufe des Tages eine trainierte Vision AI.

Wenn Prüferinnen und Prüfer ihre Sichtprüfung selbst trainieren können

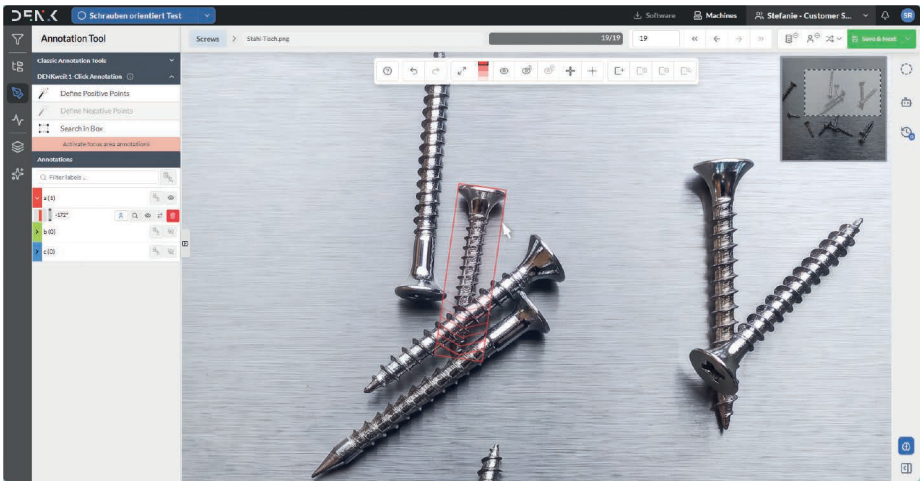
Der Unterschied zur klassischen Bildverarbeitung ist für Anwender unmittelbar spürbar. Wo früher Spezialwissen, lange Abstimmungen und aufwendige Parametrierung notwendig waren, entsteht ein direkterer Zugang. Prüfaufgaben können von den Menschen trainiert werden, die den Prozess am besten kennen. Das macht Vision AI nicht nur technologisch interessant, sondern vor allem wirtschaftlich relevant. Neue Produkte, kleinere Losgrößen, mehr Varianten und steigende Qualitätsanforderungen lassen sich besser beherrschen, wenn die Prüfung nicht jedes Mal zu einem umfangreichen Projekt wird.

Dabei bedeutet einfache Bedienung nicht, dass Kunden allein gelassen werden. Im Gegenteil: Die enge Begleitung von Anfang bis Ende ist ein zentraler Bestandteil des Ansatzes.

Die passende Vision AI für jede Prüfaufgabe

Das Unternehmen unterstützt bereits bei der ersten Einschätzung einer Prüfaufgabe und berät, welche Technologie am besten passt. Geht es darum, bestimmte Objekte oder Bereiche zuverlässig zu erkennen, kann Objekterkennung die richtige Wahl sein. Müssen feine Defekte, Konturen oder Flächen präzise lokalisiert werden, kommt Segmentierung infrage. Soll ein Teil als gut oder schlecht bewertet werden, kann Klassifikation die passende Lösung sein.

Diese Auswahl ist entscheidend, denn nicht jede Prüfaufgabe braucht dieselbe Technologie. Denkweit beginnt deshalb nicht mit einem Standardprodukt, sondern mit der Anwendung. Die Technologien sind auch



Die einzelnen Prüfaufgaben werden von den Menschen vor Ort trainiert, da sie den Prozess am besten kennen.

Branchenunabhängig einsetzbar, ganz gleich was und wo visuell geprüft werden muss. Was soll im Prozess erreicht werden? Welche Qualitätsentscheidung muss getroffen werden? Welche Fehler verursachen Ausschuss, Nacharbeit oder Reklamationen? Erst danach wird entschieden, welcher Vision-AI-Ansatz den größten Nutzen bringt.

Die KI-Experten begleiten den Anwender bei der Machbarkeit, beim Training, bei der Bewertung der Ergebnisse bis zur Integration in bestehende Prozesse. Kurz gesagt: Die Technologie ist einfach zugänglich, das Projekt wird aber professionell begleitet.

Gerade in der industriellen Qualitätsprüfung ist diese Kombination entscheidend. Viele Unternehmen kennen den Bedarf an Automatisierung, scheuen aber den Einstieg, weil sie große Datenmengen, lange Projektlaufzeiten oder internes Spezialwissen erwarten. Denkweit senkt diese Einstiegshürde. Die Vision AI ist darauf ausgelegt, schnell nutzbar zu werden und sich an reale Produktionsbedingungen anzupassen. Die Prüferinnen und Prüfer im Werk bleiben dabei nicht außen vor. Im Gegenteil: Ihr Qualitätswissen wird zur Grundlage der KI.

Damit verändert sich auch die Rolle der industriellen Bildverarbeitung. Sie ist nicht mehr nur ein spezialisiertes Expertensystem, sondern ein flexibles Werkzeug für Qualitätssicherung und Produktion. Produktionsverantwortliche können schneller auf neue Anforderungen reagieren, Qualitätsabteilungen können Prüfaufgaben effizienter standardisieren, Unternehmen können Sichtprüfungen wirtschaftlicher automatisieren, auch wenn sich Produkte, Materialien oder Fehlerbilder verändern. Wenn Bilder vorhanden sind und Qualitätswissen im Werk verfügbar ist (der Mitarbeiter mit dem Produktwissen), kann aus einer Herausforderung am Morgen eine trainierte Vision AI am Nachmittag werden.

Denkweit verbindet dafür drei Dinge, die in der Praxis zusammengehören: 1. Fokus auf eigene Deep-Tech-Entwicklung, 2. einfacher Zugang für Anwender im Werk und 3. persönliche Begleitung bis zur Integration.

KI auf der Vision

Auf der Vision zeigt das Unternehmen, wie schnell aus einer konkreten Prüfaufgabe eine trainierte Vision-AI-Anwendung entstehen kann. Besucherinnen und Besucher sind eingeladen, eigene Anwendungsfälle mitzubringen und direkt mit dem Team vor Ort zu besprechen. Welche Prüfaufgabe lässt sich automatisieren? Welche Technologie passt am besten? Wie schnell kann ein erster Ansatz entstehen? Wie einfach kann Vision AI im eigenen Werk tatsächlich genutzt werden? Die Erfahrung hat das Unternehmen aus zahlreichen Kundenprojekten – von der Automatisierung einzelner Prüfanlagen (zum Beispiel bei Schüller Küchen und Saint-Gobain Weber) bis zur Integration in komplexe, mehrschrittige Inspektionssysteme (zum Beispiel bei Seco und Xactools).

VISION
Halle 10, Stand E70.4

AUTORIN
Stefanie Radins
Fachautorin für industrielle Vision AI
bei Denkweit

KONTAKT
Denkweit GmbH, Halle
Tel.: +49 345 57028686
E-Mail: info@denkweit.com
www.denkweit.com

alle Bilder: Denkweit

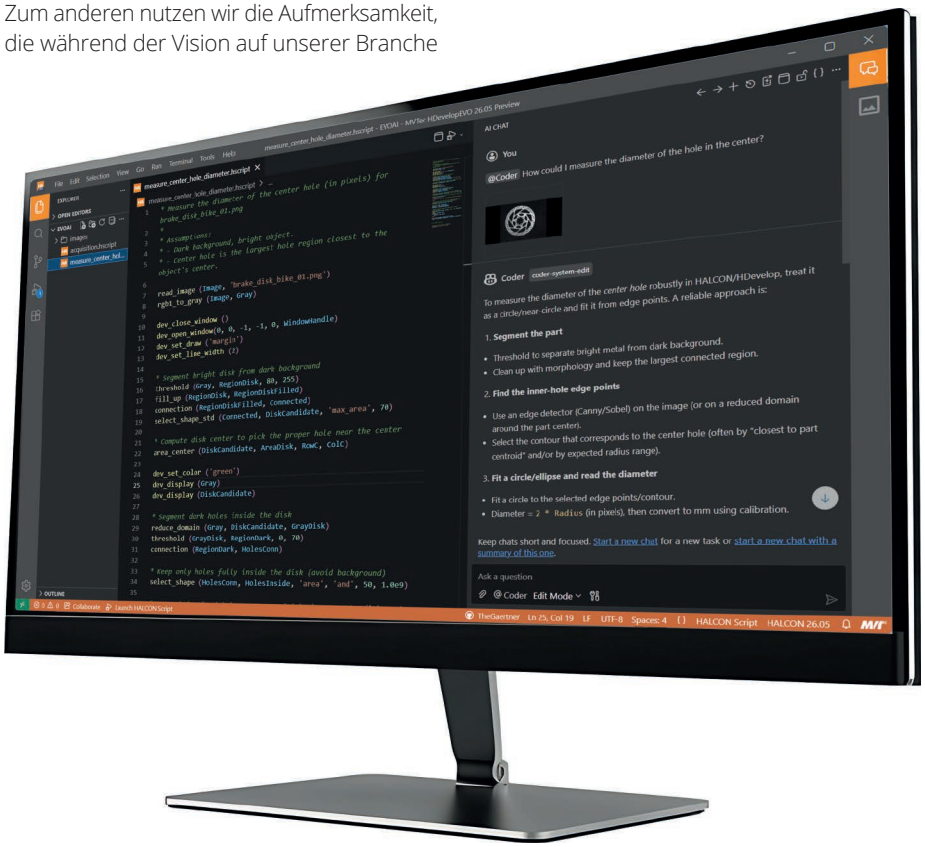
KI rückt in die Applikationsentwicklung vor

Interview mit Dr. Maximilian Lückenhaus, Director Marketing + Business Development

KI verarbeitet künftig nicht nur Bilddaten, sondern unterstützt bereits beim Aufbau industrieller Vision-Applikationen. Im Interview erklärt Dr. Maximilian Lückenhaus, wie spezialisierte Wissensbasen, automatisierte Codegenerierung und iterative Validierung den Entwicklungsprozess verändern.

inspect: MVTec zeigt den AI Vision Solver als Prototyp auf der Vision. Wie weit ist die Entwicklung aktuell fortgeschritten?
Dr. Maximilian Lückenhaus: Der AI Vision Solver ist derzeit ein Prototyp, mit dem wir auf der Vision erstmals zeigen, wie KI-Agenten künftig die Entwicklung von Machine-Vision-Anwendungen unterstützen können. Auf dem Messestand können wir bereits konkret demonstrieren, wie die Machine-Vision-Aufgaben Codelesen, Matching und Zeichenlesen mithilfe des Solvers umgesetzt werden können. Die technische Grundlage dafür bildet HDevelop EVO, unsere neue integrierte Entwicklungsumgebung für Halcon. HDevelop EVO soll die bisherige IDE ab 2027 schrittweise ersetzen. Die Messepräsentation dient zwei Zielen: Zum einen wollen wir die Technologie mit Anwendern diskutieren und daraus Anforderungen für die weitere Entwicklung ableiten. Zum anderen nutzen wir die Aufmerksamkeit, die während der Vision auf unserer Branche liegt, um zu zeigen, in welche Richtung sich die industrielle Bildverarbeitung unserer Meinung nach entwickeln wird.

Der Solver nutzt die Halcon-Bibliothek als Wissensbasis und führt Aufgaben per Prompt in HDevelop EVO aus. Welche Rolle spielen die KI-Agenten dabei konkret? Übernehmen sie die Auswahl der Operatoren, die Parametrierung und auch die Validierung der Ergebnisse?
Genau so kann man es sich vorstellen. Der Entwickler beschreibt seine Aufgabe zunächst in natürlicher Sprache, so, wie er es von der Interaktion mit Large Language Models kennt. Der KI-Agent interpretiert diese Aufgabenstellung und leitet daraus einen passenden Bildverarbeitungs-Workflow ab. Dazu wählt er geeignete Halcon-Operatoren aus und erstellt die Anwendung automatisiert in HDevelop EVO.



Künftig sollen KI-Agenten den Anwendungsentwicklern kräftig unter die Arme greifen. Wie das funktionieren könnte, zeigt MVTec auf der Vision.

Entscheidend ist, dass die Lösung nicht allein auf dem allgemeinen Wissen eines Sprachmodells basiert. MVTec bringt jahrzehntelange Erfahrung in der industriellen Bildverarbeitung in Form von hinterlegten Anwendungsbeispielen und bewährten Lösungswegen ein. Auf dieser Grundlage kann der Agent gezielter entscheiden, welche Operatoren und welche Vorgehensweise für die jeweilige Aufgabe geeignet sind. Grundsätzlich können verschiedene Large Language Models, beispielsweise von Open AI oder Anthropic, als Agenten eingebunden werden. Im Prototyp sind bereits etliche Voreinstellung enthalten, die einen Großteil von Standardfällen abdecken. Unsere Botschaft von MVTec ist aber: Die endgültige Bewertung der Ergebnisse bleibt beim Nutzer. Dieser ist weiterhin verantwortlich für den Erfolg des Projekts.

Sie sprechen von einer „nächsten Schwelle" durch KI-Agenten neben klassischen KI-Algorithmen. Worin unterscheidet sich Ihr agentenbasierter Ansatz technisch von bisherigen KI-Funktionen Ihrer Software?
Wir setzen bereits seit 2016 auf künstliche Intelligenz – genauer gesagt auf Deep-Learning-Methoden. Diese kommen in der Bildverarbeitung zum Einsatz und haben sich dort umfassend bewährt. Ich lehne mich sicher nicht zu weit aus dem Fenster, wenn ich sage, dass Deep-Learning-Verfahren unserer Branche einen gewaltigen Schub verliehen haben. Denn sie können Aufgaben lösen, die zuvor schlicht nicht automatisierbar waren, zum Beispiel, weil Objekte wie in der Lebensmittelproduktion zu große Varianzen aufweisen oder gewisse Fehler erst innerhalb der Produktion auftreten und vorab nicht modelliert werden können. Hier helfen Deep-Learning-Technologien wie Anomaly Detection, Klassifikation, KI-basierte Objekterkennung, Segmentierung sowie das Lesen von Zeichen und Codes. Die KI ist damit ein Bestandteil der Bildverarbeitung innerhalb der eigentlichen Anwendung.

Beim agentenbasierten Ansatz kommt KI bereits eine Stufe früher zum Einsatz: nämlich schon bei der Entwicklung dieser Anwendung. Der Agent analysiert die Aufgabenstellung, strukturiert den Lösungsweg, wählt geeignete Operatoren aus und erzeugt daraus einen ausführbaren Workflow. Der Entwicklungsschritt besteht somit darin, dass KI nicht mehr nur

Bilddaten verarbeitet, sondern den Anwender beim Aufbau der gesamten Machine-Vision-Applikation unterstützt. Das kann Entwicklungszeiten verkürzen und den Zugang zu leistungsfähiger Bildverarbeitung erleichtern.

Ein erklärtes Ziel ist es, den Einstieg in die industrielle Bildverarbeitung auch für Nicht-Experten zu erleichtern. Wie stellen Sie sicher, dass die vom Agenten generierten Lösungen den Anforderungen der Industrie genügen, insbesondere im Hinblick auf die Zuverlässigkeit?
Das ist ein wichtiger Punkt. Schließlich sind Zuverlässigkeit und Robustheit neben der Geschwindigkeit die entscheidenden Kriterien in der industriellen Bildverarbeitung. Entsprechend haben wir Vorsorge getroffen. Der vielleicht wichtigste Punkt in diesem Zusammenhang ist, dass wir die KI mit dem praktischen Wissen zusammenbringen, das wir bei MVTec in den vergangenen drei Jahrzehnten aufgebaut haben. Deshalb greifen die Agenten auf die Halcon-Bibliothek sowie auf von MVTec bereitgestellte Beispiele und bewährte Lösungsansätze zurück. Unsere Entwicklungsumgebung umfasst bereits heute Werkzeuge, die die Validierung des generierten Codes durch LLMs möglich machen. Beispielsweise werden syntaktische Fehler oder Halluzinationen erkannt und an den KI-Agenten zurückgespielt. Dadurch kann der Agent seine Ergebnisse iterativ verbessern und sicherstellen, dass die erstellten Skripte ausführbar und funktional sind.

Wie verändert sich aus Ihrer Sicht die Rolle des Entwicklers, wenn KI-Agenten Teile des Entwicklungsprozesses übernehmen? Welche Kompetenzen bleiben unverzichtbar?
Die Rolle des Entwicklers wird sich stärker von der manuellen Erstellung einzelner Verarbeitungsschritte hin zur Definition, Bewertung und Optimierung der Gesamtanwendung verschieben. Statt jeden Operator selbst auszuwählen und jeden Programmabschnitt vollständig manuell zu erstellen, beschreibt der Entwickler zunehmend das Ziel und die Anforderungen der Anwendung. Der Agent erstellt daraus einen funktionsfähigen Workflow. Der Entwickler bewertet anschließend, ob dieser Workflow die Anforderungen des Produktionsprozesses erfüllt, und passt ihn bei Bedarf an.

Unverzichtbar bleiben das Verständnis des industriellen Prozesses, die Bewertung der Bildqualität und der Aufnahmebedingungen sowie die Fähigkeit, die Robustheit und Zuverlässigkeit einer Anwendung zu beurteilen. Auch Kenntnisse über Optik, Beleuchtung, Kameratechnik und die Integration in Automatisierungsumgebungen bleiben relevant. Mit anderen Worten: Der Agent reduziert den Entwicklungsaufwand, übernimmt aber nicht die Verantwortung für die industrielle Gesamtanwendung.

Welche nächsten Entwicklungsschritte sind für den AI Vision Solver geplant?
Der AI Vision Solver basiert technologisch auf unserer neuen integrierten Entwicklungsumgebung HDevelop EVO. Sie wird derzeit entwickelt und soll ab 2027 schrittweise ausgerollt und kontinuierlich um neue Funktionen erweitert werden. Für den AI Vision Solver sollen die auf der Vision gezeigten Anwendungsfälle weiterentwickelt und auf zusätzliche Machine-Vision-Aufgaben übertragen werden. Zudem werden wir untersuchen, wie unterschiedliche Large Language Models eingebunden und wie das spezialisierte Halcon-Wissen noch systematischer für die automatisierte Anwendungserstellung genutzt werden kann.

Was zeigt MVTec außerdem auf der Vision?
Künstliche Intelligenz bildet den Schwerpunkt unseres Messeauftritts. Wir wollen die unterschiedlichen Facetten aufzeigen, die KI mittlerweile in unserer Branche abdeckt. Ein solches Thema mit Bezug zu KI ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit. Damit KI-Anwendungen die erforderliche Performance erreichen, bietet es sich an, KI-Beschleuniger einzusetzen. An unserem Messestand zeigen wir, dass wir als Hardware-unabhängiger Software-Hersteller mit verschiedenen Anbietern von KI-Beschleunigern wie Qualcomm, Nvidia, Intel und AMD zusammenarbeiten. Zudem wird die Cybersicherheit immer wichtiger. Wir schaffen auf der Vision Raum, um über den Cyber Resilience Act der EU und die Sicherheitsvorkehrungen der MVTec-Software-Produkte zu sprechen, die wir für unsere weltweit tätigen Kunden anbieten. Der größte Bereich ist aber natürlich die Bildverarbeitung. Wie gewohnt zeigen wir die neuen Funktionen und Anwendungsmöglichkeiten von Halcon, Merlic und dem Deep Learning Tool.

VISION
Halle 8, Stand C56

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
MVTec Software GmbH, München
Tel.: +49 89 4576950
E-Mail: sales@mvtec.com
www.mvtec.com

alle Bilder: MVTec



Wenn jeder Handgriff sitzt

Automatisches Assistenzsystem für manuelle Prozesse

Arbeitsanweisungen anzeigen, Handgriffe in Echtzeit prüfen und Prozessdaten lückenlos erfassen: Ein kamerabasiertes Assistenzsystem verbindet Werkerführung und Qualitätskontrolle. Wie zuverlässig das gelingt, entscheidet sich am Zusammenspiel von Kamera und Software.

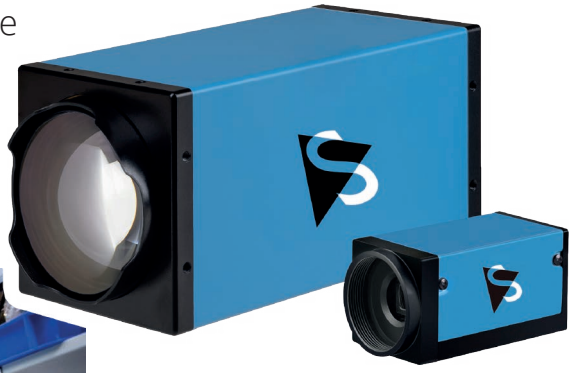




Bild: Optimum

Der Schlaue Klaus ist ein kamerabasiertes Werkerassistenzsystem für die manuelle Fertigung. Es führt Mitarbeitende mit digitalen Arbeitsanweisungen Schritt für Schritt durch den Prozess und prüft per Kamera in Echtzeit, ob jeder Handgriff korrekt ausgeführt wurde.

Manuelle Arbeitsplätze sind in vielen Werken die letzten weißen Flecken der Digitalisierung. Genau hier setzt das Assistenzsystem „Der Schlaue Klaus" von Optimum Datamanagement Solutions an: Es prüft Bauteile per Kamera in Echtzeit, führt den Werker durch den Arbeitsschritt und dokumentiert jeden Handgriff. Die Kameratechnik liefert The Imaging Source (TIS). Seit 2022 arbeiten beide Unternehmen strukturiert zusammen – und die Zusammenarbeit begann aus einer sehr praktischen Not heraus.

Aus einem Lieferengpass wurde eine Partnerschaft

Der ursprüngliche Anlass für die Kooperation war, dass ein Wettbewerber nicht lieferfähig war. „TIS ist im Markt herausgestochen, weil es trotz Elektronikengpass liefern konnte", sagt Wolfgang Mahanty, Geschäftsführer von Optimum – konkret mit einer 20-Megapixel-Kamera mit Global Shutter. Gerade in Zeiten instabiler Lieferketten habe sich der Kamerahersteller durch eine vorausschauende Lagerhaltung und ein unkompliziertes Aufstocken kritischer Bauteile ausgezeichnet. Hinzu kam ein technisches Alleinstellungsmerkmal: „Ebenso hat TIS mit seiner GenICam-konformen Zoom- und Autofokus-Kamera ein absolutes Alleinstellungsmerkmal am Markt, welches dem Schlauen Klaus hilft, noch variabler einsetzbar zu sein", so Mahanty.

Am Anfang standen zwei Anforderungen im Vordergrund: Auflösung und Zuverlässigkeit. Nicht-europäische Alternativen wurden getestet, schnitten aber nicht gut ab. Ausschlaggebend war zudem die Betreuung an der Schnittstelle – ein schneller und technisch fundierter Support bei Hardware, Software und SDK.

Warum es nicht allein auf den Sensor ankommt

Die Standardkamera im Schlauen Klaus ist eine 20-Megapixel-Kamera mit Global Shutter, die mit ständig wechselnden Lichtverhältnissen zurechtkommen muss. Dass die Sensoren im Markt weitgehend baugleich sind, ist kein Widerspruch, sondern das eigentliche Argument: „Generell nutzen alle Hersteller die gleichen Sensoren, aber TIS versteht sich hervorragend in technischem Support, Software und SDK. Konkret heißt es, dass TIS das Zusammenspiel aus GenTL Producer, seinem SDK Imaging Control 4 und der Kamera perfekt versteht", sagt Andreas Kolb, Head of Sales bei The Imaging Source.

Entscheidend ist außerdem, dass Kamera und Objektiv exakt aufeinander abgestimmt sind. Im Projektverlauf zeigte sich der Bedarf an einem flexiblen Sichtfeld und variablen Abständen. „Diese erfüllt die Zoom-Kamera von TIS perfekt, da diese über ein integriertes Objektiv mit 20-fachem optischem Zoom, Autofokus und Autoiris verfügt und damit allein im Markt ist", so Kolb. Die technische Abstimmung zwischen Kamera-Hardware, Optik und der Software-Pipeline ist eng: Man spricht sich intensiv zum Potenzial der Kameras und zu Embedded-Vision-Systemen im Sinne des Smart-Kamera-Gedankens ab. „Problemlösungskompetenz seitens TIS mit MVTec und hohe technische Kompetenz zu Halcon helfen bei gemeinsamen Entwicklungen", erklärt Mahanty. Optimum nutzt dabei verstärkt die Bildaufbereitungskompetenz des Partners, der zugleich Value-Added-Reseller von MVTec ist.

Was produzierende Unternehmen heute umtreibt

Die Fragestellungen, mit denen produzierende Unternehmen auf Optimum zukommen, lassen sich auf einige Kernthemen verdichten: kleine Losgrößen bei hoher Variantenvielfalt („Low Volume – High Mix"), Fachkräftemangel und die Digitalisierung des manuellen Shopfloors – inklusive Rückverfolgbarkeit auf Chargenebene sowie digitalem Zwilling und digitalem Schatten als Abbild des Prozesses. Der Nutzen des Systems wird hier greifbar: „Indem ich einen Prozess zwangsführe und anleite, kann nur noch 100 Prozent Qualität herauskommen", beschreibt Mahanty den Ansatz. Der große Vorteil sei, dass sich Arbeitsanweisungen bereits automatisiert an den Platz schicken lassen, jedes Produkt injeder Variante dokumentiert gefertigt und in Echtzeit automatisiert zurückgebucht wird. „Damit ist 100 Prozent Rückverfolgbarkeit per Bild möglich und eine Betriebsdatenerfassung (BDE) in der manuellen Fertigung; eine Produktivitätssteigerung von typisch 20 prozent wird erreicht", ergänzt Mahanty.

Die Anforderungen unterscheiden sich dabei von Branche zu Branche – etwa in der Objektgröße mit Unterschieden von bis zu 0,3 Millimetern, in der Art der Bauteile und in der Innovationskraft des jeweiligen Felds. Hier spielt die Zoom-Kamera in Kombination mit der Pan-Tilt-Funktion des Schlauen Klaus ihre Stärke aus. Möglich ist auch der Einbau mehrerer Kameras: Bei einem Zulieferer eines großen Premiumherstellers prüfen und

Technik im Detail

Der Schlaue Klaus

Der Schlaue Klaus ist ein kamerabasiertes Werkerassistenzsystem für die manuelle Fertigung. Es führt Mitarbeitende mit digitalen Arbeitsanweisungen Schritt für Schritt durch den Prozess und prüft per Kamera in Echtzeit, ob jeder Handgriff korrekt ausgeführt wurde. So lassen sich Fehler sofort korrigieren, bevor sie in nachgelagerte Prozesse gelangen.

Die Auswertung kombiniert deterministische Algorithmen mit KI, die Führung erfolgt audiovisuell und sprachunabhängig, teils per AR-Projektion. Als Standardkamera dient eine 20-Megapixel-Kamera mit Global Shutter von The Imaging Source.

Das modulare System deckt die gesamte Wertschöpfungskette ab – von der Wareneingangskontrolle über Identifikation, THT-Bestückung und Montage bis zur optischen Inspektion. Das ermöglicht eine lückenlose Rückverfolgbarkeit sowie eine automatische Betriebsdatenerfassung (BDE).

dokumentieren acht Kameras 45 Merkmale an einem Kotflügel in Sekunden.

Integration: Vertrauen als härteste Anforderung

Damit ein Assistenzsystem in eine bestehende Fertigungslinie passt, muss es unterschiedliche Komplexitätsgrade abbilden. Gefragt sind Schnittstellen zu ERP und MES ebenso wie Anbindungen über I/O, SPS, JSON, MQTT und OPC UA an verschiedene Aktoren – vom Schrauber über Halter und Fixierer bis zum Cobot. Zwischen parametergenauer, zuverlässiger Einstellung und KI verläuft dabei eine wichtige Linie: „Großes Unterscheidungsmerkmal ist die Zuverlässigkeit, weil am Ende muss der Werker und Kunde dem Assistenzsystem vertrauen können“, sagt Kolb – einer möglichen KI-Halluzination werde bewusst vorgebeugt.

Unternehmen, die den Einstieg in die kamerabasierte Werkerassistenz erwägen, rät Optimum-Geschäftsführer Mahanty vor allem zu Sorgfalt bei der Werkzeugauswahl: „Dass Sie ein Tool finden, das die Komplexität Ihrer Fertigung abbildet.“ Viele Kunden hätten bei früheren Vision-Projekten schlechte Erfahrungen gemacht, weshalb eine gründliche Projektplanung – etwa mit Blick auf Lichtsituation, Vibrationen und Fertigungstoleranzen – nötig sei. Toleranzen ließen sich in der Einstellung des Systems berücksichtigen und würden durch den Schlauen Klaus überhaupt erst sichtbar. Wichtig seien adaptierbare und flexible Möglichkeiten, den Kunden in allen Bereichen zu unterstützen – vom Einlernen über die Bedienung bis zu Inbetriebnahme und Prozessunterstützung. Und schließlich sollten Unternehmen die neu gewonnenen Prozessdaten nutzen, um daraus einen eigenen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) für ihre manuelle Fertigung aufzusetzen.

Vom Demovideo bis zur Serienbetreuung

Ein typisches Projekt folgt einem klaren Ablauf: Auf die Anfrage folgen die Prüfung der Machbarkeit und deren Nachweis mit einem Demovideo. Anschließend klärt ein Besuch bei Optimum die technischen Rahmenbedingungen, bevor die verschiedenen Kauf- und Mietmodelle inklusive Schulung und Inbetriebnahme beim Kunden vorgestellt werden. Den Abschluss bildet die Betreuung des Produktionsanlaufs – vor Ort und online. Für die Anwender bietet Optimum Schnittstellen für MES und ERP, etwa zu SAP und ITAC, und arbeitet dabei eng mit den Kunden zusammen. Die Integrationsaufwände fallen von Fall zu Fall unterschiedlich aus; unterstützt wird das Projekt bei Bedarf durch Partner im Sondermaschinenbau und in der Arbeitsplatzergonomie, etwa mit Cardboard Engineering, 3D-Planungstools und der Integration von Cobots und Robotern.

Ausblick: Das Produkt sucht sich seinen Weg

Weitere gemeinsame Entwicklungsschritte sind geplant – vertrieblich wie technologisch, wobei Embedded Vision eine maßgebliche Rolle spielen wird. Wie in einer guten Partnerschaft üblich, profitiere man vom Know-how des jeweils anderen. Der Blick nach vorn fällt eindeutig aus: Die Fertigung der Zukunft sei digital und teilautomatisiert, getrieben sowohl durch Daten als auch durch Produktionstechnik. Das Produkt suche sich künftig seinen Weg durch die Fertigung; der digitale Zwilling befähige es, seinen eigenen optimalen Produktionsweg selbst zu definieren.

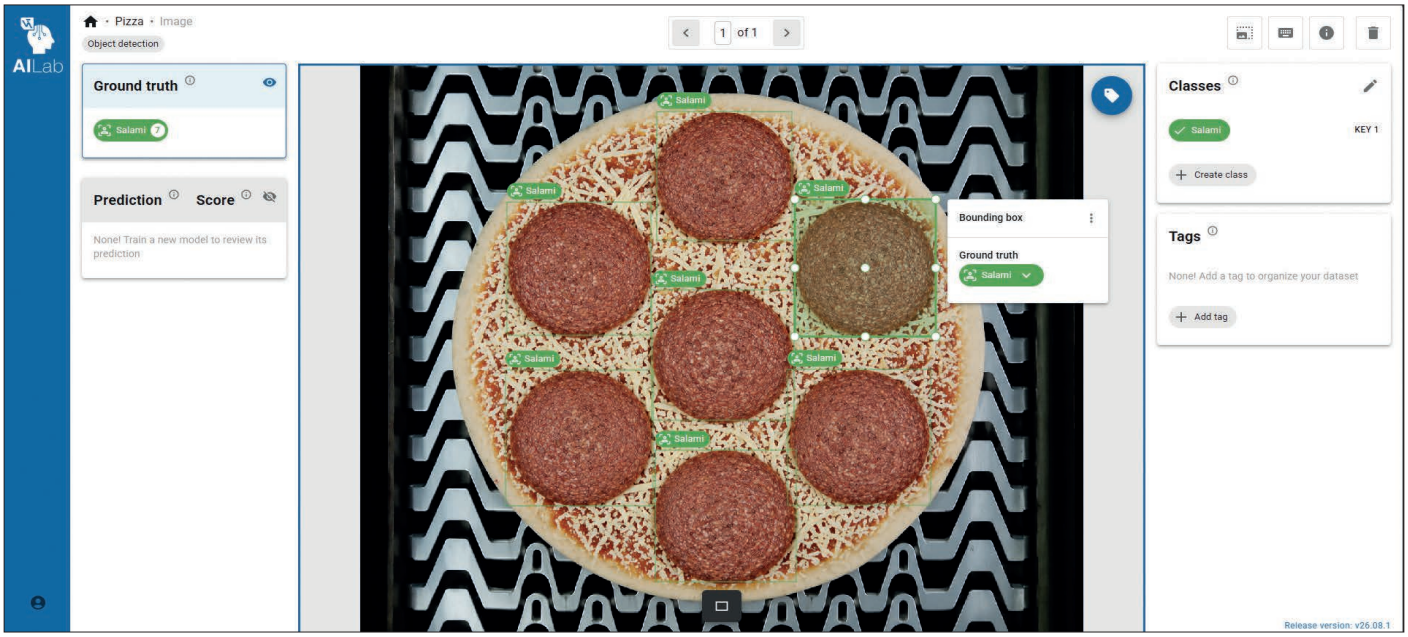
VISION
Halle 10, Stand E50

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
The Imaging Source Europe GmbH, Bremen
Tel.: +49 421 335910
E-Mail: sales-eu@theimagingsource.com
www.theimagingsource.com

Optimum Datamanagement Solutions GmbH, Karlsruhe
Tel.: +49 721 57044950
E-Mail: info@optimum-gmbh.de
www.optimum-gmbh.de





Automatisierte Qualitätskontrolle: Die Objekterkennung prüft eine Tiefkühlpizza auf die korrekte Anzahl an Salamischeiben.

.

Objekte lokalisieren und gleichzeitig klassifizieren

Objekterkennung für industrielle Zähl- und Vollständigkeitsprüfungen

Für Zähl- und Vollständigkeitsprüfungen müssen einzelne Objekte zuverlässig erkannt, lokalisiert und klassifiziert werden. Eine intuitiv bedienbare Trainingsumgebung macht diese anspruchsvolle Form der Bildverarbeitung auch ohne tiefgehende KI-Kenntnisse zugänglich.

Die Objekterkennung zählt zu den anspruchsvolleren Aufgaben der industriellen Bildverarbeitung. Im Unterschied zur reinen Klassifikation müssen einzelne Objekte in einem Bild lokalisiert und gleichzeitig einer Klasse zugeordnet werden. Für Anwendende mit wenig KI-Erfahrung war dies bislang häufig mit einem hohen Einarbeitungsaufwand verbunden. Genau hier setzt wenglor mit der Objekterkennung im AI Lab an: Ein Jahr nach dem Launch erweitert das Unternehmen die cloudbasierte Plattform um eine Funktion, mit der sich komplexe Zählaufgaben lösen lassen, ohne dass tiefgehendes KI-Fachwissen erforderlich ist.

Von der Klassifikation zur Objekterkennung

Das AI Lab unterstützte bisher nur die Multi-Class- und Multi-Label-Klassifikation. Bei der Multi-Class-Klassifikation wird ein Bild genau einer Klasse zugewiesen, beispielsweise „vollständig" oder „unvollständig". Die Multi-Label-Klassifikation ermöglicht es, einem Bild mehrere Klassen zuzuordnen. Beide Verfahren treffen jedoch keine Aussage darüber, wo sich ein bestimmtes Objekt befindet oder wie häufig es im Bild vorkommt. Diese räumliche Information ergänzt die Objekterkennung: Relevante Objekte werden lokalisiert, beim Annotieren mit Begrenzungsrahmen (sogenannten Bounding Boxes) gekennzeichnet und einer Klasse zugewiesen. So erlernt das Modell die Objektklasse und deren Position im Bild. Die Objekterkennung eignet sich damit unter anderem für Anwesenheits-, Zähl- und Vollständigkeitsprüfungen.

Einfache Bedienung trotz höherer Komplexität

Für die Objekterkennung wurde das Labeling-Tool um Bounding Boxes erweitert. Anwendende ziehen einen Begrenzungsrahmen um jedes relevante Objekt und ordnen ihm eine Klasse zu. Bei einer Tiefkühlpizza wird beispielsweise um jede einzelne Salamischeibe ein Rahmen gezogen und der Klasse „Salami" zugeordnet. Die Pizza selbst erhält in diesem Anwendungsfall keine eigene Box. Obwohl die Objekterkennung zusätzliche Arbeitsschritte erfordert, orientiert sich die erweiterte Benutzeroberfläche an den bereits bekannten Bedienmustern des AI Labs. Dadurch können auch Personen ohne Erfahrung mit vergleichbaren Werkzeugen schnell in das Labeling einsteigen. Die erzeugten Ground-Truth-Daten enthalten für jedes markierte Objekt die Klasse und seine Position im Bild und dienen dem Modell während des Trainings als Referenz.

Der Ablauf bleibt nah an den bereits verfügbaren Klassifikationsfunktionen: Zunächst werden Klassen definiert und anschließend die Objekte in den Trainingsbildern markiert. Darauf folgen das Training und die Überprüfung der Ergebnisse. Der zusätzliche Aufwand entsteht vor allem durch die objektgenaue Annotation: Befinden sich sieben Salamischeiben in einem Bild, müssen alle Instanzen nach denselben Regeln erfasst werden. Uneinheitlich gesetzte Rahmen können widersprüchliche Trainingsinformationen erzeugen.

Unkomplizierter Einstieg, verlässliche Ergebnisse

Bei der Entwicklung stand ein zentrales Anliegen im Vordergrund: Die Objekterkennung soll auch für Anwendende zugänglich sein, die bislang mit einfachen Edge-Geräten arbeiten und wenig Erfahrung mit komplexeren KI-Werkzeugen haben. Diese Zielgruppe soll sich nicht zunächst aufwendig in ein kompliziertes Tool einarbeiten müssen. Stattdessen soll die Objekterkennung im AI Lab genauso schnell nutzbar sein wie die bereits etablierten Funktionen. Die einfache Bedienung darf

dabei jedoch nicht zulasten der Ergebnisqualität gehen. Werden Modelle mit zu wenigen Bildern trainiert oder die Trainingsdaten nur oberflächlich gelabelt, können sie mit wechselnden Umgebungsbedingungen häufig nur unzureichend umgehen. Beim AI Lab wurde deshalb gezielt darauf geachtet, dass trotz der einfachen Bedienbarkeit stabile und robuste Modelle entstehen, die auch unter realen, wechselnden Produktionsbedingungen zuverlässig funktionieren. Der Einstieg gelingt dadurch schnell, und erste belastbare Ergebnisse liegen oft schon nach kurzer Zeit vor.

Datenqualität entscheidet über die Modellleistung

Die Bedienoberfläche erleichtert das Erstellen der Annotationen, ersetzt jedoch nicht die fachliche Bewertung der Daten durch den Anwendenden. Um ein belastbares Modell zu erhalten, sollten die Trainingsbilder die Bedingungen der späteren Anwendung so realistisch wie möglich darstellen. Dazu gehören etwa unterschiedliche Positionen, Beleuchtungssituationen, Hintergründe, zulässige Bauteilvarianten und typische Fehlerbilder. Auch teilweise verdeckte oder reflektierende Objekte können relevant sein. Werden solche Varianten nicht berücksichtigt oder Bounding Boxes inkonsistent gesetzt, kann die Modellleistung im realen Betrieb deutlich hinter den Ergebnissen aus dem Trainingsdatensatz zurückbleiben.

Ebenso wichtig ist eine saubere Trennung von Training, Validierung und abschließendem Test. Ergebnisse auf Bildern, die bereits für das Training verwendet wurden, erlauben keine belastbare Aussage über die spätere Anwendung. Aussagekräftiger ist ein unabhängiger Testsatz, der die erwartete Varianz abdeckt.

Training in der Cloud, Ausführung auf dem Gerät

Annotation, Training und Validierung finden im AI Lab in der Cloud statt. Dadurch ist für das rechenintensive Modelltraining keine eigene lokale Trainingsinfrastruktur erforderlich. Nach Abschluss des Trainings wird das Modell über Wehub in Univision übertragen und auf der Smartkamera B60 oder einem Machine Vision Controller der MVC-Serie ausgeführt. Im laufenden Betrieb erfolgt die Auswertung lokal; eine dauerhafte Verbindung zum AI Lab oder zum Internet ist dafür nicht notwendig.

Praxisbeispiel: Vollständigkeitsprüfung an einer Tiefkühlpizza

Wie sich die zusätzliche Ortsinformation nutzen lässt, verdeutlicht die Vollständigkeitsprüfung einer Tiefkühlpizza. Im Sollzustand befinden sich sieben Salamischeiben an den vorgesehenen Positionen auf der Pizza. Für das Training wird jede sichtbare Salamischeibe im Labeling-Tool als eigene Instanz annotiert. Im laufenden Betrieb nimmt die Smartkamera die Pizza auf. Das lokal ausgeführte Modell erkennt die Salamischeiben, ordnet sie der entsprechenden Klasse zu und lokalisiert sie mithilfe von Bounding Boxes. Aus den Erkennungsergebnissen kann die Prüfapplikation anschließend die Anzahl der Salamischeiben ermitteln und ihre Positionen mit definierten Prüfbereichen vergleichen.

In einem Fehlerfall ermittelt das System beispielsweise sechs statt der vorgesehenen sieben Salamischeiben und verknüpft damit das Kamerabild unmittelbar mit einem numerischen Ergebnis. Für eine Qualitätskontrolle genügt die reine Anzahl allerdings nicht in jedem Fall. Sollen auch falsch positionierte Salamischeiben erkannt werden, müssen die Objektkoordinaten mit den zulässigen Bereichen verglichen werden. Eine Orientierung oder Drehlage wird durch eine gewöhnliche Bounding Box nicht automatisch bestimmt.

Vom Modell zur belastbaren Prüfentscheidung

Die Objekterkennung erweitert das AI Lab um Anwendungen, bei denen Anzahl und Position einzelner Objekte entscheidend sind. Der durchgängige Workflow verbindet Datenverwaltung und Modelltraining in der Cloud mit der lokalen Ausführung in der Produktionsumgebung, wodurch die technische Einstiegshürde sinkt. Die Verantwortung für konsistente Annotationen und eine anwendungsbezogene Validierung bleibt jedoch bestehen. Für den Serieneinsatz sollten typische Gutteile und Schlechtteile sowie relevante Grenzfälle mithilfe unabhängiger Testdaten geprüft werden.

VISION
Halle 8, Stand C61

AUTOREN
Sandra Pliewischkies
Content Manager bei Wenglor
Patrick Schmidt
Product Manager bei Wenglor

KONTAKT
Wenglor Sensoric elektronische Geräte GmbH,
Tettnang
Tel.: +49 7542 53990
E-Mail: info@wenglor.com
www.wenglor.com

alle Bilder: Wenglor

FUJIFILM
Value from Innovation



MACHEN SIE IN SACHEN QUALITÄT BESSER KEINE HALBEN SACHEN.

Unsere leistungsstarken Optiken entstehen durch präzise Glasverarbeitung, herausragende Linsenvergütung, komplexe Anordnung der optischen Elemente und robustes mechanisches Design. Für kompromisslose Qualität in allen Anwendungsbereichen. Mehr Details auf www.fujifilm.com. Fujinon. Mehr sehen. Mehr wissen.

FUJINON


Bild: AHF

Spektralfilter für präzise industrielle Bildverarbeitung

AHF bietet ein breites Portfolio an Bandpass-, Kurzpass-, Langpass- und Multibandpassfiltern sowie Strahlteilern in verschiedenen Größen, Geometrien und Beschichtungssubstraten. Neben Standardprodukten sind kundenspezifische Designs in Klein- und Großserie möglich. Das Sortiment umfasst auch ultradünne (0,1–0,5 mm) und flexible Filter auf Polymerbasis, die sich für Anwendungen eignen, in denen Glasfilter an Grenzen stoßen. Ein interdisziplinäres Team unterstützt bei Auswahl und Spezifikation von Filterlösungen. Die Entwicklung profitiert von über 30 Jahren Erfahrung in OEM-Projekten und der Zusammenarbeit mit Anwendern aus Wissenschaft und Industrie.

www.ahf.de

Auf der Vision • Halle 10, Stand A70


Bild: AT Sensors

Integrierte Infrarot-Temperaturüberwachung

Die IRSX-2 von AT Sensors ist eine eigenständige Infrarotkamera zur kontinuierlichen Temperaturüberwachung beispielsweise bei der thermischen Inspektion elektronischer Baugruppen, der Brandfrüherkennung in Umspannwerken oder der Qualitätskontrolle von Kunststoffteilen. Die Kamera vereint Messung, Auswertung und Kommunikation in einem kompakten, für den Industrieeinsatz optimierten Gehäuse mit Schutzart IP67, M12-Anschlüssen und optionaler Freiblasvorrichtung. Temperaturdaten werden direkt in der Kamera verarbeitet und über Ethernet sowie IoT-Protokolle wie Modbus und Rest Api an Steuerungen und Visualisierungssysteme übertragen. Das App- und Job-Konzept mit Smart Processing App erlaubt mehrere Prüfpläne und Areas of Interest pro Kamera, ergänzt durch Lua-Scripting für individuelle Auswertungen. **www.at-sensors.com**

Auf der Vision • Halle 10, Stand E55

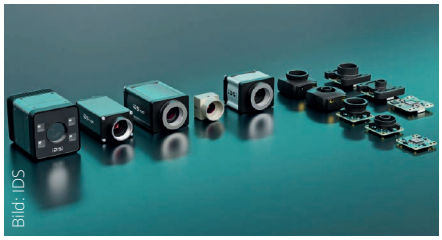


Bild: Baumer

Kompakte Industriekameras mit RF-Mount

Baumer erweitert seine Hochleistungskameraserie LX um Modelle mit einem RF-Anschluss, der von spiegellosen Canon-Systemen übernommen wurde. Der RF-Anschluss ist mechanisch und elektrisch vollständig integriert, wodurch externe Schnittstellen zur Objektivsteuerung, separate Stromversorgungen und zusätzliche Verkabelung entfallen. Die Kameras bieten Auflösungen von bis zu 65 Megapixeln bei 18 fps in Monochrom- und Farbvarianten mit Sensorformaten bis hin zu Vollformat. Die RF-Modelle sind etwa 20 Prozent kürzer als die Versionen mit EF-Anschluss. Blende und Fokus werden direkt über die Kamera mithilfe des Open Optics Camera Interface (Ooci) gesteuert. **www.baumer.com**

Auf der Vision • Halle 8, Stand D40


Bild: IDS

Neue Kameraplattformen und Computer-Vision-Komponenten

IDS präsentiert neue Kameraplattformen und Computer-Vision-Komponenten. Im Fokus stehen Ueye-Vision-Kameras als Basis zukünftiger 2D-Kameraserien mit höherer Performance, vereinfachter Integration und langfristiger Verfügbarkeit. Ergänzend zeigt das Unternehmen Weiterentwicklungen im Bereich eventbasierter Kameras in Zusammenarbeit mit Prophesee, insbesondere für hochdynamische Anwendungen wie Drohnen, AGVs und autonome Systeme. Im 3D-Bereich werden die ToF-Kamera Nion mit neuem RGB-Set zur synchronisierten Aufnahme von Farb- und Tiefendaten sowie eine neue Version der 3D-Kamera Ensenso N Serie gezeigt. Zudem erweitert IDS die Ueye live Monitoring-Kameras um KI-fähige Modelle für Bildverarbeitung an der Edge. **www.ids-imaging.de**

Auf der Vision • Halle 8, Stand C60


Bild: JAI

Bildverarbeitungslösungen für Machine-Vision-Anwendungen

JAI präsentiert ein breites Portfolio an Industriekameras und Bildgebungstechnologien für Inspektion, Sortierung und Prozessüberwachung. Das Sortiment umfasst Flächen- und Zeilenkameras mit prismenbasierter Farb- und Multispektralbildgebung, SWIR-Modelle mit einem Sensor, UV-Kameras sowie hochauflösende Lösungen für anspruchsvolle Anwendungen. Multispektralkameras der Serien „Fusion“ und „Sweep+“ kombinieren RGB- und Nahinfrarotdaten in einem Gerät und ermöglichen so die gleichzeitige Analyse von Farb- und Materialeigenschaften. UV- und SWIR-Kameras erweitern die Bildgebung auf zusätzliche Spektralbereiche und werden durch Funktionen wie thermoelektrische Kühlung für einen stabilen, rauscharmen Betrieb unterstützt. **www.jai.com**

Auf der Vision • Halle 10, Stand C18



Bild: Lucid

GigE-Vision-Kameras für spezielle Anwendungen

Lucid Vision Labs präsentiert GigE-Vision-Kameras für Hochgeschwindigkeits-, Low-Light- und 3D-Anwendungen. Die 8K-Zeilenkamera Triton 10 kombiniert 10GigE, GigE Vision 3.0 mit RDMA, Power over Ethernet und ein IP67-Gehäuse für Zeilenscan-Anwendungen wie optische Inspektion, Materialsortierung, Druck- und Oberflächenprüfung sowie Logistikautomatisierung. Die Triton2 TRT034S nutzt den Global-Shutter-CMOS-Sensor IMX900 von Sony mit höherer Empfindlichkeit im nahen Infrarotbereich für NIR-basierte Inspektionen und Erkennungsaufgaben, einschließlich Barcode-Lesung und Robotik. Weitere Triton- und Triton-10-Modelle mit Sony Starvis- und Starvis 2-Sensoren unterstützen GigE-, 2,5-GigE- und 10-GigE-Schnittstellen. **www.thinklucid.com**

Auf der Vision • Halle 10, Stand E40

INNENTITEL

inspect

WORLD OF VISION



Märzhäuser: Positioniertechnik im Wandel der Anforderungen

80 Jahre Positioniertechnik aus Wetzlar, rund 2.500 aktive Baugruppen, höchste Fertigungstiefe: Märzhäuser ist ein echter Hidden Champion. Geschäftsführer Andreas Löhr spricht im Interview über Präzision, neue Systeme und den Weg auf internationale Märkte.

MÄRZHÄUSER WETZLAR



80 Jahre Positioniertechnik aus Wetzlar

Interview mit Andreas Löhr, Geschäftsführer von Märzhäuser

Als mittelständischer Hersteller verbindet Märzhäuser jahrzehntelange Erfahrung in der Präzisionsmechanik mit Steuerungstechnik, Software und Robotik. Im Interview erläutert Geschäftsführer Andreas Löhr, warum Fertigungstiefe, anwendungsspezifische Lösungen und eine stärkere internationale Präsenz die weitere Entwicklung bestimmen werden. Er betont aber auch, dass sich Manches nie ändern wird.

inspect: Märzhäuser ist vielen in der Bildverarbeitung und optischen Messtechnik vielleicht noch kein Begriff, obwohl das Unternehmen seit Jahrzehnten am Markt ist. Wie würden Sie Märzhäuser jemandem vorstellen?

Andreas Löhr: Wir zählen sicherlich zu den klassischen Hidden Champions des deutschen Mittelstands, wobei wir es als unsere Aufgabe sehen, das „Hidden" künftig zu streichen. Mit dem „Champion" können wir uns schon heute gut identifizieren.

Märzhäuser ist ein ganzheitlicher Hersteller von Positioniersystemen. Eine unserer großen Stärken ist unsere sehr hohe Fertigungstiefe: Von der Entwicklung über die mechanische Fertigung und Montage bis hin zu Qualifizierung und Logistik bilden wir die gesamte Wertschöpfungskette im eigenen Haus ab.

Unsere Lösungen kommen vor allem dort zum Einsatz, wo höchste Präzision und Zuverlässigkeit gefragt sind, insbesondere in der optischen Industrie, der Mikroskopie sowie in der Materialanalyse und Messtechnik, um nur ein paar zu nennen.

Das Unternehmen wurde 1946 gegründet und ist bis heute familiengeführt. Was sind die Meilensteine in der 80-jährigen Unternehmensgeschichte?

Ich glaube, zunächst ist wichtig zu erwähnen, dass wir uns in vielen Dingen treu geblieben sind. Seit 80 Jahren verfolgen wir eine gesunde und kontinuierliche Wachstumsstrategie. Unser Spirit und unsere Werte haben sich natürlich mit der Zeit weiterentwickelt, gleichzeitig haben wir

Das Wichtigste kompakt

Seit 80 Jahren fertigt Märzhäuser in Wetzlar Positioniersysteme für Mikroskopie, Messtechnik und automatisierte Prozesse. Das Unternehmen verbindet Präzisionsmechanik mit Steuerungstechnik, Software und Robotik. Die Rolle von kundenspezifischen Gesamtlösungen wächst allerdings stetig. Neue Positioniersysteme sowie der Ausbau der internationalen Präsenz prägen die weitere Entwicklung des Unternehmens.

tatsächlich noch Produkte im Programm, deren Ursprung mittlerweile rund 50 Jahre zurückliegt.

Wichtige technologische Meilensteine waren sicherlich die Elektrifizierung unserer Positioniersysteme in den 70er Jahren, bei der Märzhäuser früh eine Vorreiterrolle eingenommen hat, sowie die Entwicklung eigener Steuerungen und der dazugehörigen Software ab den 2000er-Jahren.

Ein weiterer großer Schritt war ab 2014 der Einstieg in die Automatisierung und Robotik. Was damals ein neues Geschäftsfeld für uns war, trägt heute einen wesentlichen Teil zu unserem Umsatz bei. Und die nächsten technologischen Meilensteine sind bereits in Entwicklung.

Wie ist das Unternehmen heute aufgestellt?

Getreu dem Motto „Aus Wetzlar in die Welt" setzen wir konsequent auf unseren Standort in Wetzlar und werden diesen im kommenden Jahr weiter ausbauen. Die Erweiterung unseres bestehenden Firmengebäudes um weitere 3.600 m² ist bereits in finaler Planung. Gemeinsam mit unserer Tochtergesellschaft Märzhäuser Sensotech beschäftigen wir rund 230 Mitarbeiter in 15 Fachabteilungen. Die bereits angesprochene hohe Fertigungstiefe macht uns unabhängig, schnell und flexibel. Sie ermöglicht es uns, auch komplexe und kundenspezifische Anforderungen umzusetzen und gleichzeitig Qualität und Präzision über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg selbst in der Hand zu behalten.

Welche Bedeutung hat der Standort Wetzlar für Märzhäuser?

Wetzlar ist einer der wichtigsten Optikstandorte in Deutschland und bietet uns damit ein Umfeld, das hervorragend zu Märzhäuser passt. Über Jahrzehnte ist hier ein starkes Netzwerk aus Unternehmen, spezialisierten Zulieferern und entsprechendem Know-how entstanden, gerade auch in der Feinmechanik und Präzisionstechnik. Für uns bedeutet das kurze Wege und viel Expertise direkt vor der Haustür. Wir haben wichtige Kunden in unmittelbarer Nähe, gleichzeitig aber auch langjährige Lieferantenbeziehungen in der Region. Hinzu kommt der regelmäßige Austausch mit Unternehmen, die vor ähnlichen technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen stehen. Von diesem Netzwerk und dem gegenseitigen Austausch profitieren wir sehr. Nicht zuletzt ist die Region mit ihren Hochschulen, Fachschulen und Ausbildungsmöglichkeiten sehr gut aufgestellt. Davon profitieren wir auch bei der Gewinnung qualifizierter Fach- und Nachwuchskräfte. In Zeiten des viel diskutierten Fachkräftemangels ist das für uns ein echter Standortvorteil.



Märzhäuser ist in Wetzlar ansässig, das neben Kunden und Zulieferern auch ein gutes Umfeld für die Gewinnung von Nachwuchsfachkräften bietet.

Welche Produktgruppen und Leistungen umfasst Ihr heutiges Portfolio?

Wenn es um Positionierung geht, nehmen wir nahezu jede Herausforderung an. Entsprechend breit ist unser Portfolio: Aktuell haben wir rund 2.500 aktive Verkaufsbaugruppen im Programm. Das Spektrum reicht vom Mikroskoptisch zur XY-Probenpositionierung bis hin zu komplexen mehrachsigen Handlingsystemen für automatisierte Prozesse.

Dabei arbeiten wir mit allen gängigen Antriebstechnologien. Wir entwickeln filigrane Mikropositionierer ebenso wie hochpräzise und stabile Systeme für die Härteprüfung, die mit bis zu 300 Kilogramm belastet werden können. Gerade diese Bandbreite zeichnet uns aus. Und das alles aus einer Hand auf Wunsch als komplette Plug-and-play-Lösung out of the Box. Vereinfacht gesagt: Wenn eine Positionieraufgabe technisch lösbar ist und die Physik uns dabei keine Grenzen setzt, sind wir der richtige Ansprechpartner.

In welchen Branchen sind Ihre Kunden im Wesentlichen aktiv?

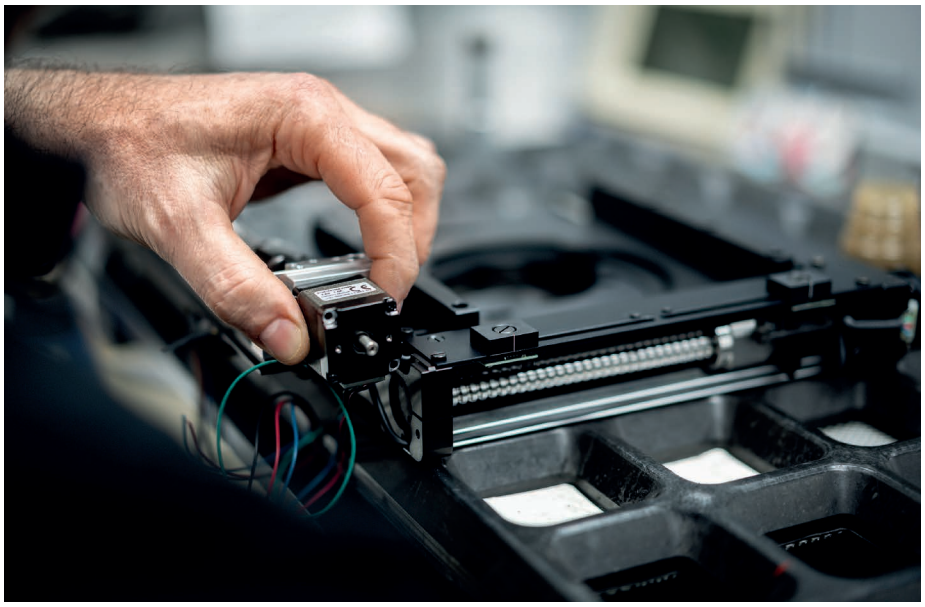
Historisch kommen wir aus der Mikroskopie, die für uns auch heute noch ein wichtiger Markt ist. Gleichzeitig sehen wir eine deutliche Verlagerung und Erweiterung in Richtung Photonik, Halbleiterindustrie sowie Prozessautomatisierung. Damit verändert sich auch unsere Rolle beim Kunden. Wir liefern zunehmend nicht mehr nur einzelne Positioniersysteme, sondern entwickeln uns zum Systemanbieter. Das bedeutet, dass wir beispielsweise Optiken, Sensorik und weitere Peripherie integrieren und daraus kundenspezifische, anschlussfertige Gesamtlösungen entwickeln. Unsere Kernkompetenz bleibt dabei immer die Positionierung, nur der Umfang dessen, was wir unseren Kunden darum herum anbieten, wird zunehmend größer.

Was unterscheidet Märzhäuser technisch von anderen Anbietern von Positionier- und Automatisierungslösungen?

Wir probieren immer wieder Neues aus und sind auch bereit, technologisch ins Risiko zu gehen. Was uns am Ende aber besonders auszeichnet, ist die Kombination aus jahrzehntelanger Erfahrung und der enormen Vielfalt an Lösungen, die wir bereits umgesetzt haben. Nach 80 Jahren Positioniertechnik haben wir wahrscheinlich fast jede Herausforderung schon einmal in irgendeiner Form gesehen. Was für einen Kunden zunächst wie eine komplette „Grüne-Wiese-Anforderung" aussieht, ist für uns deshalb häufig eine neue Kombination aus Technologien, Konzepten und Erfahrungen, die wir bereits beherrschen. Genau das ermöglicht es uns, auch bei komplexen Aufgabenstellungen sehr schnell von einer Idee zu einer technisch belastbaren Lösung zu kommen.

Welche Rolle spielen Themen wie Automatisierung und Reproduzierbarkeit in Ihren Systemen?

Reproduzierbarkeit ist für uns ein zentrales Thema, unabhängig davon, ob wir ein Einzelstück oder eine Serie von 1.000 Systemen fertigen. Gerade bei automatisierten Mess- und Prüfprozessen müssen Positionen und Abläufe zuverlässig und mit hoher Genauigkeit wiederholbar sein. Mit dem zunehmenden Einsatz KI-basierter Auswertungen gewinnt das zusätzlich an Bedeutung, denn verlässliche Ergebnisse benötigen eine ebenso verlässliche und reproduzierbare Datengrundlage.



Das Portfolio ist breit: vom Mikroskoptisch zur XY-Probenpositionierung bis hin zu komplexen mehrachsigen Handlingsystemen für automatisierte Prozesse.

Gleichzeitig hat sich der Anwender unserer Produkte in den vergangenen Jahren stark verändert. Er möchte sich immer weniger mit der Technik im Hintergrund beschäftigen und das System soll seine Aufgabe möglichst selbstständig, zuverlässig und einfach erfüllen. Darauf reagieren wir mit einem immer höheren Automatisierungsgrad.

Sie haben zwei neue Positioniersysteme in der Pipeline, die sich von Ihrem übrigen Portfolio unterscheiden. Können Sie das noch ausführen?

Zum einen haben wir unser klassisches XY-Positioniersystem noch einmal völlig neu gedacht. Die Vorgabe der Geschäftsleitung an unsere Entwicklung war bewusst ambitioniert: Wir wollten eine neue Plattform, die technisch mehr leistet und gleichzeitig weniger kostet. Was zunächst wie ein Zielkonflikt klang, konnten wir tatsächlich umsetzen. Damit schaffen wir für unsere Kunden einen deutlichen Mehrwert und stärken gleichzeitig unsere Wettbewerbsfähigkeit.

Zum anderen haben wir mit Malis eine neue XYZ-Plattform speziell für Anwendungen im Bereich Neuroscience entwickelt. Eine technische Besonderheit sind zwei synchron angesteuerte Z-Achsen, die eine präzise vertikale Positionierung ermöglichen. Das System wurde bereits erfolgreich von ersten Kunden evaluiert und bestätigt damit auch in der Praxis unser technisches Konzept.

Beide Entwicklungen zeigen für mich sehr gut, wie wir heute an neue Produkte herangehen: bestehende Lösungen konsequent hinterfragen und gleichzeitig neue Anwendungsfelder erschließen.



Eine hohe Fertigungstiefe gehört zum Erfolgskonzept: Sie mache das Unternehmen „unabhängig, schnell und flexibel", ist sich Andreas Löhr sicher.

Wo sehen Sie Märzhäuser in den kommenden Jahren – auch mit Blick auf internationale Märkte wie Nordamerika?

Die Märkte sind deutlich dynamischer und schnelllebiger geworden. Für uns bedeutet das, dass wir uns kontinuierlich weiterentwickeln müssen. Technologisch, aber auch in unserer internationalen Aufstellung.

Gerade in Nordamerika sehen wir uns im Vergleich zu anderen Regionen heute noch unterrepräsentiert. Das wollen wir ändern. Wir suchen gezielt nach weiteren Partnern und werden unsere Präsenz vor Ort erhöhen. Ein wichtiger Schritt ist dabei unsere erstmalige Teilnahme als Aussteller auf der SPIE Photonics West in San Francisco.

Gleichzeitig sehen wir auch in anderen internationalen Märkten interessante Wachstumspotenziale. Insbesondere aus Südamerika und Indien nehmen wir positive Signale wahr und wollen unser Engagement dort in den kommenden Jahren gezielt ausbauen.

Welche derzeitigen technologischen Trends sehen Sie derzeit als am relevantesten für Ihr Geschäft an?

Zum einen verändert sich, wie gesagt, die Nutzergruppe unserer Systeme. Wichtiger werden Usability, Automatisierung und eine möglichst einfache Integration unserer Systeme. Gefragt sind zudem zunehmend kundenspezifische, „tailor-made" Lösungen, die sich nahtlos in übergeordnete Maschinen- und Automatisierungssysteme integrieren lassen.

Technologisch bedeutet das für uns, flexibel und breit aufgestellt zu sein. Wir müssen nicht nur die eigentliche Positionieraufgabe verstehen, sondern die Anwendung des Kunden als Ganzes betrachten, von der Mechanik und dem Antrieb über Steuerung und Software bis hin zur Integration weiterer Komponenten.

Den einen technologischen Trend gibt es aus meiner Sicht in dieser schnelllebigen Zeit nicht mehr. Entscheidend ist vielmehr die Fähigkeit, neue Technologien schnell aufzugreifen und daraus für den Kunden eine funktionierende Gesamtlösung zu entwickeln. Genau dafür sehen wir uns sehr gut aufgestellt.

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
Märzhäuser Wetzlar GmbH & Co. KG, Wetzlar
Tel.: +49 6441 91160
E-Mail: info@marzhauser.com
www.marzhauser.com

alle Bilder: Märzhäuser

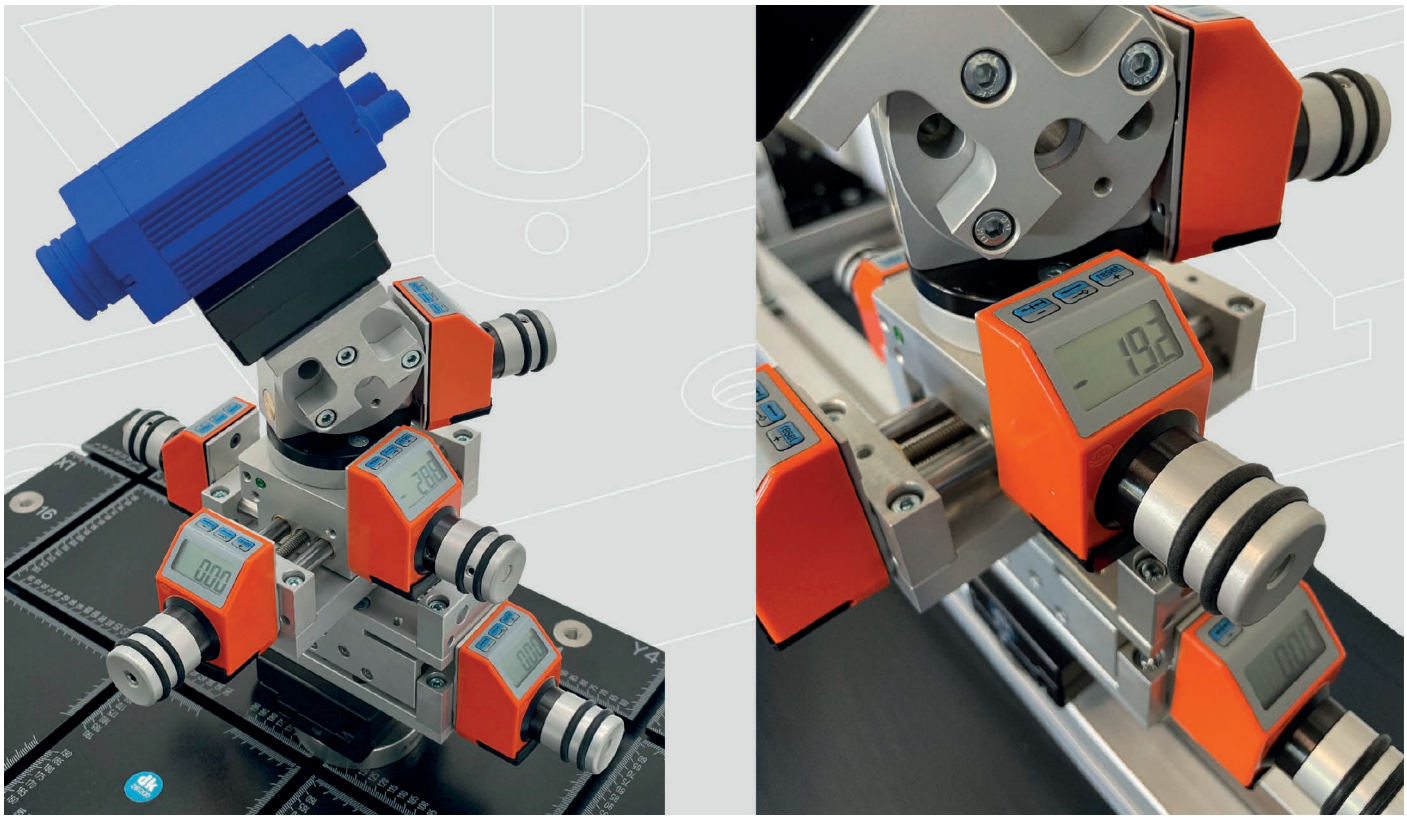


Bild: DK Fixiersysteme

Für Labor- und Versuchsanwendungen bietet Microline eine analoge oder digitale Feinpositionierung in bis zu fünf Achsen. Damit lassen sich Kameras und Sensoren feinfühlig einstellen.

Baukastenprinzip beschleunigt den Weg zur stabilen Vision-Lösung

Modulare Kamerahalterungen für Proof-of-Concept und Field Application

Bildverarbeitung sowie berührungslose Mess- und Prüftechnik zählen zu den Schlüsseltechnologien moderner Fertigung. Ob im Labor, im Proof-of-Concept oder direkt in der Linie: Kameras, Sensoren und Beleuchtungen müssen schnell, präzise und dauerhaft stabil positioniert werden. Genau hier setzt DK mit modularen Fixiersystemen an.

Die Montageprogramme von DK Fixiersysteme für industrielle Bildverarbeitung, optische Inline-Messtechnik und allgemein Sensorik verbinden hohe Flexibilität mit reproduzierbarer Stabilität. Sechs aufeinander abgestimmte Programme ermöglichen die 3D-variable, schnelle und exakte Ausrichtung von Kameras und Sensoren – mit sicherem Halt, dauerhafter Festigkeit sowie der Möglichkeit, Aufbauten bei Bedarf unkompliziert zurückzubauen oder neu zu justieren.

Der zentrale Vorteil liegt im Baukastenprinzip: Anwender können Kameras, Sensoren, Beleuchtungen, End-of-Arm-Robotertools und weitere Komponenten passgenau montieren und bei veränderten Anforderungen flexibel anpassen. Dadurch lassen sich Entwicklungszeiten verkürzen, Sonderkonstruktionen reduzieren und Investitionen über mehrere Anwendungen hinweg nutzen.

Vision 2026: zwei Lösungsbereiche im Fokus

Microline: Für Labor- und Versuchsanwendungen bietet Microline eine analoge oder digitale Feinpositionierung in bis zu fünf Achsen. Die Lösung basiert auf bewährten Standardelementen des modularen Systems des Herstellers, darunter Linearverstellungen und Rundtische. So lassen sich Kameras und Sensoren feinfühlig einstellen, Messaufgaben reproduzierbar vorbereiten und Applikationen effizient vom Versuchsaufbau in die Praxis übertragen.

Manipulationssicherheit: Eine versehentlich verstellte Sensor- oder Kameraposition kann Messfehler verursachen, deren Ursache im laufenden Prozess nur mit hohem Aufwand zu finden ist – etwa nach Reinigungs-, Wartungs- oder Servicearbeiten. Manipulationssichere und fehlbedienungsarme Halterungen leisten deshalb einen wichtigen Beitrag zur Prozesssicherheit: Sie schützen die einmal gefundene Ausrichtung, reduzieren ungeplante Stillstände und erhöhen die Verlässlichkeit der Prüf- und Messaufgabe.

VISION
Halle 10, Stand C08

AUTOR
Karl Holzer
Geschäftsführer von DK Fixiersysteme

KONTAKT
DK Fixiersysteme GmbH & Co. KG, Dußlingen
Tel.: +49 7072 600420
E-Mail: info@dk-fixiersysteme.de
www.dk-fixiersysteme.de



Mit dem mehrstufigen Gehäusekonzept der neuen 5 GigE-Kameras verbindet Baumer eine hohe Leistung mit vielfältigen Integrationsmöglichkeiten.

5 GigE für kompakte Bildverarbeitungssysteme

Drei Gehäusekonzepte für unterschiedliche Einsatzbedingungen

Eine neue Kamerageneration kombiniert bis zu 24 MP Auflösung und 237 Bilder pro Sekunde mit kompakten, robusten und aktiv kühlbaren Gehäusen. Das mehrstufige Konzept erleichtert die Integration und ermöglicht eine stabile Bildaufnahme von schnellen Inspektionsaufgaben bis zur hochpräzisen Messtechnik.

Schnelle Prozesse, dazu minimaler Bauraum innerhalb der Maschine, anspruchsvolle Umgebungsbedingungen wie Feuchtigkeit und Wärme – und gleichzeitig hoher Kostendruck durch schnell wechselnde Konsumgüter: In diesem Umfeld spielen die kompakten Standardkameras von Baumer ihre Stärken aus. Schon seit 2015 sind die Kameras der CX-Serie am Markt etabliert und nachhaltig erfolgreich.

Mit der Übertragung von deren mehrstufigem Gehäusekonzept auf die neuen 5 GigE-Kameras dieser Serie verbindet Baumer nun eine hohe Leistung mit vielfältigen Integrationsmöglichkeiten. Bis zu 24 MP Auflösung und 237 Bilder pro Sekunde ermöglichen dabei eine präzise Bildverarbeitung auch in anspruchsvollen Anwendungen.

Die Grundlage: 29 x 29 mm als industrielle Standardbauform

Die Basis der Kompaktklasse bildet die 5 GigE Kamera mit 29 × 29 mm Gehäusegröße und einer Leistungsaufnahme von ca. 4,5 W. In dieser kleinsten Bauform ist Temperatur ein zentrales Thema: Jedes gesparte °C im Inneren der Kamera erhöht die Lebenszeit der elektronischen Bauelemente um Jahre. In den CX-Kameras sorgt eine patentierte Kühlrippe für optimale Wärmeabfuhr. Diese reduziert nicht nur den Energieverbrauch, sondern senkt auch die Eigenerwärmung der Kamera.

Das Ergebnis: eine stabile Leistung auch unter anspruchsvollen Bedingungen und eine hohe Zuverlässigkeit.

Neben den heute üblichen Basisfunktionen wie Sequencer oder automatischen Helligkeitseinstellungen verfügt die neue Produktgeneration zum Beispiel über eine verbesserte 5 x 5-Farbrechnung und Bildverbesserungsfunktionen wie Rauschunterdrückung oder Shading-Korrektur auf. So wird das vorhandene Bildverarbeitungssystem entlastet und Rechenkapazität effizienter genutzt.

Die Extraklasse: 5 GigE im 40 × 40 mm Gehäuse – bis Schutzklasse IP 69 K

Die zweite Ausbaustufe des Gehäusedesigns bildet das Sahnehäubchen als 5 GigE-Kamera mit zusätzlicher Performance für anspruchsvolle Applikationen. Die größere Oberfläche des 40 × 40 mm Gehäuses ermöglicht eine noch effizientere Wärmeableitung und unterstützt damit ein breiteres Temperatureinsatzspektrum. Dadurch sind Betriebstemperaturen von -30 °C bis 75 °C realisierbar, ohne dass aufwendige zusätzliche Kühl- oder Heizmaßnahmen erforderlich sind.

Die hartanodisierte Gehäuseoberfläche sorgt für die nötige Robustheit – auch bei Feuchtigkeit oder im Kontakt mit Reinigungsmitteln. In Kombination mit passendem Zubehör und durch die verschraubbaren Stecker lässt sich die Schutzart sehr einfach auf IP 54 (Objektiv-Schutztuben) bis IP 69 K (Edelstahl Wash-Down Gehäuse) erweitern. Damit eignen sich die Kameras auch für Umgebungen mit aggressiven chemischen Reinigungsprozessen oder Nassbereiche, wie sie in der Pharma- und Lebensmittelindustrie typisch sind.

Mechanisch zeigt sich das Design widerstandsfähig: Es toleriert Stöße bis 100 g und Vibrationen bis 10 g zuverlässig für eine langfristig stabile und präzise Bildaufnahme. Gleichzeitig sorgen vier Power-Ausgänge und ein integrierter Beleuchtungscontroller dafür, dass sich externe Beleuchtungen direkt ansteuern und regeln lassen. Das vereinfacht sowohl das Design-in als auch den Betrieb, da zusätzliche externe Controller entfallen.

Damit setzt die zweite Ausbaustufe noch einmal deutlich auf die kompakte 29 × 29 mm Variante auf und bietet Anwendern in anspruchsvollen Umgebungen die 5 GigE-Performance, die für eine präzise und langlebige Bilddatenerfassung erforderlich ist.

Bei besonders hohen Anforderungen: Aktive Kühlung für hochpräzise Anwendungen

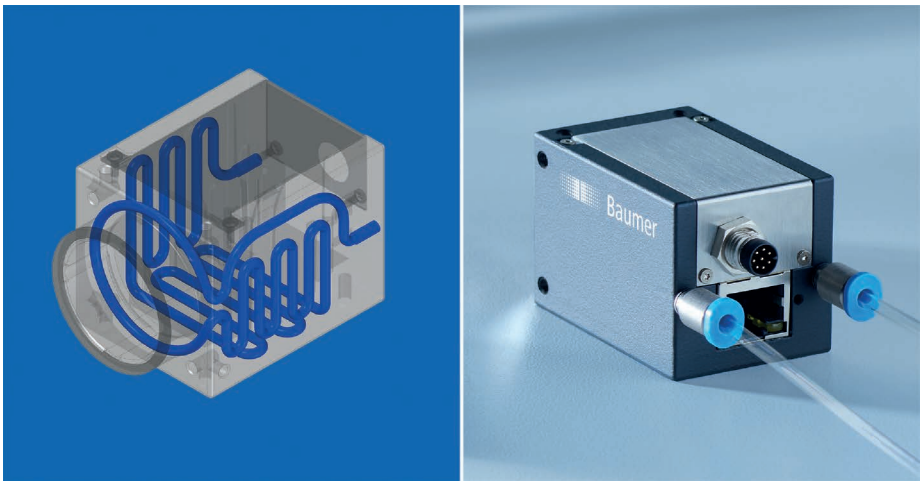
Für die sprichwörtliche Kirsche auf dem Sahnehäubchen bietet das Portfolio von Baumer schließlich die dritte und letzte Ausbaustufe der neuen 5 GigE-Kameras. Die aktiv gekühlten CX.5G.XC Modelle führen auch in dieser Performanceklasse den integrierten, patentierten und ausgezeichneten Kühlkanal konsequent weiter.

Durch die gezielte Durchleitung von Druckluft oder Flüssigkeiten wird die Wärme genau dort abgeführt, wo sie entsteht oder unerwünscht ist – nahe am Bildsensor und Objektiv. Das schafft stabile thermische Bedingungen und sorgt selbst in hochpräzisen Anwendungen, etwa in der Halbleiter- und Elektronikindustrie, für zuverlässig reproduzierbare Bilddaten – bis in den Nanometer-Bereich hinein.

Die hohe thermische Stabilität wirkt sich direkt auf die Bildqualität aus: weniger Defektpixel, geringeres Dunkelrauschen, eine stabile Position des Bildsensors und keine Linsenverschiebung im Objektiv. Gleichzeitig wird die Aufwärmphase deutlich verkürzt, sodass schneller mit Messungen begonnen werden kann – ein klarer Vorteil im produktiven Umfeld.

Trotz integrierter Kühlung bleibt das Design kompakt: Mit nur 36 × 36 mm Gehäusegröße lässt sich die Kamera auch bei beengten Platzverhältnissen problemlos integrieren. Zusätzliche externe Kühlkomponenten entfallen vollständig, was sowohl den Integrationsaufwand als auch die Systemkosten reduziert.

Für alle drei Gehäusebauformen bietet Baumer in der neuen 5 GigE-Performanceklasse ein erweitertes Feature-Set.



Im 3D-gedruckten Gehäuse ist ein Kühlkanal integriert, der die Wärme mit Druckluft oder Flüssigkeit abführt.

So lassen sich typische Applikationen wie Hochgeschwindigkeitsinspektion, präzise Vermessungsaufgaben oder anspruchsvolle Oberflächenprüfungen beispielsweise durch leistungsfähige Sensoren, flexible Trigger- und Synchronisationsfunktionen sowie integrierte Vorverarbeitung deutlich einfacher und effizienter umsetzen.Neben der herausragenden Treiberunterstützung durch die Baumer neoAPI bietet die konsequente Unterstützung von Standardübertragungsprotokollen ein hohes Maß an Kompatibilität mit sehr vielen standardkonformen Bildverarbeitungsbibliotheken (Third Party).

Fazit

Die Baumer Kameras der CX-Serie lassen sich durch die Portfolioerweiterung nun in noch mehr Anwendungen über ein breites Spektrum an Industrien hinweg einsetzen. Hohe Performance, kompakte Bauweise und insbesondere das mehrstufige Gehäusekonzept ergeben ein rundes Gesamtpaket – mit maximaler Flexibilität für Maschinenbauer in der Konstruktion und hoher Prozesssicherheit für Anwender im industriellen Einsatz.

VISION
Halle 8, Stand D40

AUTOR
Torsten Wehner
Produktmanager Vision Technologies bei Baumer

KONTAKT
Baumer Optronic GmbH, Radeberg
Tel.: +49 3528 4386 0
E-Mail: sales.cc-vt@baumer.com
www.baumer.com

alle Bilder: Baumer

MÖGLICHKEITEN NEHMEN FORM AN→
HandySCAN 3D

LÖSUNGEN, AUF DIE DIE INDUSTRIE VERTRAUT

Besuchen Sie uns auf der EuroBLECH:
Halle 13, Stand 13-G71

EVO-Serie Messtechniktaugliche effiziente 3D-Scanner



FARO | CREAFORM
AMETEK



+49 711 1856 8030 I faro.com I creaform3d.com



Die neuen Kameras der Wave-Serie sind zwei Zeilenkameramodelle – die WAL-1001-GE und die WAL-2001-GE – sowie die WAA-1300-GE-TEC, eine Flächenkamera für den sichtbaren und SWIR-Bereich mit integrierter thermoelektrischer Kühlung (TEC).

SWIR-Bildgebung für industrielle Inspektionsaufgaben

Neue Zeilen- und Flächenkameras für den kurzwelligen Infrarotbereich

Die Bildgebung im kurzwelligen Infrarotbereich ermöglicht das Erkennen von Materialeigenschaften, die im sichtbaren Spektrum nicht zugänglich sind. Neue Zeilen- und Flächenkameras erweitern die Einsatzmöglichkeiten für Anwendungen wie Bahninspektion, Halbleiterprüfung, Qualitätskontrolle in der Lebensmittelproduktion und Recycling.

Da Fertigungsprozesse zunehmend automatisiert werden, wird von Inspektionssystemen erwartet, dass sie immer kleinere Fehler erkennen, während sie mit höheren Produktionsgeschwindigkeiten arbeiten und dabei eine außergewöhnliche Zuverlässigkeit gewährleisten. Zwar lösen herkömmliche Kameras im sichtbaren Lichtbereich nach wie vor viele Aufgaben der industriellen Bildverarbeitung, doch erfordert eine wachsende Zahl von Anwendungen Informationen, die im sichtbaren Spektrum schlichtweg nicht erfasst werden können. Hier spielt die Bildgebung im kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR) eine entscheidende Rolle.

SWIR-Kameras arbeiten bei Wellenlängen von etwa 900 bis 1.700 nm und machen Materialeigenschaften sichtbar, die herkömmlichen Kameras verborgen bleiben. Feuchtigkeit, Strukturen unter der Oberfläche, die Transparenz von Silizium sowie subtile Unterschiede zwischen ansonsten identisch aussehenden Materialien werden sichtbar und eröffnen neue Möglichkeiten in Branchen wie der Halbleiterfertigung, der Lebensmittelverarbeitung, der Verpackungsindustrie, dem Recycling und der Elektronik.

Angesichts dieser wachsenden Nachfrage hat JAI seine Wave-Serie um drei SWIR-Kameras erweitert, die darauf ausgelegt sind, Infrarotbildgebung für ein breiteres Spektrum industrieller Inspektionsanwendungen zugänglich zu machen. Die Portfolioneuzugänge bestehen aus zwei Zeilenkameramodellen – die WAL-1001-GE und die WAL-2001-GE – sowie der WAA-1300-GE-TEC, einer Flächenkamera für den sichtbaren und SWIR-Bereich mit integrierter thermoelektrischer Kühlung (TEC).

Die Kameras werden im Laufe des Jahres 2026 vorgestellt und erweitern das SWIR-Angebot von JAI erheblich. Sie eignen sich für die Hochgeschwindigkeits-Bahninspektion und präzise Flächenabtastungsanwendungen.

Hochgeschwindigkeits-Zeilenabtastung im SWIR-Bereich

Die Modelle WAL-1001-GE und WAL-2001-GE verfügen über Pixel mit einer Größe von 12,5 × 12,5 µm, die eine hohe Infrarotempfindlichkeit und ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis bieten. In Kombination mit einer Quanteneffizienz von bis zu 83 Prozent ermöglicht dies eine zuverlässige Bildgebung auch unter schwierigen Lichtverhältnissen oder bei hohen Förderbandgeschwindigkeiten.

Die WAL-1001-GE bietet eine Auflösung von 1 K bei Zeilenraten von bis zu 29 kHz und eignet sich damit besonders für die kontinuierliche Bahninspektion, die Lebensmittelsortierung, die Prüfung pharmazeutischer

Verpackungen und andere Anwendungen mit hohem Durchsatz, bei denen die Empfindlichkeit entscheidend ist.

Die WAL-2001-GE verfügt über eine innovative Dual-Line-Pixel-Shift-Architektur, die die Abtastdichte effektiv verdoppelt, ohne dass Änderungen am bestehenden optischen Anlagendesign erforderlich sind: Zwei Sensorzeilen mit jeweils 1.024 Pixeln sind mit einem Versatz von einem halben Pixel zueinander angeordnet. Durch den Betrieb mit doppelter Zeilenrate und die direkte Kombination der erfassten Informationen innerhalb der Kamera erreicht das System die Qualität eines 2 K-Bildes. Das Ergebnis ist eine etwa doppelt so hohe Auflösung wie bei einer herkömmlichen 1 K-SWIR-Zeilenkamera, wobei die Kompatibilität mit bestehenden Inspektionsanlagen gewahrt bleibt.

Da die Bildsynthese innerhalb der Kamera stattfindet, können Anwender die Inspektionsleistung verbessern, ohne zusätzliche Framegrabber oder externe Verarbeitungs-Hardware einsetzen zu müssen.

Kombination von Bildgebung im sichtbaren und im SWIR-Bereich in einem einzigen Sensor

Während die Zeilenkameramodelle auf die kontinuierliche Inspektion ausgerichtet sind, erweitert das Modell WAA-1300-GE-TEC die Wave-Serie um eine weitere Funktion. Aufgebaut um einen 1,3-Megapixel-InGaAs-Sensor mit einer Empfindlichkeit von 400 bis 1700 nm erfasst die Kamera Informationen im sichtbaren und im SWIR-Bereich mit einem einzigen Sensor. Anstatt mehrere Kameras zu kombinieren oder eine Bildregistrierung zwischen getrennten optischen Pfaden durchzuführen, erhalten Anwender also beide Spektralbereiche von einem einzigen Bildgebungsgerät.

Dies vereinfacht den Systemaufbau und verbessert gleichzeitig die Messgenauigkeit, insbesondere in Anwendungen, in denen eine präzise Abstimmung zwischen Informationen im sichtbaren und im Infrarotbereich unerlässlich ist.

Der breite Spektralbereich ermöglicht Inspektionsaufgaben, bei denen die herkömmliche Bildgebung im sichtbaren Licht mit den im SWIR-Bereich verfügbaren Materialinformationen kombiniert wird. So können Hersteller Merkmale wie Feuchtigkeitsschwankungen, Verunreinigungen, Strukturen unter der Oberfläche und Materialunterschiede erkennen, die andernfalls verborgen blieben.

Warum Kühlung wichtig ist

Eines der herausragenden Merkmale der WAA-1300-GE-TEC ist ihr integriertes thermoelektrisches Kühlsystem. Zwar erzeugt jeder Bildsensor Dunkelrauschen, doch lässt sich vorhersehbares Dunkelrauschen kalibrieren und kompensieren. Die eigentliche Herausforderung entsteht, wenn sich die Sensortemperatur ändert, wodurch sich der Dunkelrauschenpegel verschiebt und das bei der Kalibrierung verwendete Basisliniensignal verändert wird.

Diese Schwankungen können die Konsistenz der Messungen beeinträchtigen, den Dynamikbereich verringern und die Wahrscheinlichkeit von fehlerhaft akzeptierten oder fälschlicherweise abgelehnten Teilen während der Inspektion erhöhen.

Durch die aktive Regelung der Sensortemperatur sorgt das integrierte TEC-System für eine niedrige und stabile Betriebstemperatur. Dies reduziert das Dunkelrauschen und gewährleistet gleichzeitig eine gleichbleibende Bildqualität über längere Betriebszeiten hinweg. Die gesamte Kamera ist unter Berücksichtigung des Wärmemanagements konzipiert, um über einen längeren Zeitraum und den gesamten Sensor hinweg niedrige und stabile Temperaturen zu gewährleisten – ein entscheidender Faktor für hohe Leistung.

Anwendungen in verschiedenen Branchen

Die neue Wave-Serie eignet sich für eine Vielzahl industrieller Inspektionsaufgaben. In der Halbleiterfertigung ermöglicht die SWIR-Bildgebung die Inspektion durch Silizium hindurch und deckt so Ausrichtungsmarkierungen, Risse, Hohlräume und innere Strukturen auf, die mit Kameras für sichtbares Licht nicht erkennbar sind.

Lebensmittelhersteller können die SWIR-Bildgebung nutzen, um Druckstellen, Feuchtigkeitsunterschiede, vorzeitigen Verderb, Verunreinigungen und den Reifegrad zu erkennen, was dazu beiträgt, die Sortiergenauigkeit zu verbessern und gleichzeitig Abfall zu reduzieren.

Bei der Bahninspektion unterstützen die Zeilenkameras die kontinuierliche Überwachung von Beschichtungen, Kunststofffolien, Heißsiegelungen, pharmazeutischen Verpackungen und Batteriematerialien, bei denen bereits kleinste Fehler die Qualität des Endprodukts beeinträchtigen können.

Anwendungen im Recyclingbereich profitieren von der Fähigkeit, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe anhand ihrer spektralen Eigenschaften und nicht nur anhand der Farbe zu unterscheiden, was die Sortiereffizienz und die Materialrückgewinnung erhöht.

Durch die Kombination aus sichtbarem Licht und SWIR eignet sich die WAA-1300-GE-TEC zudem für die Laserstrahlprofilierung, die wissenschaftliche Bildgebung, die Elektronikprüfung sowie für Messsysteme, bei denen die Kombination von Informationen aus dem sichtbaren und dem infraroten Bereich zusätzliche Erkenntnisse liefert.

AUTORIN
Evita Vecozola
Marketing Specialist at JAI

KONTAKT
JAI A/S, Kopenhagen, Dänemark
Tel.: +49 152 59016542
E-Mail: camerasales.emea@jai.com
www.jai.com

VISION
Halle 10, Stand C18

alle Bilder: JAI

wenglor
the innovative family

Besuchen Sie uns auf der VISION 2026

Entdecken Sie auf der VISION unsere vielfältigen Lösungen rund um KI-gestützte Bildverarbeitung, 2D-/3D-Profilsensorik und Beleuchtungstechnik für zuverlässige Inspektionsprozesse.



www.wenglor.com

Unsere Messe-Highlights:
- **AI Lab** – Der einfache Weg zur Erstellung von KI-Modellen
- **Automatisierte Schweißnahtführung** mit den 2D-/3D-Profilsensoren
- **High Power Balkenbeleuchtung** – Die leistungsstärkste LED Balkenbeleuchtung für Machine Vision

Multi-Kamera-Vision für makellose Felgen

Kamerabasierte Qualitätskontrolle mit KI und Multi-Shading

Eine automatisierte Prüfzelle kombiniert 17 Kameras, neuronale Netze und regelbasierte Bildverarbeitung. Mit sequenzieller Dom-Beleuchtung und Multi-Shading erkennt sie feinste Oberflächen- und Geometriefehler an Aluminiumfelgen innerhalb einer Taktzeit von weniger als 6,2 Sekunden.



Das Inspektionssystem QUBIC Wheels prüft die Autofelgen in unter 6,2 Sekunden. Dies ermöglichen unter anderem die Kombination aus Dom-Beleuchtung mit 1.000 Durchmesser und die 17 Kameras.

alle Bilder: © Bildquelle

An Autofelgen aus Aluminium werden besondere Qualitätsansprüche gestellt. Einerseits müssen sie hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen, und andererseits das menschliche Auge mit seinem perfekten und makellosen Design erfreuen. In der Vergangenheit war es meist üblich, durch einzelne Smartkameras – lokal und isoliert in der Fertigungslinie – jeweils bestimmte Einzelmerkmale zu prüfen. Bis eine Felge am Band vom OEM ankam, durchlief sie zudem meist sechs 100-Prozent-Kontrollen durch Mitarbeiter. Da Mensch aber nur bis zu 70 Prozent der Fehler findet, kamen dennoch NIO-Felgen durch die Qualitätskontrolle.

Durch die Inspektionslösung QBIC Wheels von Cretec hat sich der Prozess nun gewandelt: Am Ende der Wertschöpfungskette mit vielen Bearbeitungs- und Veredelungsverfahren werden nun die Autofelgen in der Größe von 14 und 26 Zoll auf viele Qualitätsmerkmale geprüft und dokumentiert. Nur absolut einwandfreie und in der QS dokumentierte Produkte erreichen den Kunden.

Der Ablauf der Felgenprüfung

Die Felge wird vom Förderband mit einem Greifer angehoben und in die Messpositionen einschließlich der Felgenrotation präzise bewegt. Die QBIC-Prüfzelle enthält mehrere Patente, durch die mit neuen Aufnahmeverfahren hoher Detektionsfähigkeiten viele Prüfkriterien mit hoher Zuverlässigkeit erfolgen. Die Felgen werden auf dem Förderband in die Prüfzelle geführt, und die Bilderverarbeitung, insgesamt 17 Kameras, erkennt auch Fehler, die dem menschlichen Auge leicht entgehen. Zusätzlich werden auf beiden Seiten der Felge geometrische Merkmale geprüft, und beispielsweise die Lackschicht auf viele

Das Wichtigste kompakt

Eine automatisierte Prüfzelle kontrolliert Aluminiumfelgen von 14 bis 26 Zoll mit 17 Kameras, KI und regelbasierter Bildverarbeitung. Eine segmentierte Dom-Beleuchtung und Multi-Shading machen feinste Oberflächen- und Geometriefehler sichtbar. Vorder- und Rückseite werden in durchschnittlich 5,88 Sekunden geprüft. Die Ergebnisse und Bilddaten werden dokumentiert; modulare Komponenten ermöglichen eine flexible Integration in Produktionslinien.

Qualitätsmerkmale wie Dicke, Farbe, Glanz etc. geprüft.

In der Prüfzelle läuft ein Hochleistungs-PC mit mehreren neuronalen Netzen und der BV-Software auf Basis der neuesten Version von Halcon. Die Datensicherung der komprimierten Bilder mit allen relevanten Prüfmerkmalen erfolgt auf dem PC sowie zusätzlich auf dem EDV-System des Anwenders. Der große Touchscreen-Monitor bietet eine detaillierte und übersichtliche Widergabe der QS-Prozesse. Auch die gesamte Steuerung der Prüfzelle erfolgt über den PC.

Nach den umfangreichen Prüfungen von Vorder- und Rückseite der Felgen wird sie innerhalb des geforderten Taktzeitfensters von unter 6,2 Sekunden (Praxiswert: 5,88 Sekunden) wieder auf das Förderband gelegt.

Selbstentwickelte Dom-Beleuchtung mit 1 m Durchmesser

Viele Prüfmerkmale können nur zuverlässig detektiert werden, wenn die Beleuchtung die entsprechenden Fähigkeiten in einem sehr breiten Spektrum liefert. Ein diffuses sehr gleichmäßiges Licht aus allen Richtungen eignet sich zur fehlerfreien Prüfung von metallischen unebenen Oberflächen mit Wölbungen und Glanz. Harte Schatten und störende Reflexionen werden dadurch vermieden.

Diese Gegebenheiten werden durch die Dom-Beleuchtung gewährleistet. Da auf dem Markt aber für keine passende Beleuchtung mit dem für die Felgenprüfung nötigen Durchmesser verfügbar war, konstruierte Alexander Trebing – Geschäftsführer von Cretec – die entsprechende Dom-Beleuchtung und ließ sie anfertigen. Mit einem Durchmesser von 1.000 mm können große Bauteile perfekt ausgeleuchtet werden. Bei Tire-Fittern wird diese bislang einzigartige Beleuchtung bereits erfolgreich beim Lesen von DOT-Codes eingesetzt.

Diese Beleuchtung berücksichtigt statt bislang marktüblichen vier Segmenten nun 16 Segmente mit wesentlich besseren Detektionsmöglichkeiten. Die LED-Reihen werden zur jeweilig aufnehmenden Kamera optimal gewählt und während einer Kamerabelichtung nacheinander als Blitzlicht eingesetzt. Die Beleuchtung kann mit bis zu 100 A geflasht werden. Bekannt als „shap-from-shading“ und „Photometric Stereo“ Verfahren kann aus den Grauwertbildern mit unterschiedlichen Belichtungsrichtungen ein 3D-Höhenmodell errechnet werden. Cretec erweitert diese Möglichkeiten in Kombination der 17 Kameras und präzisen Belichtungssteuerung über die Flashcontroller zu einem „Multi-Shading“ Bild. Das Bild wird innerhalb von 60 ms aufgenommen. Hierfür werden Kameras mit Glasfaser-Verbindungen und einer Übertragungsrate von bis zu 100GigE zum Rechner übertragen.

Das bietet ein sehr breites Feld von sehr feinen Details in der Fehlererkennung von Metall-, Guss-, Gummi-, und Kunststoffteilen durch Vision-Systeme. Beispielsweise winzige Kratzer und Risse, Dellen und Poren auf glatten und spiegelnden Oberflächen, Trennung von Strukturen und Texturen.

Ergebnisse mit hoher Präzision und mit KI

Die zentrale „Top View“-Kamera hat eine Auflösung von 65 MP. Bezogen auf die Messebene ergibt dies eine Pixelgröße von 90 µm. Im Fall von Vermessungen wird der Subpixelbereich mit einbezogen, wodurch eine Genauigkeit unter 0,09 mm und eine Wiederholgenauigkeit besser als 0,09 mm erreicht wird.

Die 16 „Angled View“-Kameras von je 12 MP sind rund um den Dom gleichmäßig verteilt. Hinzu kommt eine „Side View“-Zeilenkamera, die das Tiefbett der Felge von außen mit einer Auflösung von 4k abscannt.

Die LED-Beleuchtung im Dom wird sequenziell geschaltet, damit jede Kamera aus ihrem Winkel mehrere Aufnahmen machen kann. Die Aufnahmen werden nach einem „Multi-Shading“ Verfahren zusätzlich miteinander verrechnet. Dadurch können Oberflächenfehler sehr fein detektiert und plastisch einprägsam dargestellt werden. Um die Qualität der Fehlerdetektion noch weiter zu steigern, lassen sich noch LED-Patternprojektoren einsetzen. Dadurch werden beispielsweise Fehlermerkmale im hochreflektierenden Klarlack deutlicher hervorgehoben.

Die Arbeitsweise des KI-Trainings erfolgt über eine übersichtliche GUI in einem intuitiven Ablauf, der mit allen Kamerabildern (Top View oder Side View) durchgeführt wird. Der Mensch wird hier im Aufbau der neuronalen Netze Schritt für Schritt im Training der fehlerhaften Bereiche begleitet. Die Klassifizierung der fehlerhaften Bereiche erfolgt erst am Ende des Prozesses. Die Klassifizierung der KI konzentriert sich damit nur auf die relevanten Bereiche. Nach Auskunft von Cretec ist die Auswertung mit dieser Methode deutlich übersichtlicher, stabiler und robuster, als wenn alles in einem Netz zusammen erfasst wird.

Die Multifunktionale QBIC-Philosophie

Die konsequente modulare Systemarchitektur des QBIC-Zellenkonzeptes ermöglichte die raumsparende, autarke und anforderungsgerechte integrierte Lösung. Bereits in der Machbarkeitsstudie bewies sich das QBIC-System, weil viele anspruchsvolle Bildverarbeitungsanforderungen und Lösungsansätze vereinfacht durchgeführt werden können. Das ermöglichte es, die Lösung fast 1:1 zu übernehmen. Die Module mit vielen Fähigkeiten – in Robotik, Steuerung, Datenauswertung und Kommunikation – werden direkt im autonomen System integriert.

VISION
Halle 10, Stand E70.5

AUTOR
Kamillo Weiß
freier Fachjournalist

KONTAKT
Cretec GmbH, Büdingen
Tel.: 06042 533 9540
E-Mail: mail@cretec.gmbh
www.cretec.gmbh



Wenn Bildverarbeitung, KI und Sensorik in der Logistik zusammenwachsen

Sensorfusion für automatisierte Logistikprozesse

In der Logistik verlief die Einführung industrieller Bildverarbeitung langsamer als in vielen anderen Branchen. Das liegt an der wenig strukturierten Umgebung von Lagerhäusern mit ihrer enormen Vielfalt an Paketformen, Materialien und Positionen von Etiketten. Die Technologie, die für weniger vorhersehbare Umgebungen erforderlich ist, war schlicht nicht ausreichend zugänglich – bis heute.



Bild: alle Bilder: Zebra

Heute ist eine differenzierte, kontextbezogene Analyse des Paketflusses möglich, die über die einfache Unterscheidung „blockiert oder nicht blockiert" älterer fotoelektrischer Sensoren hinausgeht. Diese differenzierte Analyse ist entscheidend, wenn es darum geht, kostspielige Blockaden auf Förderanlagen zu vermeiden.

Der gemeinsam mit Oxford Economics erstellte Zebra-Bericht Impact of Intelligent Operations zeigt, dass drei Viertel der Entscheider in der Logistik angeben, Daten würden in ihren Unternehmen nur in ausgewählten Bereichen analysiert oder seien weiterhin nur eingeschränkt verfügbar.

Der eigentliche Fortschritt liegt darin, Machine Vision mit ergänzenden Technologien zu integrieren und diese Silos aufzubrechen. Moderne Software-Plattformen können heute Datenströme aus zahlreichen Quellen aufnehmen und zusammenführen, wobei Machine Vision im Mittelpunkt steht. Auf diese Weise entsteht ein vollständiger Überblick über den Weg und den aktuellen Zustand eines Artikels.

Das Zusammenspiel von hochauflösender 3D-Sensorik, Deep Learning und modernen IoT-Technologien versetzt Machine Vision inzwischen also in die Lage, die komplexen Anforderungen der Logistik zu bewältigen. Der entscheidende Impuls ging dabei von künstlicher Intelligenz aus, insbesondere von Deep Learning.

KI macht den Unterschied

Bildverarbeitungssysteme können heute mit der großen Bandbreite an Varianten und Anomalien umgehen, die für logistische Prozesse typisch ist. Dazu werden Modelle mit Datensätzen und Referenzbildern von einwandfreien Produkten trainiert. Der Algorithmus lernt auf diese Weise, jede Abweichung von diesem Standard zu erkennen. Dadurch kann er neue Fehler und Anomalien identifizieren, ohne zuvor auf jede denkbare Variante trainiert worden zu sein.

Heute ist eine differenzierte, kontextbezogene Analyse des Paketflusses möglich, die über die einfache Unterscheidung „blockiert oder nicht blockiert" älterer fotoelektrischer Sensoren hinausgeht. Dieser Wandel von einfacher Automatisierung hin zu intelligenter Unterstützung ermöglicht eine neue und umfassendere Form von Bestandsintelligenz.

Diese differenzierte Analyse ist entscheidend, wenn es darum geht, kostspielige Blockaden auf Förderanlagen zu vermeiden. Statt sich auf die binäre Logik älterer Sensoren zu verlassen, setzt ein moderner Ansatz auf intelligente Kameras und KI, die den Paketfluss kontinuierlich überwachen. Das System analysiert Faktoren wie Geschwindigkeit und Stauentwicklung, um zwischen einer tatsächlichen Blockade und einer vorübergehenden Verlangsamung zu unterscheiden. Dadurch lassen sich Fehlalarme vermeiden, die unnötige Anlagenstopps auslösen und den Durchsatz beeinträchtigen. Erkennt das System hingegen eine echte Blockade, erhalten die Bediener einen visuellen Hinweis und können schnell eingreifen. Die Mitarbeiter können sich dadurch weiterhin auf anspruchsvollere Aufgaben konzentrieren.

3D-Bildverarbeitung: Tiefe und Kontext als zusätzliche Dimension

Während 2D-Bildgebung die grundlegende Identifikation ermöglicht, verlangt die moderne Logistik nach einem umfassenderen Verständnis des physischen Raums.

Das Wichtigste kompakt

Die Logistik profitiert zunehmend von der Kombination aus 2D- und 3D-Bildverarbeitung, KI, RFID und IoT. Moderne Systeme können so Paketflüsse analysieren, Anomalien erkennen und Fehlalarme vermeiden. Durch die Zusammenführung von Echtzeitdaten entstehen also präzisere Bestandsinformationen, optimierte Lager- und Transportprozesse sowie eine höhere Auslastung von Paletten, Behältern und Fahrzeugen.

Genau das kann 3D-Bildverarbeitung liefern. Um nicht-quaderförmige Objekte zu vermessen, Palettenbeladungen zu planen oder Robotersysteme zu steuern, ist ein detailliertes dreidimensionales Verständnis von Volumen und Position eines Objekts erforderlich.

Neuere Generationen der 3D-Sensorik, etwa Parallel Structured Light, liefern die notwendige Präzision. Die jüngste Generation dieser Technologie erfasst innerhalb einer einzigen Belichtung mehrere virtuelle 3D-Bilder. Dadurch lassen sich selbst Objekte, die sich mit hoher Geschwindigkeit bewegen, hochauflösend scannen. Das löst das Problem bewegungsbedingter Verzerrungen und ist eine zentrale Voraussetzung für eine zuverlässige Roboterführung und anspruchsvolle Bin-Picking-Anwendungen im Lager.

Ergänzend erzeugen Systeme mit mehreren Kameras detaillierte Punktwolken von Objekten. Diese Daten erfüllen zwei Funktionen: Sie erfassen die Geometrie eines Objekts präzise und bilden zugleich die Grundlage für die Analyse der volumetrischen Auslastung.

Indem die Tiefendaten in exakte Volumenmessungen für jedes einzelne Objekt übersetzt werden, kann das System berechnen, wie viel Raum in einem Behälter, auf einer Palette oder in einem Lkw ungenutzt bleibt. Auf dieser Grundlage lassen sich komplexe Bin-Packing-Algorithmen einsetzen, um den Ladeaufbau zu optimieren. Das verringert den ungenutzten Raum und hilft zugleich dabei, neue europäische Vorschriften zur Versandeffizienz zu erfüllen.

Der Einsatz von 3D-Bildverarbeitung in einer dynamischen Logistikumgebung bringt allerdings einige technische Herausforderungen mit sich. Herkömmliche Structured-Light-Scanner erreichen zwar eine hohe Auflösung im Submillimeterbereich, eignen sich jedoch am besten für statische Szenen, da jede Bewegung während des Scanvorgangs das 3D-Modell verzerren kann. Genau deshalb kommt unterschiedlichen 3D-Verfahren eine wichtige Bedeutung zu.

Die Integrationsplattform: Wo Bildverarbeitung, RFID und Scanning zusammenkommen

Man stelle sich ein Lagertor im Wareneingang vor, das oberhalb und seitlich mit mehreren Lösungen ausgestattet ist. Dazu könnten gehören:

- 2D- und 3D-Machine-Vision-Kameras und entsprechende Software, die
- Volumen- sowie Oberflächendaten und Schriften für Vermessung, Erkennung, Inspektion und Compliance-Prüfungen erfassen.
- Stationäre Industriescanner für das schnelle Lesen von Barcodes und die Identifikation von Waren.
- Moderne gerichtete RFID-Lesegeräte mit Software zur Standortanalyse, die gekennzeichnete Artikel identifizieren und ihre Bewegungsrichtung bestimmen.

Industrielle IoT-Plattformen, die unterschiedliche ergänzende Lösungen und Datenerfassungssensoren miteinander verbinden können, um die benötigten Informationen zu Beständen und Umgebungsbedingungen bereitzustellen.

Während Kartons das Lagertor passieren, erfasst jede Technologie gleichzeitig eine andere Datenebene. Diese multimodalen Daten können in eine zentrale Software-Plattform eingespeist werden, die einen einheitlichen Echtzeitüberblick über die Bestände bietet.

So entsteht Bestandsintelligenz direkt vor Ort: Jeder physische Aspekt eines Pakets wird erfasst und unmittelbar in digitale Informationen übersetzt. Diese können anschließend in operative Abläufe zurückgeführt werden, um Prozesse von der Paketabwicklung bis hin zur Einhaltung von Service-Level-Vereinbarungen zu optimieren.

Von Rohdaten zu intelligenter Verarbeitung direkt vor Ort

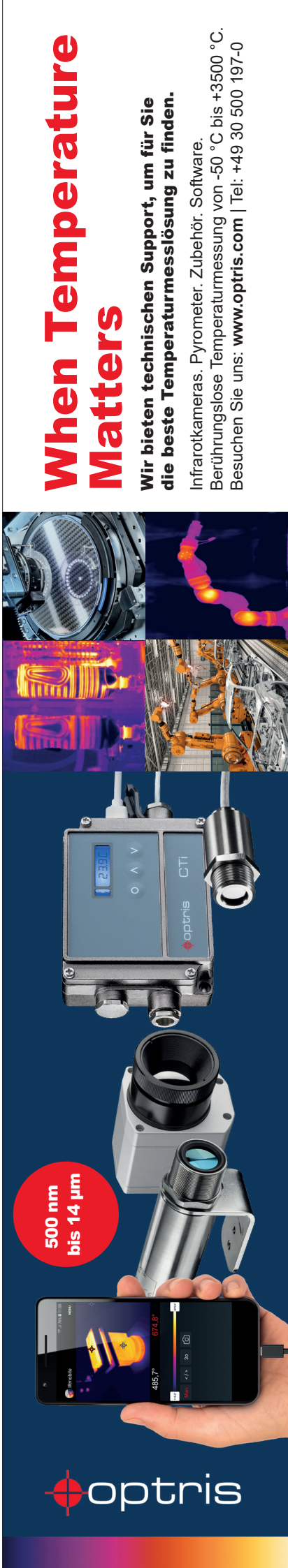
Diese Zusammenführung von Daten an der Edge findet direkt in der Lagerhalle statt. Die großen Datenströme der verschiedenen Sensoren rund um das Lagertor oder Förderband werden lokal verarbeitet. Das geschieht häufig direkt auf Geräten wie Kameras und Sensoren, auf Vision-Controllern oder auf Edge-Servern mit integrierten Neural Processing Units (NPUs), die speziell für KI-Anwendungen ausgelegt sind. Diese Architektur ist entscheidend, um Latenzen zu minimieren. Für die primäre Analyse ist keine Hin- und Rückübertragung zu einer externen Private Cloud erforderlich.

Die Software-Plattform fungiert dabei als zentrales Nervensystem. Auf ihr laufen Algorithmen, die beispielsweise einen Barcode aus dem stationären Industriescanner mit einer Dimensionsmessung aus der 3D-Kamera und einem Standortkontrollpunkt des RFID-Lesegeräts verknüpfen können. So entsteht in Echtzeit für jedes einzelne Paket ein umfangreicher, zusammengesetzter Datensatz. Dieser wird anschließend an das Warehouse-Management-System (WMS) oder eine andere operative Software übermittelt.

VISION
Halle 8, Stand B40

AUTOR
Paul Eyre
Director Machine Vision for Logistics bei Zebra Technologies

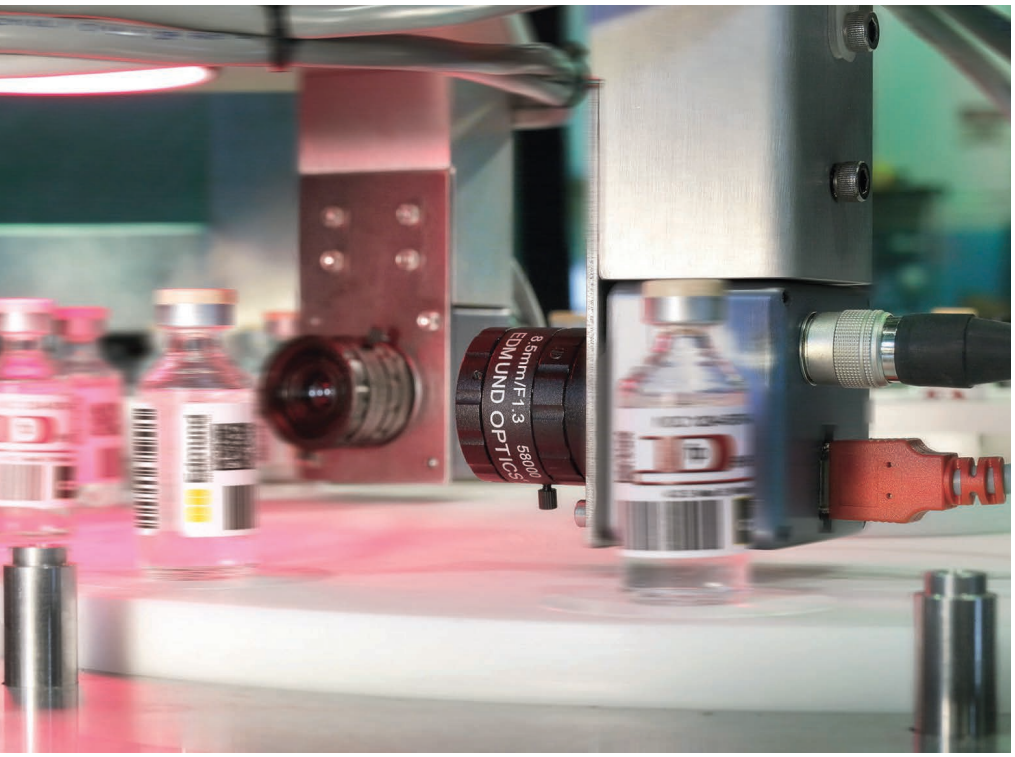
KONTAKT
Zebra Technologies, Ratingen
Tel.: +49 2102 5585900
www.zebra.com



Die Anwendung bestimmt die Optik

Warum das leistungsfähigste Objektiv nicht immer die beste Wahl ist

Wird für eine neue Bildverarbeitungsanwendung ein Objektiv benötigt, erscheint die Wahl eines Objektivs mit maximaler optischer Leistung einleuchtend. Schließlich sollen Auflösung und Bildkontrast so gut wie möglich ausfallen, damit keine Objektdetails verloren gehen. Entscheidend ist bei der Objektivauswahl allerdings nicht die maximale, sondern die für die jeweilige Anwendung passende und zuverlässigste Leistung. Ein weiterer, oft unterschätzter Faktor ist der Preis: Hochqualitative Objektive bewegen sich häufig in einem Preissegment, das über den Kostenvorgaben des Projekts liegt. Dieser Artikel zeigt auf, worauf es bei der Objektivauswahl ankommt und welche Kriterien entscheidend sind.



Bildverarbeitungsobjektive im Einsatz bei der Barcode-Erkennung

Voraussetzung für die Auslegung eines geeigneten Bildgebungssystems ist die genaue Kenntnis der Anwendungsanforderungen. Dazu gehört insbesondere die Definition des kleinsten relevanten Merkmals, das vom System zuverlässig erkannt werden soll. Basierend auf dieser Grundlage sowie weiteren Parametern wie Arbeitsabstand und Umgebungsbedingungen können passende Systemkomponenten bestimmt werden. Bildverarbeitungsobjektive werden bei dieser Auswahl häufig anhand individueller Spezifikationen verglichen, zum Beispiel im Hinblick auf höchste optische Auflösung, kleinste Blendenzahl oder größte Sensorabdeckung. Doch keine dieser Spezifikationen allein bestimmt die Bildqualität oder die Eignung eines Objektivs für einen bestimmten Einsatzzweck. Das Spektrum an Inspektionsaufgaben in der industriellen Bildverarbeitung ist zu breit und kein einzelnes Objektiv wird für jede Anwendung ideale Ergebnisse liefern. So profitiert das Barcode-Lesen zum Beispiel von einer hohen Tiefenschärfe und einem hohen Bildkontrast, während die optische Zeichenerkennung (OCR) für eine zuverlässige Detektion zusätzlich eine geringe Verzerrung erfordert.

Präzisionsmessanwendungen legen ebenfalls besonderen Wert auf minimale Verzerrung, während die Fehlererkennung nicht nur von einer ausreichenden Auflösung, sondern auch von einer passenden Beleuchtung abhängt. Bei Robotic-Vision-Systemen sind mechanische Robustheit und Fokusstabilität oft wichtiger als das Erreichen einer höchstmöglichen Auflösung. Letztendlich ist jenes Objektiv am besten geeignet, das die Inspektionsanforderungen der Anwendung und die allgemeinen Systemziele optimal erfüllt, ohne über die tatsächlichen Anforderungen hinauszugehen.

Warum mehr Licht nicht immer besser ist

In vielen Fällen wird eine niedrige Blendenzahl (eine große Blendenöffnung des Objektivs und damit eine hohe Lichtstärke) automatisch mit einem leistungsfähigeren Objektiv assoziiert. Aus theoretischer Sicht lässt sich diese Annahme gut begründen: Mit abnehmender Blendenzahl erhöht sich die erreichbare beugungsbegrenzte Auflösung, da der Durchmesser des Airy-Scheibchens kleiner wird. Eine niedrige Blendenzahl sorgt außerdem dafür, dass mehr Licht auf den Sensor gelangt. So werden kürzere Belichtungszeiten und weniger Unschärfe ermöglicht, was vor allem bei bewegten Objekten ausschlaggebend sein kann.

In der Praxis geht eine niedrige minimale Blendenzahl jedoch mit deutlich höheren Anforderungen an die Objektivkonstruktion einher und erschwert die Kontrolle optischer Aberrationen. Werden diese nicht ausreichend korrigiert, können sie die Vorteile einer reduzierten Beugung und verringerten Belichtungszeit überwiegen, die Modulationsübertragungsfunktion (MTF) des Systems vor allem an den Bildrändern verringern und die erreichbare Bildauflösung begrenzen.

Mit sinkender Blendenzahl werden deutlich anspruchsvollere optische Designs notwendig. Häufig sind optisches Spezialglas, besondere Linsengeometrien und engere Fertigungstoleranzen erforderlich. Dies erhöht die Komplexität des Designs und die Produktionskosten. Objektive mit niedriger minimaler Blendenzahl sind in der Regel teurer als vergleichbare Objektive, die für höhere Blendenzahlen entwickelt und optimiert wurden. Insbesondere bei industriellen Inspektionssystemen in großer Stückzahl können die Objektivkosten somit einen wesentlichen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen.

Blendenzahl und Tiefenschärfe in der Bildverarbeitung

Neben den höheren Entwicklungs- und Herstellungskosten besitzen lichtstarke Objektive, die bei kleinen Blendenzahlen verwendet werden, einen weiteren Nachteil: Aufgrund der geringeren Tiefenschärfe sinkt die Toleranz gegenüber Objektbewegungen, Vibrationen und Fokusfehlern.

Dieser Aspekt ist vor allem bei Inspektionssystemen an Förderbändern oder bei Anwendungen mit wechselnden Objektpositionen relevant. In solchen Fällen bietet eine Blendenzahl von 5,6, 8 oder sogar 11 oft eine bessere Balance zwischen Bildqualität, Robustheit und einfacher Einstellbarkeit des Objektivs als eine Blendenzahl von 2,8.

Entsprechend sollte auch die Auslegung des Objektivs auf den tatsächlich benötigten Blendenbereich abgestimmt sein. Wenn bei einer Anwendung eine Blendenzahl von 8 eingesetzt wird, bietet die Verwendung eines für die Blendenzahl 2,8 entwickelten und optimierten Objektivs wenig praktischen Nutzen, es sei denn, zukünftig sind niedrigere Blendenwerte erforderlich. Durch die Verwendung eines Objektivs, das von Anfang an für eine höhere minimale Blendenzahl konzipiert wurde, können erhebliche Kosteneinsparungen erzielt werden, ohne dass die Systemleistung beeinträchtigt wird.

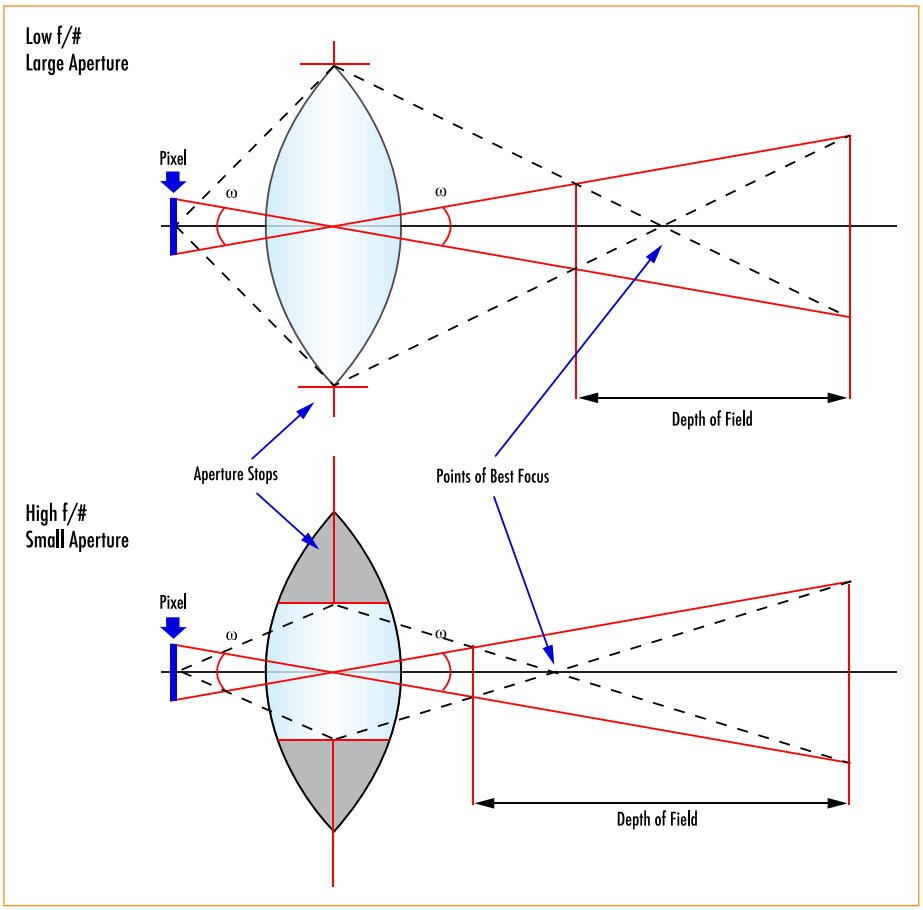
Das Zusammenspiel zählt

Die Bildqualität wird nicht allein durch die Leistung des Objektivs bestimmt, sondern durch das Zusammenspiel von Beleuchtung, Objektiv, Bildsensor und Bildverarbeitungs-Software. Selbst das hochwertigste Objektiv kann eine unzureichende Beleuchtung oder einen Bildsensor, der nicht die erforderliche Auflösung aufweist, nicht kompensieren. Ebenso bietet die Auswahl eines hochauflösenden Sensors wenig Nutzen, wenn das optische System die Bilddetails nicht auflösen kann. Letztlich ist nicht die Leistungsfähigkeit einzelner Komponenten entscheidend, sondern die Fähigkeit des Gesamtsystems, die erforderliche Auflösung zu erreichen und das kleinste relevante Merkmal der Inspektionsaufgabe zuverlässig zu detektieren.

Bei der Entwicklung eines Bildgebungssystems sollten daher alle Komponenten gemeinsam betrachtet und ausgewählt werden. Die Optimierung einer einzelnen Komponente führt häufig nicht zu der besten Gesamtleistung des Systems.

Zusammenfassung

Die erfolgreiche Objektivauswahl beginnt nicht mit einem Produktkatalog. Sie beginnt mit einem genauen Verständnis der Inspektionsaufgabe und ihrer spezifischen Anforderungen. Die Definition wichtiger Parameter wie Sichtfeld, Arbeitsabstand, Auflösung, Licht- und Umgebungsbedingungen zu einem frühen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess trägt entscheidend dazu bei, die Auswahl geeigneter Optiken einzuschränken und kostspielige Überarbeitungen zu vermeiden. Eine Objektivauswahl basierend auf den Anwendungsanforderungen und den Spezifikationen, die für die jeweilige Inspektionsaufgabe tatsächlich relevant sind, führt in der Praxis zu robusteren Bildverarbeitungssystemen und zuverlässigeren Ergebnissen.



Geometrische Darstellung der Tiefenschärfe für niedrige und hohe Blendenzahlen

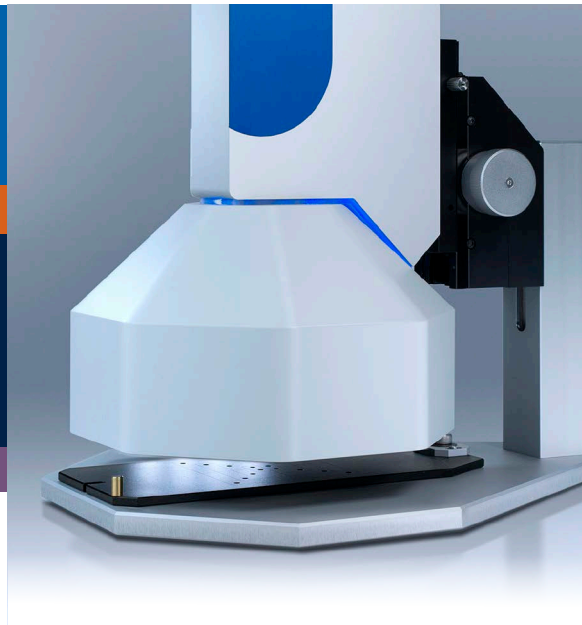
VISION
Halle 8, Stand C30

AUTORIN
Anna Hetzelt
Technical Content Specialist bei Edmund Optics Europe

KONTAKT
Edmund Optics Europe, Mainz
Tel.: +49 6131 57000
www.edmundoptics.eu

alle Bilder: Edmund Optics

solino®
opto
Vision Stuttgart Hall 10 C46
- Detects ALL surface characteristics and anomalies
- AI ready sensor



We Automate Microscopy
opto-group.com



Die beiden IDS-Geschäftsführer im Interview: Jan Hartmann (links) und Alexander Lewinsky

„Krise ist das neue Normal – wer am schnellsten reagiert, gewinnt“

IDS-Geschäftsführer Jan Hartmann und Alexander Lewinsky über Marktlage, Speicherkrise und den Standort Deutschland

Der Kamerahersteller IDS wird von den beiden Geschäftsführern Jan Hartmann und Alexander Lewinsky geleitet. Im Gespräch mit der inspect ordnen sie die aktuelle Marktlage ein, erläutern, wie sie der Speicherknappheit begegnen, warum sie Aufträge aus dem Verteidigungssektor annehmen und warum sie weiter die Produktion in Deutschland stärken.

inspect: Herr Lewinsky, wie sieht die aktuelle Marktlage für IDS aus?
Alexander Lewinsky: Das erste Quartal war für uns wirklich erfreulich – guter Auftragseingang, guter Umsatz. Wir liegen genau in unserem internen Plan. Wir sind sehr breit aufgestellt und liefern zum Beispiel in den Medizinbereich, der nach wie vor sehr stabil ist. Diese Kunden planen extrem langfristig, sie kaufen zehn, fünfzehn Jahre lang die gleiche, zertifizierte Kamera bei uns. Das ist eine verlässliche Basis. Das aktuelle Forecast-Update vom Vertrieb für den Rest des Jahres ist ebenfalls positiv. Wir sind optimistisch, dass das Jahr sehr gut weitergeht. Aber natürlich wissen wir es nicht: Wenn man sieht, was in der Welt passiert, sind wir eher vorsichtig optimistisch.

Merken Sie das auch am Bestellverhalten der Kunden?
Jan Hartmann: Deutlich. Letztes Jahr hatten viele Kunden regelrecht Respekt davor, sich über einen Rahmenvertrag zu binden. Das änderte sich dieses Jahr ganz krass: Wir bekommen wieder viel mehr Rahmenverträge über zwölf oder achtzehn Monate. Das betrifft vor allem Kunden im Gerätebau, die kontinuierlich Stückzahlen brauchen und ihre Produktion planen müssen. Statt jeden Monat neu zu bestellen, sichern sie sich über solche Lieferlose frühzeitig Preise und Mengen. Das hilft unserem Einkauf, und es gibt den Kunden Preisstabilität. Dass die Kunden hier wieder offener sind, ist ein ermutigendes Zeichen.

Zum Thema Absicherung gegen Krisen: Sie haben früh auf die Speicherkrise reagiert. Können Sie das bitte etwas erläutern?
Lewinsky: Zum einen haben wir seit mehreren Jahren eine Kamerafamilie im Portfolio, die gar keinen Speicher benötigt. Normalerweise brauchen Sie bei einer Kamera mit FPGA zusätzlich Speicher – unsere X-Familie ist FPGA-los, hat nur einen Interface-Chip und einen Sensor. Da haben wir gar kein Speicherproblem. Zum anderen haben wir schon Mitte letzten Jahres die ersten Gerüchte gehört, dass es beim Speicher kritisch werden könnte, und uns daraufhin für dieses Jahr abgesichert. Wir haben über mehrere

Jahre vorbestellt, Verträge geschlossen und große Mengen auf Lager gelegt – von allen kritischen Teilen wie FPGAs, Interface-Chips, Speicher und Spannungsreglern. Das reicht mindestens anderthalb Jahre, wenn nicht länger. Für 2027 und 2028 laufen bereits Bestellungen mit Verträgen. Wir haben aus der Vergangenheit gelernt.

Diese Vorratshaltung klingt nach einer größeren Investition.

Lewinsky: Das größte Investment war unser Lager nach der Supply-Chain-Krise [während Corona] – wir haben den Lagerwert seither verdoppelt. Während der Pandemie waren viele Bauteile nicht verfügbar. Als Familienunternehmen haben wir damals entschieden: Das darf uns nie wieder passieren. Deshalb haben wir viel Geld investiert, und heute ist unser Lagersystem ein echter USP für IDS. Ich bin überzeugt, dass es branchenweit kaum ein moderneres und automatisierteres Lagersystem gibt. Ähnlich verhält es sich mit unserer eigenen SMD-Bestückungslinie: Kunden, die zehnmal so viele Mitarbeiter haben wie wir, fragen uns im Audit, warum wir bei unserer Größe eine eigene Bestückungslinie betreiben. Ursprünglich war das ein innovatives Projekt hin zu größerer Unabhängigkeit – heute bestücken wir dort über hunderttausend Platinen pro Jahr.

Hartmann: Grundsätzlich ist es ein Vorteil, dass wir ein eigentümergeführtes Unternehmen sind. Wir müssen keine Rechenschaft gegenüber Investoren ablegen und können daher Entscheidungen zügig treffen. Im Bereich Investitionen haben wir unsere Prozesse deutlich professionalisiert – beispielsweise durch ROI-Berechnungen und eine klare strategische Ausrichtung. Wir setzen heute auf fundierte Analysen. Wenn wir jedoch von einer Maßnahme überzeugt sind, setzen wir sie konsequent um. Diese Flexibilität stellt einen echten Mehrwert dar – sowohl für unsere Kunden als auch für unsere Lieferanten, da eine Zusammenarbeit mit uns besonders effizient und reaktionsschnell ist.

Mit Nion hat IDS jetzt eine ToF-Kamera im Portfolio und damit neben Stereo-Vision eine weitere 3D-Technologie. Wie liefen die ersten Schritte der Entwicklung?



IDS entwickelt und produziert seine Kameras am Standort in Obersulm.

Lewinsky: Ausschlaggebend war der Sensor: Am Markt gab es einen VGA-Sensor von Sony, unserer ist ein 1,2-Megapixel-Time-of-Flight-Sensor von Onsemi. Das ist preislich und vom Kundenmarkt her etwas ganz anderes als unsere Stereokameras. Wir hatten immer wieder Anfragen von Kunden, die sagten: Wir haben 2D-Kameras und brauchen 3D – aber keine teure, große Stereolösung. Genau das passt gut zu IDS. Ende letzten Jahres haben wir die ersten Prototypen gebaut und auf Lager gelegt, um zu sehen, wie die Kunden anspringen. Nach zwei Wochen waren alle weg. Wir haben sogar ausführliche Testberichte über zehn, fünfzehn Seiten von Kunden bekommen – das zeigt, wie viel Interesse und Energie da drinsteckt.

Sie hätten den verbreiteten Sony-Sensor nehmen können. Warum der aufwendigere Weg?

Hartmann: Mit dem Sony-Sensor, den eigentlich alle integriert haben, wäre es ein reines Me-Too-Produkt geworden. Wenn wir aber etwas machen, wollen wir es besser oder anders machen. Der neue Sensor hat gut zu unserer Denkweise gepasst – damit konnten wir auf der grünen Wiese etwas Neues aufsetzen. Das war allerdings sehr aufwendig: Der Sensor war noch nicht in Serie, wir haben auf der Basis von Vorserien-sensoren von Onsemi entwickelt und waren in engem Austausch mit deren Ingenieuren. Dazu kam mit der Laser-Safety eine für uns völlig neue Zertifizierungskategorie. Aber ich bin wirklich froh, dass wir es gemacht haben – heraus kam ein sehr gutes Produkt, und das Feedback ist so positiv, dass wir es definitiv weiter ausbauen werden.

Ein Markt mit derzeit großem Wachstum ist der Verteidigungsbereich. Auch IDS hat Aufträge aus der Branche. Wie gehen Sie heute mit diesen Anfragen um?

Hartmann: Wir haben lange praktisch gar kein Defense gemacht. Inzwischen ist das Thema überall so präsent geworden, dass wir genau schauen müssen, wie wir uns in diesem Markt aufstellen. Nach wie vor sind wir vorsichtig – nicht nur aus eigener Überzeugung, sondern auch aus Exportgründen, denn unsere Produkte sind Dual-Use-Güter. Unsere Größe erlaubt es uns, jedes Projekt sehr konkret anzuschauen. Wir winken nicht einfach alles durch, sondern entscheiden gemeinsam, was wir machen wollen und was nicht.

Was gibt trotzdem den Ausschlag, sich zu öffnen?

Hartmann: Zum einen ist es einer der wenigen Märkte, die sich gerade wirklich stark und





Messedemo der Time-of-Flight-Kamera Nion

positiv entwickeln. Zum anderen geht es um europäische Souveränität. Wenn man auf Europa schaut, muss man sich auch dafür öffnen, dass solche Dinge hier entstehen können. Sonst heißt es am Ende: Wir wollen das nicht machen – und dann wird eben beim chinesischen Anbieter eingekauft. Das ist politisch gesehen auch nicht optimal.

Wo liegen abseits davon die größten Herausforderungen?

Hartmann: Tatsächlich sind wir gerade sehr optimistisch. Pain Points gibt es immer – die Zölle etwa begleiten uns seit letztem Jahr. Da geht es nicht nur ums Bezahlen, sondern um die Kommunikation, die sich ständig ändert. Oft gibt es noch nicht einmal offizielle Dokumente, sondern nur einen Tweet – und schon geht alles los, und die Kunden fragen, wie wir damit umgehen. Krise ist letztlich das neue Normal. Ich bin überzeugt: Krisen werden immer kommen, aber der Gewinner wird künftig sein, wer am besten und schnellsten darauf reagiert. Deshalb setzen wir viel Energie darauf, unsere Prozesse und Strukturen anzupassen, damit wir als Unternehmen schneller werden.

Sie legen großen Wert auf den Produktionsstandort Deutschland. Warum?

Hartmann: Wir sehen unsere Produktion in Deutschland beziehungsweise Europa als großen USP. Das bringt Standortvorteile und die Nähe zur Entwicklung. Und wir wollen als mittelständisches Unternehmen den Industriestandort Deutschland hochhalten, statt zu sagen: Es ist anderswo etwas billiger, also schieben wir alles nach Asien. Uns ist wichtig, die Menschen und Unternehmen hier weiter zu fördern.

Lewinsky: Dieses Feedback bekommen wir auch von vielen Kunden. Wenn sie einmal durch unsere Produktion gelaufen sind, sagen sie: Euch kann ich wirklich vertrauen. Wir haben sehr viel von der Supply Chain im Griff, weil wir vieles inhouse machen – bis hin zu den Betriebsmitteln. Gerade Medizinkunden, die über viele Jahre hohe Stückzahlen in gleichbleibender Qualität brauchen, schätzen das. Wenn etwas Unvorhergesehenes passiert, haben wir alles im Haus und können direkt reagieren.

Ist das unter den aktuellen Rahmenbedingungen langfristig durchzuhalten?

Hartmann: Das ist eine komplexe Frage – einfach gemacht wird es einem nicht. Die politischen Rahmenbedingungen für Unternehmen in Deutschland sind nicht einfach und werden gefühlt tendenziell auch nicht einfacher, allen voran das Thema Bürokratie. Für mich überwiegen aktuell aber klar die Vorteile einer lokalen Produktion. Was in den nächsten Jahren passiert, können wir nicht vorhersagen – aber wir haben weiterhin das Ziel, alles hier am Standort zu halten.

VISION
Halle 8, Stand C60

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
IDS Imaging Development Systems GmbH,
Obersulm
Tel.: +49 7134 961960
E-Mail: info@ids-imaging.com
www.ids-imaging.com

alle Bilder: David Löh/Wiley

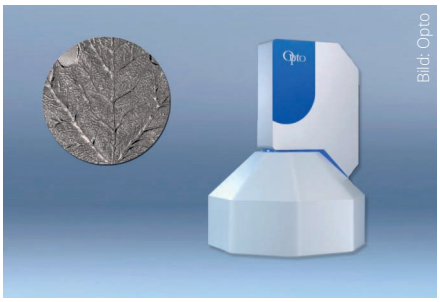


Bild: MVTec

KI-gestützte Software-Suites

MVTec Software präsentiert ein integriertes Portfolio für die industrielle Bildverarbeitung mit Schwerpunkt auf künstlicher Intelligenz. Die Produkte Halcon, Merlic und das Deep Learning Tool kombinieren Deep-Learning-Methoden mit regelbasierten Algorithmen und sind Hardware-unabhängig. Halcon eignet sich für anspruchsvolle Anwendungen. Merlic bietet eine benutzerfreundliche Umgebung für die Einrichtung von Bildverarbeitungsaufgaben. Das Deep Learning Tool unterstützt die effiziente Aufbereitung von Trainingsdaten sowie das Training und die Bewertung von KI-Modellen. Mit HDevelop Evo stellt MVTec eine neue Generation seiner Entwicklungsumgebung vor. **www.mvtec.com**

Auf der Vision • Halle 8, Stand C56


Bild: Opto

Fortschrittliche optische Analyse zur Oberflächencharakterisierung

„Solino" von Opto ist ein Bildgebungssystem für die detaillierte optische Oberflächenanalyse. Es nutzt 64 hochintensive LEDs, um ein Objekt aus verschiedenen Richtungen zu beleuchten, sowie eine 20-Megapixel-Kamera, um jeden Beleuchtungswinkel separat aufzuzeichnen. Diese Konfiguration erzeugt eine mehrdimensionale Reflexionskarte, die über die herkömmliche Bildgebung hinausgeht. Mittels BRDF-Profilen (Bidirectional Reflectance Distribution Function) charakterisiert das System, wie Oberflächen mit Licht interagieren, und identifiziert mikroskopische Unregelmäßigkeiten, Rauheit, Verunreinigungen und andere Anomalien. **www.opto.de**

Auf der Vision • Halle 10, Stand C46

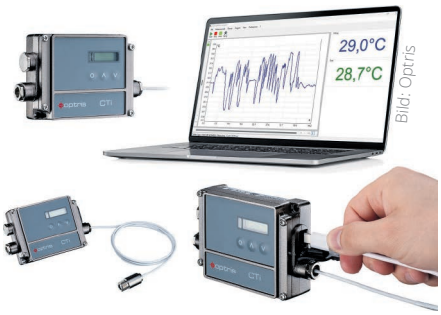


Bild: Optris

Infrarot-Temperaturmessung für Metalle

Optris erweitert seine CTI-Pyrometer-Serie um die Infrarotsensoren CTI 1M, CTI 2M und CTI LT Fast für die berührungslose Temperaturmessung in industriellen Umgebungen. Der CTI 1M arbeitet bei 1,0 µm im Temperaturbereich von 350 bis 2.200 °C und ist für Prozesse in der Stahl-, Wolfram-, Eisen- und Halbleiterindustrie ausgelegt. Es bietet eine Belichtungszeit von 110 µs, eine Ansprechzeit von 320 µs und eine optische Auflösung von bis zu 75:1. Das CTI 2M deckt den Temperaturbereich von 150 bis 2.000 °C bei 1,6 µm ab und ist für niedrigere Metalltemperaturen sowie eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Änderungen des Emissionsgrades und Reflexionen optimiert.

www.optris.de



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.

06. – 08. Oktober 2026
Messe Stuttgart
www.vision-messe.de

VISION
Weltleitmesse für Bildverarbeitung

Kameratechnik im Verborgenen

Interview mit Michael Cmok, Geschäftsführer von Ximea

In Medizin-, Fertigungs-, Mess- und Raumfahrtsystemen bleibt die eingesetzte Kameratechnik häufig unsichtbar. Michael Cmok erklärt, wie sensible Entwicklungsprojekte geschützt werden und warum Sensorwahl, Bandbreite, Thermik und mechanische Integration gemeinsam betrachtet werden müssen.

inspect: Ximea ist bei vielen Projekten als Komponentenlieferant im Hintergrund beteiligt, ohne selbst sichtbar zu werden. In welchen Anwendungsfeldern seid ihr besonders häufig als stille Zulieferer vertreten?

Michael Cmok: Es sind im Kern fünf Cluster, und sie haben alle dieselbe Eigenschaft: Die Kamera ist dort ein kritisches Bauteil, aber niemand außerhalb des Entwicklungsteams erfährt, welches.

Das erste Cluster ist Life Science und Medizintechnik – Mikroskopie, Ophthalmologie, minimalinvasive und intraoperative Bildgebung, zunehmend auch Chirurgierobotik.

Das zweite ist die Fertigung: automatische optische Inspektion in der Elektronik- und Halbleiterproduktion und Roboterführung.

Das dritte fasse ich unter Messen und Erfassen zusammen: Luftbild-Payloads in Flugzeugen und Drohnen, Photogrammetrie und Mobile Mapping, Geschwindigkeitsmessung im Verkehr.

Das klingt zunächst wie ein Sammelbecken, hat aber einen gemeinsamen Kern: Aus dem Bild muss ein belastbarer Messwert werden, der einer Prüfung standhält – geometrisch, metrologisch und im Fall der Verkehrsmessung auch vor Gericht.

Das vierte Cluster ist Raumfahrt und Astronomie: Satellitensysteme, Teleskope, Weltraumlageerfassung und Kameras für die bemannte Raumfahrt.

Und das fünfte ist Media und Sport: volumetrische Aufnahmestudios, VR-Produktion mit Stereo-180°- und 360°-Rigs, Bewegungs- und Balltracking im Sport.

Grob gesagt, je enger der mechanische Bauraum, je höher die Bandbreitenanforderung aus Bildrate, Auflösung und Kamerazahl und je höher der Integrationsgrad, desto wahrscheinlicher steckt eine Kamera von uns dahinter und desto unwahrscheinlicher ist, dass Sie das erfahren.

Warum ist das so?

Dass das so ist, hat drei Gründe, die zusammenwirken: Erstens ist es eine bewusste Rollenentscheidung. Wir sind Komponentenhersteller, kein Systemhaus und kein Integrator. Unsere Kunden bauen das Gerät, das am Ende einen Namen und eine Zulassung hat, wir bauen den Teil, der sehen kann.

Zweitens ist die Kameraauswahl selbst eine verwertbare Information. Wer Sensor, Auflösung, Bildrate, Wellenlängenbereich und Interface einer Kamera kennt, kann rückrechnen, was ein System optisch kann und wo seine Grenzen liegen. In der Halbleiterinspektion, in der Verkehrstechnik oder in der Medizintechnik ist genau das der Kern der Differenzierung unseres Kunden. Ein Datenblatt kann in solchen Feldern mehr verraten als ein Werksbesuch.

Drittens gibt es regulatorische und wettbewerbliche Zwänge, die gar nicht bei uns liegen: Medizinprodukte durchlaufen Zulassungen, in denen ein Lieferantenwechsel eine Requalifizierung auslöst. Darüber spricht niemand vorab öffentlich. Projekte mit Exportkontrollrelevanz unterliegen zusätzlichen Beschränkungen. Und Startups wollen ihre Stückliste nicht offenlegen, solange Patente und Finanzierungsrunden nicht durch sind. Unter unseren Kunden sind Konzerne aus der Fortune 500 und Startups, die in fünf Jahren gern welche wären. Belegen kann ich das hier nicht – was, logischerweise, genau mein Punkt ist.

Wie organisiert ihr intern den Umgang mit sensiblen Informationen, damit die Vertraulichkeit über die gesamte Projektlaufzeit gewahrt bleibt?

Vertraulichkeit lässt sich nicht auf Wohlwollen bauen, sie muss ein Prozess sein, sonst überlebt sie den ersten Personalwechsel nicht. Der wichtigste Faktor ist struktureller Natur und lange vor dem ersten NDA entstanden: Wir sind vertikal integriert. Sensorevaluierung, Optikauslegung, Elektronik, Mechanik, FPGA- und Firmware-Entwicklung, SDK und Serienfertigung liegen vollständig bei uns: Entwicklung und Produktion in der Slowakei, Vertrieb und Marketing in Münster sowie über unsere Tochtergesellschaft in den USA. Es gibt keinen Auftragsfertiger, der eine komplette Kamera für uns baut, und keinen Systempartner, der eine vollständige Stückliste braucht. Damit ist der Kreis der Menschen, die ein Projekt ganz kennen, von Natur aus klein.

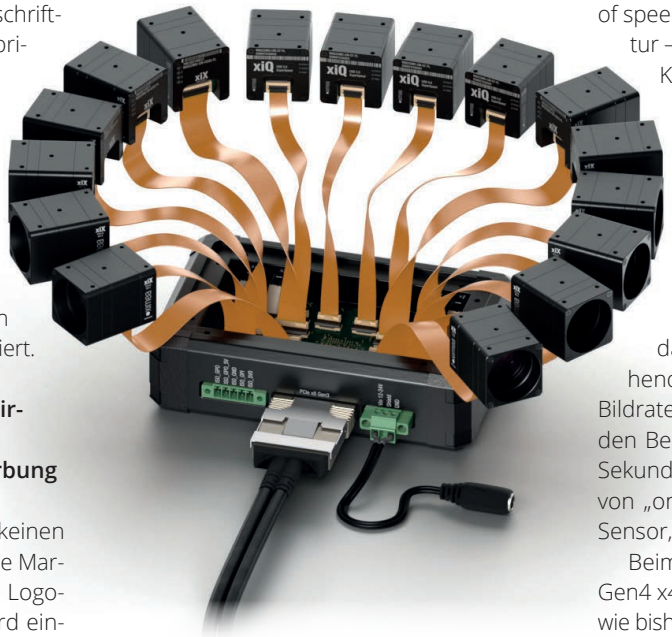
Untermauert wird das durch unser Qualitätsmanagement – Dokumentenlenkung und Änderungsverfolgung sind dort ohnehin Pflicht, wir nutzen sie zusätzlich als Vertraulichkeitsinstrument.

Ein Punkt, der in der Praxis mehr bringt als jede technische Maßnahme, betrifft die Trennung der Rollen. Der Vertrieb kennt die Kundennamen selbstverständlich, er arbeitet mit diesen Kunden. Das Marketing kennt sie nicht, es sei denn, eine Nennung ist ausdrücklich mit dem Kunden abgestimmt. Wer nach außen kommuniziert, weiß bei uns also bewusst weniger, als er wissen könnte. Man kann nicht weitergeben, was man nicht weiß. Und für alles, was nach außen geht, gilt ein Freigabeprozess: kein Kundenname, kein



Michael Cmok, Geschäftsführer von Ximea: „Je enger der Bauraum, je höher die Bandbreite und je höher der Integrationsgrad, desto wahrscheinlicher steckt eine Kamera von uns dahinter – und desto unwahrscheinlicher ist, dass Sie das erfahren."

Anwendungsbeispiel, kein Bild ohne schriftliche Freigabe des Kunden. Das ist übrigens nicht nur eine Frage der Vertraulichkeit: Wer Sensorik, Elektronik, FPGA und Fertigung auf mehrere Zulieferer verteilt, kann einen Zielkonflikt zwischen Wärme, Rauschen und Bauraum nicht auflösen – der landet dann beim Kunden auf dem Tisch. Wir verkaufen am Ende kein Leiterplatten-Design, sondern schulden dem Kunden, dass sein Gerät funktioniert.



Der X-Switch bündelt vier bis zwölf Kameras auf eine einzige Hostverbindung mit bis zu 64 Gbit/s. Entstanden ist das Serienprodukt aus einer Kundenanforderung – die nach wie vor ungenannt bleibt.

Was bedeutet es für eure Außenwirkung in der Branche, wenn ihr mit erfolgreichen Projekten keine Werbung machen könnt?

Es kostet uns etwas, und ich sehe keinen Grund, das schönzureden. Der übliche Marketingmechanismus fällt weg: keine Logo-Wand, keine Success Story, kein „wird eingesetzt bei". Unsere Bekanntheit ist dadurch kleiner, als sie ohne NDAs wäre – und wir verlieren gelegentlich Projekte in der ersten Vorauswahl, weil eine Einkaufsabteilung recherchiert und bei einem Wettbewerber mit gepflegter Referenzseite mehr findet als bei uns. Das ist der Preis.

Wir haben uns entschieden, diesen Nachteil nicht durch Andeutungen zu kompensieren. Genau da liegt die Versuchung, und wir kennen sie: Man nennt keinen Namen, beschreibt die Anwendung aber so genau, dass jeder Fachmann weiß, wer gemeint ist. Das ist formal NDA-konform und wäre für uns trotzdem ein Bruch. Deshalb sprechen wir in unserer Kommunikation über Fähigkeiten statt über Anwendungen: Wir zeigen, was unsere Technik kann, unter welchen Bedingungen und mit welchen Messwerten und nicht, für wen wir sie gebaut haben.

Wie schafft ihr bei neuen Kunden Vertrauen, dass sensible Projekte bei euch sicher aufgehoben sind – gerade ohne öffentlich vorzeigbare Referenzen?

Mit dem Argument, das auf der Hand liegt: Sie finden Ihren Wettbewerber nicht auf unserer Website. Genau das ist der Punkt. Ein Lieferant, der ungefragt mit fremden Projekten wirbt, wird auch mit Ihrem werben.

Gibt es Beispiele, in denen aus einer zunächst vertraulichen Speziallösung ein reguläres Produkt oder Funktion entstanden ist?

Ständig. Ich würde sogar sagen, unser Katalog ist zu einem guten Teil das Archiv gelöster Kundenprobleme.

Das größte Beispiel ist unsere PCIe-Architektur. Der Ausgangspunkt war die Anforderung, viele Kameras mit hoher Bandbreite und niedriger Latenz in ein System zu bekommen, ohne Framegrabber – die Kamera schreibt ihre Daten per DMA direkt in den Hauptspeicher. Daraus sind die Familien xiB, xiB-64 und xiX geworden, dazu der X-Switch , der vier bis mehr als zwölf Kameras auf eine einzige Hostverbindung mit bis zu 64 Gbit/s bündelt. Der direkte Transfer in den GPU-Speicher, heute als GPUDirect im SDK, kam ebenfalls aus einer einzelnen latenzkritischen Anforderung.

Welche Produkte und Themen stellt ihr auf der Vision in Stuttgart in den Mittelpunkt?

Wir stellen die nächste Generation unserer modularen Kameraplattform vor. Das Motto ist „One platform, a new generation of speed": eine Sensorfamilie, eine Architektur – und die Konfiguration bestimmt der Kunde.

Technische Basis ist Sonys aktuelle Global-Shutter-Generation auf Pregius-S-Basis. Wir unterstützen beide Reihen auf derselben Plattform: die 2.7 Series mit IMX925, 926, 935 und 936 sowie die 2.7 UHS Series mit IMX927, 928, 929, 937, 938 und 939. Zusammen sind das 12 bis 105 Megapixel, durchgehend Global Shutter mit BSI-Pixeln und Bildraten, die je nach Sensor und Bittiefe in den Bereich mehrerer Hundert Bilder pro Sekunde gehen. Genau darin liegt der Sinn von „one platform": Der Kunde wählt den Sensor, nicht die Kameraarchitektur.

Beim Interface gibt es zwei Wege: PCIe Gen4 x4 mit 64 Gbit/s – dieselbe Bandbreite wie bisher, aber auf der halben Zahl an Lanes und damit schlanker zu verkabeln – oder USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s, das ist viermal so schnell wie unsere heutigen USB3-Kameras. Software-seitig bleibt es bei GenICam und unserem gewohnten SDK: Die Applikations-Software bleibt unverändert, integriert wird die neue Interface-Generation, portiert wird nichts. Dazu kommt die Peripherie, die in der Praxis über Machbarkeit entscheidet: der aktive Canon-RF-Adapter mit Fokus- und Blendensteuerung, Verkabelung von Flachbandkabel bis Glasfaser, und eine OEM-fähige Anbindung an Embedded-Plattformen wie NVIDIA Jetson.

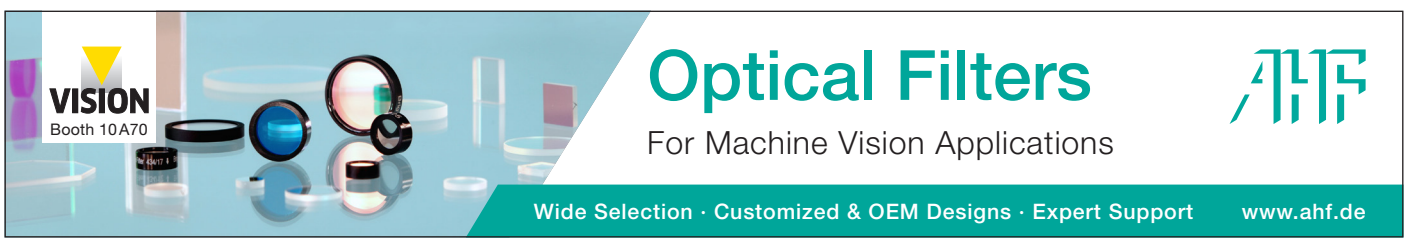
Der Bezug zum Thema dieses Interviews ist unmittelbar: Diese Plattform ist das Ergebnis genau der Projekte, über die wir nicht sprechen dürfen. Konfigurierbarkeit statt Einzelanfertigung ist die Lehre aus drei Jahrzehnten Sonderlösungen – die Erkenntnis, dass es die eine passende Kamera nicht gibt, aber sehr wohl die eine passende Architektur.

VISION
Halle 10, Stand D50

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

KONTAKT
Ximea GmbH, Münster
Tel.: +49 251 2024080
www.ximea.com

alle Bilder: Ximea



High-Speed-Kameras für Analyse und Prozessoptimierung

Anwendungen, Auswahlkriterien und Trends

Im Interview erklären Markus Krause, Produktmanager bei Quantum Design, und Stephan Trost, Vizepräsident Vertrieb & Marketing bei Kamerahersteller AOS, wie High-Speed-Kameras Produktionsfehler sichtbar machen, Forschungsanwendungen unterstützen und Stillstände vermeiden. Sie sprechen über Auswahlkriterien, neue Streaming-Technologien, die Rolle der Software sowie künftige Entwicklungen bei Sensorik und KI-gestützter Analyse.

inspect: In welchen Bereichen kommen High-Speed-Kameras typischerweise zum Einsatz?
Stephan Trost: Highspeed-Kameras werden zum Beispiel eingesetzt, um Produktionsfehler aufzudecken. Die Bildanalyse hilft bei der Kalibrierung der Maschinen. So wird Produktausschuss reduziert und Anlageausfall vermieden. Bei der Inbetriebnahme von Anlagen helfen sie sicherzustellen, dass die gewünschte Sollkadenz erreicht wird.
Markus Krause: In der Forschung kommen schnelle Kameras unter anderem in den Materialwissenschaften zum Einsatz, zum Beispiel bei Fallversuchen, der Mikrofluidik oder der Optimierung schneller Schaltvorgänge. Spezielle crashfeste Highspeed-Kameras werden in der Automobilindustrie eingesetzt, um die Sicherheit zu verbessern und den Innenraum des Fahrzeugs während eines Crashs genau zu beobachten.

Welche Anwendungsfelder für High-Speed-Kameras sind heute möglich, die vor wenigen Jahren technisch oder wirtschaftlich noch nicht realisierbar waren?
Trost: Highspeed-Kameras haben heute sehr lange Aufnahmezeiten, teilweise bis zu mehreren Stunden. Diese Streaming-Kameras sind auch im Vergleich zu früher deutlich günstiger. Es ist viel komfortabler und auch preiswerter, selbst selten auftretende Fehler zu erfassen und deren Ursache zu analysieren.

In welchen Fällen reicht eine günstigere Kamera, die weniger fps erreicht, nicht mehr?
Trost: Wenn die zeitliche Auflösung entscheidend ist. Bei sehr schnellen Bewegungsabläufen führt eine zu geringe Bildrate zu großen Bewegungsdistanzen zwischen den Einzelbildern. Wichtige Phasen oder Ereignisse werden dann schlicht nicht erfasst und eine höhere Bildfrequenz – sprich Abtastrate – ist von Nöten.
Krause: Entscheidend ist für die konkrete Anwendung die richtige Balance zwischen Bildrate, Auflösung und Aufnahmezeit zu finden. Wir unterstützen unsere Kunden dabei, die für sie passende Kamera auszuwählen.

Viele Produktionsprobleme treten nur sporadisch auf. Wie helfen High-Speed-Kameras dabei, solche schwer reproduzierbaren Fehler sichtbar zu machen?
Trost: Hochwertige Highspeed-Kameras können heute über längere Zeiträume im Ringspeicherbetrieb aufzeichnen. Die Zeitlupenanalyse macht schnelle Abläufe sichtbar und zeigt, wie sich ein Fehler entwickelt. Wenn Produktionsausfälle so vermieden werden, macht sich die Investition in eine solche Kamera sehr schnell bezahlt.

Müssen Anwender Spezialisten für Bildverarbeitung sein, um High-Speed-Kameras effektiv zur Fehlersuche einzusetzen, oder sind moderne Systeme auch für Instandhalter und Prozessingenieure geeignet?
Trost: Die Bedienung der Systeme ist viel anwenderfreundlicher geworden und auf die Bedienung durch Instandhalter und Prozessingenieure ausgelegt. Unsere mobile Tablet-Lösung, das Promon Scope G4, ermöglicht





Stephan Trost, Vizepräsident Vertrieb & Marketing bei Kamerahersteller AOS und Markus Krause, Produktmanager bei Quantum Design, arbeiten eng zusammen, auch beim gemeinsamen Stand auf der Vision.

alle Bilder: Quantum Design

die schnelle Analyse von Bewegungsabläufen direkt an der Anlage. Über die intuitive Touch-Oberfläche lässt es sich mit wenigen Befehlen einfach bedienen. Wir nennen es daher auch das Oszilloskop des Maschinenbauers.

Welche technischen Kenngrößen – neben den Bildern pro Sekunde – sind bei der Auswahl einer High-Speed-Kamera entscheidend?
Trost: Viele Parameter sind heute weniger kritisch als früher. Zum Beispiel die Lichtempfindlichkeit oder Verschlusszeit. Moderne Kameras decken diese Anforderungen in der Regel sehr gut ab. Auch die Bittiefe ist nicht zwingend eine kritische Größe. Wichtiger ist die Größe des Sensors, da sie direkten Einfluss auf die Auswahl der Objektive hat. Auch, ob eine Farb- oder Monochromkamera eingesetzt werden soll, ist eine wichtige Frage. Eine Monochromkamera liefert mehr Details und damit ein klareres Bild.

High-Speed-Aufnahmen bedeuten kurze Belichtungszeiten. Wie wichtig sind Beleuchtung und Optik?
Krause: Sehr wichtig! Oft ist zusätzliches Licht erforderlich, um aussagekräftige Aufnahmen zu machen. Auch die Auswahl des Objektivs hat einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Aufnahmen und damit der Fehleranalyse. Deshalb besprechen wir infrage kommende Objektive und Beleuchtungskonzepte bereits vor dem Kauf mit unseren Kunden. Einzelne Kamera-Setups stellen wir nach Absprache auch im Rahmen einer Demo oder Leihe zum Testen direkt am Messobjekt zur Verfügung.

Mit den Promon-Kameras hat Quantum Design auch Streaming-Kameras im Portfolio. Welche Anforderungen stellen sie in Bezug auf die Schnittstelle?
Krause: Fast alle Promon-Kameras nutzen eine USB-Schnittstelle. Die Ausnahme ist das Promon 2000 HSR, unser neuestes System. Hier nutzen wir die GigE-Schnittstelle, um den Messrechner mit dem Kameracontroller zu verbinden.

Haben Streaming-Kameras technische Beschränkungen im Vergleich zu den Kameras mit eingebautem Speicher?
Krause: Mit dem Promon 2000 HSR erreichen wir Bildraten wie mit Kameras mit internem Speicher. Die Datenübertragungsrate des USB-Interfaces ist allerdings insgesamt geringer als die der GigE-Schnittstelle. Bei kleinerem Sichtfeld sind jedoch ebenfalls hohe Frameraten möglich.

Welche Rolle spielt Software – von der Ereigniserkennung über Zeitlupenauswertung bis hin zur Messdatenanalyse – für den praktischen Nutzen einer High-Speed-Kamera?
Trost: Die Software ist ein Schlüsselfaktor bei der Aufnahme und Analyse von Highspeed-Aufnahmen. Mit einer guten Software lässt sich die Kamera so konfigurieren, dass genau die gewünschte Sequenz aufgezeichnet wird. Über die Software werden Trigger- und Motion-Detection-Funktionen aktiviert und umfangreiche Wiedergabe- und Zeitlupenanalysen sowie einfache quantitative Analysen möglich. Die Software Imaging Studio V4 von AOS bietet diese und weitere Werkzeuge für Aufnahme, Wiedergabe und Analyse. Sie kann auf beliebig vielen Rechnern installiert werden. So lassen sich Aufnahmen zum Beispiel direkt in der Produktion auswerten und später im Konstruktions- oder Entwicklungsbüro analysieren.

Quantum Design vertreibt die Kameras von AOS. Welche Leistungen bieten Sie Anwendern über den reinen Verkauf hinaus?
Krause: Außer Pre- und Aftersales-Service, ausführlicher Beratung, Installationen und einfachen Service- und Wartungsarbeiten, bieten wir die Möglichkeit, eine breite Auswahl an Demogeräten für ein bis zwei Wochen zu testen.

Unser Portfolio an Imaging-Kameras deckt den gesamten Bereich von Röntgen bis langwelliges Infrarot ab. Außer Highspeed- bieten wir auch IR- und Hyperspektralkameras an. Auch Zubehör wie Optiken, Kabel, Halterungen und vieles mehr kann über uns bezogen werden.

Welche Entwicklungen werden den Bereich High-Speed-Kameras in den nächsten Jahren prägen?
Trost: Definitiv höhere Geschwindigkeiten und Auflösungen bei den Sensoren. Erste Sensoren mit Back-Side-Illumination-Technologie (BSI) sind ebenfalls schon erhältlich und verändern die Lichtempfindlichkeit. Durch Schnittstellen wie USB4 und 10GigE werden noch höhere Datenraten möglich. Algorithmen und KI werden intelligente Analyseverfahren ermöglichen, mit denen bereits im Vorfeld gesehen werden kann, wie und wo sich ein Fehler entwickelt.

Was werden Sie auf der Vision 2026 konkret im Bereich High-Speed zeigen?
Trost: Wir zeigen sowohl AOS-Streaming- als auch die klassischen Highspeed-Kameras mit internem Speicher. Besonderes Augenmerk legen wir jedoch auf das Promon Scope G4 und das Promon 2000 HSR.
Krause: Ebenfalls stellen wir eine Kamera für den Einsatz bei extremen Umweltbedingungen vor. Röntgen-, Infrarot- und Hyperspektralkameras runden die Ausstellung ab.

AUTOR
David Löh
Chefredakteur

VISION
Halle 10, Stand G11

KONTAKT
Quantum Design GmbH, Pfungstadt
Tel.: +49 6157 807100
E-Mail: germany@qd-europe.com
qd-europe.com

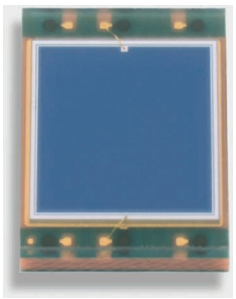



Bild: Eye Vision

Bildverarbeitungs-Software für GS1-konforme 2D-Codes im Handel

Die Bildverarbeitungs-Software Eyevision von Eye Vision Technology unterstützt die Umsetzung von Sunrise 2027, bei der der Einzelhandel bis Ende 2027 GS1-konforme 2D-Codes zusätzlich zu linearen Barcodes an der Kasse lesen und verarbeiten soll. Die Software dekodiert QR-, Datamatrix- und klassische Barcodes und stellt die gewonnenen Informationen für Produktion, Handel und Logistik bereit. Neben der reinen Lesbarkeit prüft Eyevision die enthaltenen Daten, vergleicht sie mit Produktions- oder Auftragsinformationen und überträgt sie über integrierte Schnittstellen und Protokolle an SPSen, Datenbanken oder übergeordnete Systeme. Die Codeerkennung lässt sich mit OCR kombinieren, um aufgedruckten Klartext mit den Code-Inhalten abzugleichen. **www.evt-web.com**

Auf der Vision • Halle 10, Stand G57


Bild: Hamamatsu

Kompakte Fotodiode für präzise optische Detektion

Hamamatsu Photonics stellt mit der S15152 eine Silizium-Pin-Fotodiode für laserbasierte und elektronische Messgeräte vor. Die Diode ist auf hohe Infrarotempfindlichkeit und schnelle Ansprechzeit ausgelegt und adressiert Anwendungen in optischer Messtechnik, Freiraum-Optik-Kommunikation und Dimensionsanalyse. Das oberflächenmontierbare Gehäuse erleichtert die Integration in kompakte Systeme und in Elektronik, die in großen Stückzahlen gefertigt wird. Die S15152 ist mit bleifreiem Lot kompatibel und unterstützt RoHS-konforme Fertigungsprozesse. Typische Einsatzfelder sind Freiraum-Optik (FSO), Laserradarsysteme, optische Leistungsmesser, Barcode-Lesegeräte sowie Mess- und Analysegeräte, bei denen ein großes Sichtfeld und eine zuverlässige, schnelle Datenerfassung gefordert sind. **www.hamamatsu.de**

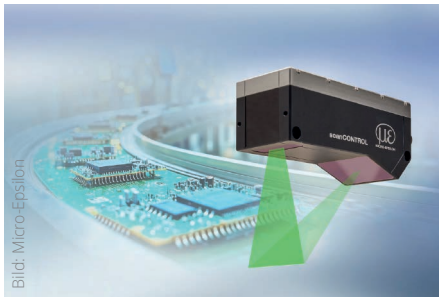


Bild: Pleora

Externer Framegrabber für GigE-Vision-Anbindung

Pleora Technologies stellt mit dem Iport Gev-TB External Frame Grabber eine Lösung vor, um hochbandbreite GigE-Vision-Kameras direkt an kompakte, kostengünstige Rechnerplattformen anzubinden. Das Gerät wandelt GigE Vision 2.x Kameradaten in einen PCIe-Datenstrom um und überträgt Videodaten mit bis zu 22,5 Gbit/s bei niedriger, deterministischer Latenz über ein Standard-Ethernet-Kabel an Thunderbolt-3/4- oder USB4-Schnittstellen. Der externe Framegrabber ersetzt interne PCIe-Karten und ermöglicht so den Einsatz von Laptops, Embedded-PCs, Industrie-PCs oder Single-Board-Computern in anspruchsvollen Bildverarbeitungsanwendungen. Eine integrierte DMA-Engine überträgt Bilddaten direkt in den Host-Speicher und reduziert die CPU-Last. Hardwarebasiertes Paket-Resend-Management und ein Framepuffer sorgen für zuverlässige Bildübertragung auch bei hohen Datenraten. Das System ist GigE Vision 2.2- und GenICam-konform. **www.pleora.com**

Auf der Vision • Halle 8, Stand B02


Bild: Micro-Epsilon

Kompakter 3D-Laserscanner mit integrierter Datenverarbeitung

Die Laserscanner-Serie Scancontrol 8500 von Micro-Epsilon ist für 3D-Messaufgaben in Produktionsumgebungen konzipiert. Die gesamte 3D-Datenverarbeitung erfolgt im Sensor selbst, wodurch die Systemkomplexität und das Datenvolumen reduziert werden. Neben 2D-Auswertungen können Messwerte direkt im Sensor aus den 3D-Daten berechnet und über Industrial Ethernet an Steuerungen übertragen werden. Alternativ stehen kalibrierte 3D-Punktwolken oder 2D-Profildaten für die externe Verarbeitung zur Verfügung. Die Geräte sind deutlich kompakter als viele vergleichbare Systeme, was die Integration in Maschinen, Anlagen und Nachrüstkonzepte vereinfacht. **www.micro-epsilon.de**

Auf der Vision • Halle 10, Stand C30



Bild: Opto

Live-Demonstration integrierter Bildverarbeitungslösungen

Auf der Vision präsentiert Opto Engineering komplette, voll funktionsfähige Bildverarbeitungssysteme. Die Demos zeigen einzelne Komponenten und deren Zusammenspiel innerhalb von End-to-End-Prüflösungen für reale Anwendungen. Zu den Anwendungsbeispielen gehören die PCBA-Prüfung bei unterschiedlichen Bauteilhöhen, ermöglicht durch Flüssiglinsentechnologie zur dynamischen Fokussteuerung, sowie die Innenprüfung zylindrischer Batteriezellgehäuse und der Gehäusevermessung. Außerdem werden die Nadelprüfung an medizinischen Spritzen und die Inneninspektion von Spritzenzylindern aus Glas sowie die Prüfung von Glasflaschen demonstriert. **www.opto-e.com**

Auf der Vision • Halle 8, Stand D48


Bild: Flir

Zustandsüberwachung für Mittel- und Hochspannungsanlagen

Flir führt mit der Si2a PD eine fest installierte Akustikkamera für die kontinuierliche Überwachung von Teil-Entladungen in Mittel- bis Hochspannungsumgebungen ein. Die Lösung basiert auf der tragbaren Si-Serie und ist auf den Dauerbetrieb in Umspannwerken, Schaltanlagen, Transformatoren und gasisolierten Systemen ausgelegt. Die Si2a PD erfasst sporadische und kurzzeitige Ereignisse, die bei periodischen Inspektionen häufig unentdeckt bleiben. Sie kombiniert akustische Bildgebung mit KI-gestützter Erkennung, Klassifizierung und Bewertung von Fehlern in Entfernungen bis zu 200 Metern. Die Kamera ist für den Einsatz in rauen Umgebungen mit Schutzart IP66 konzipiert. **www.teledyneflir.com**

Auf der Vision • Halle 8, Stand B10


Bild: Faro

Bildverarbeitung für berührungslose 3D-Messprozesse

Faro Creaform aktualisiert sein Laser-Line-Probe-Portfolio für den Einsatz mit der Quantum X Faroarm- und der Quantum Max Faroarm-Serie. Kern des Updates sind überarbeitete Bildverarbeitungsalgorithmen, die eine höhere Scankonsistenz und eine verkürzte Zeit bis zur Datenverfügbarkeit ermöglichen, insbesondere bei dunklen, glänzenden oder kontrastreichen Oberflächen. Die Lösung reduziert den Bedarf an manueller Feinjustierung und liefert homogenere Punktwolken. Interne Benchmarks weisen eine bis zu 60-prozentige Verbesserung der Time to Data bei anspruchsvollen Bauteilen aus, bei unveränderter Messintegrität. Das Update umfasst die Faroblu-XR-, XS- und XP-Laserliniensonden sowie die Quantum X Faroarm-Serie und die 8-axis max-Drehplatte.

www.creaform3d.com


Bild: John Deere

Bildverarbeitungseinheit für autonome mobile Maschinen

John Deere Electronics bietet mit der Vision Processing Unit (VPU) eine Hardware-Plattform für bildbasierte Autonomie in mobilen On- und Off-Highway-Maschinen. Die Einheit ist für Anwendungen wie autonome Navigation, Situationswahrnehmung und Hindernisvermeidung ausgelegt und verarbeitet mehrere hochauflösende Kamerastreams in Echtzeit direkt auf der Maschine. Die Architektur kombiniert hohe GPU- und CPU-Leistung, ein 1-TB-NVMe-SSD-Laufwerk und einen Nvidia-Prozessor.

Die VPU verfügt über ein Linux-Betriebssystem, zwölf Kameraschnittstellen mit Power over Coax, vier CAN-Schnittstellen, zwei digitale Eingänge und drei digitale Ausgänge. Standardprotokolle wie CAN und Ethernet erleichtern die Integration in bestehende Fahrzeugarchitekturen.

www.deere.com


Bild: Excelitas

Zoomobjektiv für 1 Mio. Zyklen

Excelitas stellt das aktualisierte Optem Fetura+-Zoomobjektiv für die Hochdurchsatz-Prüfung vor. Der motorisierte 12,5-fache optische Zoom deckt den gesamten Bereich in weniger als einer Sekunde mithilfe direkt angetriebener Linearachsen ab. Das System ist für den Langzeitbetrieb mit einer Lebensdauer von mindestens einer Million Zyklen ausgelegt und sorgt so für einen reduzierten Wartungsaufwand über die Lebensdauer der Anlagen. Die Steuerelektronik vereinfacht die Systemintegration und Inbetriebnahme, während ein Teach-In-Prozess die Austauschbarkeit zwischen den Einheiten und ein einheitliches Verhalten gewährleistet.

www.excelitas.com

Auf der Vision • Halle 10, Stand E51

MACHINE VISION LIGHTING

LOOK CLOSER

WORLD'S MOST UNIFORM BACKLIGHT

CUSTOM SIZES
<5 WEEKS
DELIVERY

POWERED BY PHLOX® LIGHTPIPE TECHNOLOGY

PHLOX® LIGHTPIPE
PATENTED TECHNOLOGY

MEET-US
VISION
Stuttgart
6/8 10.2026
10E76

PHLOX

NASA USES PHLOX® TECHNOLOGY

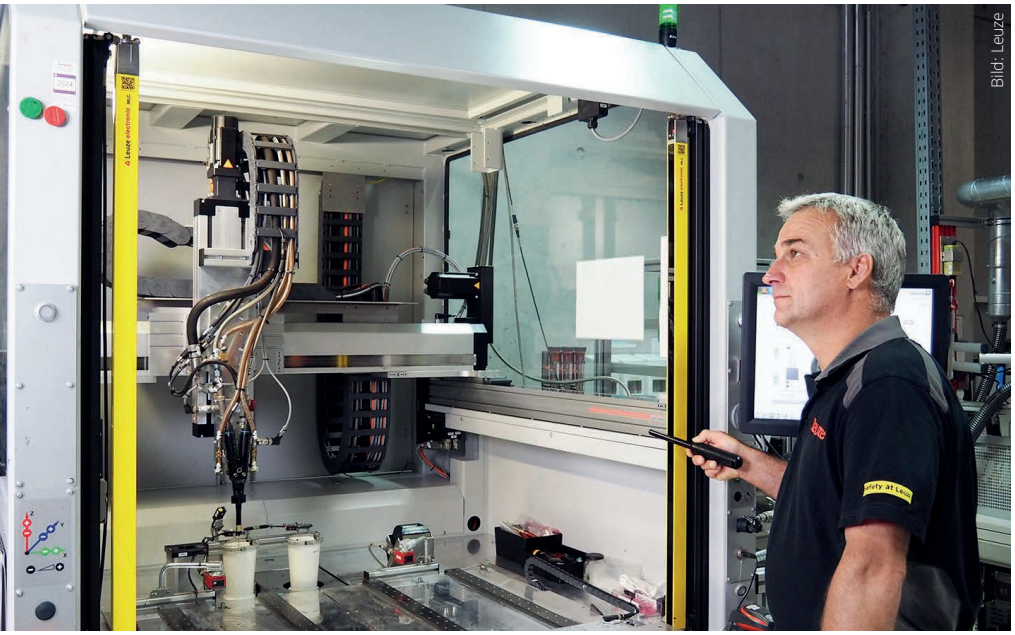
www.phlox-gc.com

30 YEARS OF LIGHT

Sieben Schritte zur reibungslosen Betriebsbegehung

Sicherheitslücken in der Automatisierung systematisch schließen

Was, wenn die nächste Betriebsbegehung morgen ansteht? Wer als Anlagenbetreiber bei diesem Gedanken nervös wird, sollte die internen Prozesse kritisch prüfen. Die gute Nachricht: Mit der richtigen Vorgehensweise lassen sich Risiken in der industriellen Automatisierung rechtzeitig vor dem nächsten Prüftermin zuverlässig erkennen und beheben – wie, erklärt Frank Bauder, Head of Safety Services bei Leuze.



Regelmäßige Gefährdungsbeurteilungen spielen eine Schlüsselrolle für lückenlose Sicherheit an Maschinen und Anlagen.

Lückenlose Sicherheit an Maschinen und Anlagen ist die Grundlage für einen störungsfreien und effizienten Betrieb in der industriellen Automatisierung. Regelmäßige Gefährdungsbeurteilungen spielen dabei eine Schlüsselrolle: Sie decken Schwachstellen im sicheren Betrieb von Maschinen auf. Die Erfahrung zeigt, dass die meisten Probleme lange vor der eigentlichen Begehung entstehen – häufig durch Nachlässigkeit, Zeitdruck, Unwissenheit oder begrenzte Budgets. Leuze unterstützt Betreiber dabei, einen sicheren Betrieb mit Safety-Expertise und Safety Solutions zu erreichen. Die Unterstützung gliedert sich in sieben Schritte:

Schritt 1: Gefährdungen identifizieren

Sicherheit beginnt mit Transparenz: Alle relevanten Gefährdungen müssen identifiziert werden. Dazu gehört es, mindestens mechanische und elektrische Gefährdungen unter Berücksichtigung der Maschinengrenzen aufzunehmen. Weiterhin ist der Zustand der zu dokumentieren, um Manipulation und Verschleiß zu erkennen.

Schritt 2: Risiken beurteilen (EN ISO 12100)

Anschließend gilt es, die identifizierten Gefährdungen objektiv zu bewerten, normenkonform einzuordnen und daraus risikomindernde Maßnahmen abzuleiten. Die Risikoanalyse bildet somit die Grundlage für alle folgenden technischen Entscheidungen und Investitionen.

Schritt 3: Sicherheitskonzept erstellen

Das Sicherheitskonzept beschreibt die Umsetzung aller risikomindernden Maßnahmen. Es ist bestens geeignet, mit allen Beteiligten die Machbarkeit, Umsetzbarkeit und Benutzerfreundlichkeit zu diskutieren und festzulegen und somit Missverständnisse zu vermeiden. Aus diesem gemeinsam verabschiedeten Sicherheitskonzept entwickeln die Safety-Spezialisten die Umsetzung im Detail und die Planung von Verifikation und Validierung.

Schritt 4: Im Konzept auf Safety Solutions setzen

Klassisch wird nach dem Konzept die Umsetzung geplant und entwickelt. Alle Tätigkeiten, von der Idee über die Bauteileauswahl, die Realisierung und den Nachweis der Wirksamkeit sind pro Maschine oder Applikation komplett durchzuführen. Oft stoßen klassische Sicherheitskonzepte bei komplexen Applikationen an ihre Grenzen. So zum Beispiel durch sich ändernde Formate (wechselnde Palettenbeladungen) an Mutingstationen. In diesen Fällen sind weitergedachte Safety Solutions gefragt, die exakt auf die jeweilige Aufgabenstellung ausgerichtet sind.

Schritt 5: Safety Solution umsetzen und in Betrieb nehmen

Entscheidend ist die Detailanalyse des gegebenen Anlagenlayouts der Applikation. Nur auf dieser Basis können die geeigneten Sicherheitskomponenten (zum Beispiel sichere Sensoren oder Schalter) bestimmt in die Applikation eindesignt und die entsprechende Geräte-Parametrierung definiert werden. Zusätzlich sichern Inbetriebnahme und Unterweisung vor Ort durch die Safety-Experten und Produktspezialisten den Erfolg.

Schritt 6: Wirksamkeit nachweisen

Bei der Verifikation und Validierung (Proof of Concept) wird die korrekte Auslegung und Wirksamkeit aller sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen durch Tests, Messungen und vollständig dokumentierte Prüfung unter Realbedingungen nachgewiesen.

Schritt 7: Dokumentieren und regelmäßig inspizieren

Alle erforderlichen Dokumente wie die Risikobeurteilung, Messberichte und CE-Konformitätserklärung werden bereitgestellt. Wiederkehrende Inspektionen der Schutzeinrichtungen und die regelmäßige Gefährdungsbeurteilung als Abgleich mit dem „Stand der Technik" gewährleisten ein konstantes Sicherheitsniveau. Dies sichert einerseits die Sicherheit für die Bediener und andererseits die Verfügbarkeit der Maschine über die gesamte Lebensdauer.

Fazit: Sicherheit wirkt

Bei allen sieben Schritten unterstützt das Safety-Team von Leuze mit seinen Experten: Damit können Anlagenbetreiber guten Gewissens durchatmen. Auch, wenn morgen die nächste Betriebsbegehung ansteht.

AUTOR
Frank Bauder
Solution Center Safety bei Leuze Eletronic

Wie Betreiber Bestandsmaschinen zukunftsfähig machen

Interview mit Matthias Bristle, Product Manager Safety Solutions & Services bei Leuze

Ab Mitte Januar 2027 gilt die neue Maschinenverordnung (EU) 2023/1230. Im Interview erklärt Matthias Bristle, wie Betreiber Bestandsmaschinen sicher und normkonform halten – und welche Rolle intelligente Safety Solutions dabei spielen.

Was bedeutet die neue Maschinenverordnung für Betreiber von Bestandsmaschinen?

Matthias Bristle: Die gute Nachricht: Das übergeordnete Ziel bleibt unverändert: Maschinen müssen sicher betrieben werden. Neu ist jedoch, dass die Maschinenverordnung die Anforderungen an Risikobeurteilung, Nachweisführung und Dokumentation wesentlich präziser adressiert als die bisherige Maschinenrichtlinie. Genau hier kommen unsere Safety-Dienstleistungen und Solutions ins Spiel: Sie sind individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse und Applikationen zugeschnitten und sorgen für einen sicheren und rechtskonformen Betrieb.

Wo liegen in der Praxis die größten Herausforderungen für Anlagenbetreiber, wenn Maschinen modernisiert werden müssen?

Die Anpassung von Bestandsanlagen an neue Normen und Vorgaben ist oft eine echte Herausforderung. Häufig fehlt bereits die Transparenz darüber, welchen tatsächlichen Sicherheitsstatus der eigene Maschinenpark hat. Hinzu kommen komplexe Produktionsprozesse, Unsicherheiten über die Grenzen klassischer Sicherheitskonzepte und der ständige Zeitdruck im Tagesgeschäft. Deshalb empfehlen wir grundsätzlich einen strukturierten, methodischen Ansatz, der alle relevanten Aspekte berücksichtigt und die Umsetzung planbar macht. Entscheidend ist: Es reicht nicht aus, einfach eine Sicherheitseinrichtung zu kaufen. Man muss sie auch richtig auswählen, korrekt integrieren und ihre Wirksamkeit nachweislich validieren.

Wie lässt sich sicherstellen, dass die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen auch langfristig wirksam bleiben?

Das ist ein ganz wichtiger Punkt, wenn nicht der wichtigste. Sicherheit endet nicht mit dem Projektabschluss – sie beginnt dort. Stellen Sie sich vor, Sie verlassen mit Ihrem Auto das Werk oder die Werkstatt. In diesem Moment ist das Fahrzeug technisch einwandfrei, alles ist geprüft und korrekt eingestellt. Aber damit ist es nicht dauerhaft sicher. Schon nach wenigen Kilometern können sich Schrauben leicht lösen, Bremsen verschleißen oder der Reifendruck verändern. Wenn man das nicht regelmäßig kontrolliert, steigt das Risiko mit jeder Fahrt – für einen selbst und für alle Verkehrsteilnehmer in der Umgebung. Deshalb sind regelmäßige Hauptuntersuchungen durch zertifizierte Stellen verpflichtend.

Genauso verhält es sich mit Maschinen: Auch, wenn sie zu Beginn perfekt eingerichtet und geprüft sind, ändern sich im Betrieb ständig die Rahmenbedingungen – Prozesse, Belastungen, Nutzungsverhalten oder Umgebungsfaktoren. Ohne regelmäßige Kontrolle, Anpassung und Wartung verliert selbst die beste Sicherheitslösung im Laufe der Zeit an Wirksamkeit. Sicherheit ist also kein einmaliger Zustand, sondern ein kontinuierlicher Prozess. Betreiber erhalten dazu klare Vorgaben für Prüfintervalle und können sich darauf verlassen, dass das Schutzniveau über den gesamten Lebenszyklus stabil bleibt.

Anlagen werden immer komplexer. Wie beeinflusst das die Sicherheitskonzepte in der industriellen Automatisierung?

Die Anforderungen steigen. Klassische Schutzkonzepte wie Muting stoßen mittlerweile bei vielen Applikationen an ihre Grenzen, zum Beispiel in Verpackungslinien mit häufig wechselnden Formaten oder bei der Absicherung von Roboterzellen an Übergabestationen mit fahrerlosen Transportsystemen: Wir setzen hier auf leistungsfähige Lösungen, die das Schutzfeld von Sicherheitslaserscannern Software-gestützt dynamisch anpassen, sodass auch bei veränderten Gegebenheiten eine lückenlose Überwachung ohne Materialflussunterbrechung erreicht wird. Solche Lösungen erfüllen höchste Sicherheitsanforderungen, ermöglichen einen produktiven, manipulationssicheren und normkonformen Betrieb und sind das Ergebnis aus jahrelanger Erfahrung in unterschiedlichen Bereichen der Maschinensicherheit.

KONTAKT
Leuze electronic GmbH + Co. KG, Owen
Tel.: +49 7021 5730
E-Mail: Frank.Bauder@leuze.com
E-Mail: Matthias.Bristle@leuze.com
www.leuze.com





EVO Cam Aura: 4 K-Bildgebung und ein integriertes Inspektions-Toolset bieten Qualitäts- und Produktionsteams schärfere Details, ein schnelleres Setup und auditfähige Dokumentation.

4 K-Digitalmikroskopie für die industrielle Inspektion

Digitale Bauteilprüfung mit rückverfolgbaren Ergebnissen

Eine neue Digitalmikroskop-Plattform kombiniert 4 K-Bildgebung, Autofokus und Focus-Stacking mit integrierten Mess-, Vergleichs- und Berichtsfunktionen. Voreinstellungen, Metadaten und gesperrte Prüfparameter unterstützen reproduzierbare Inspektionsprozesse und eine auditfähige Dokumentation.

Vision Engineering präsentiert EVO Cam Aura, seine neue digitale Mikroskopplattform für die industrielle Inspektion, Qualitätskontrolle und Laboranalyse. Sie ist der Nachfolger der Systeme EVO Cam II und Halo, die sich seit einigen Jahren in den Bereichen Elektronik, Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Forschung etabliert haben. Sie haben sich einen Namen als schnelle, zuverlässige Full-HD-Systeme gemacht. EVO Cam Aura erweitert die Produktreihe um 4 K-Bildgebung und vereint Inspektion, Messung und Berichterstellung in einem nahtlosen Workflow direkt auf dem Bildschirm.

Was ist neu für Anwender, die von der EVO Cam II umsteigen?

Die 4 K-Bildgebung erfasst feine Details – Haarrisse, Zellgrenzen, Verunreinigungen, Pad-Geometrie – auf dem Niveau, das moderne Bauteile erfordern. Maßgeschneiderte Optiken und der optische Zoom ermöglichen es dem Bediener, ohne Objektivwechsel vom Gesamtüberblick zum Detail zu wechseln, während der integrierte Autofokus und das Focus-Stacking auch unebene oder komplexe Teile scharf abbilden.

Die größte Neuerung betrifft aber die Software: Sie vereint Zoom, Fokus, Beleuchtung, Bildsteuerung, Aufnahme, Messung und Analyse in einer einzigen Benutzeroberfläche und begleitet den Bediener so durch den gesamten Arbeitsablauf – vom Live-Bild bis zum dokumentierten Ergebnis. Die automatische Erkennung sorgt für eine korrekte Vergrößerung und Maßstabsanpassung bei Messungen, sie stellt die Einstellungen der Ausleuchtung bei einem Wechsel des Ringlichts wieder her, und der Metadaten-basierte Vergleich ermöglicht den Abgleich von Live-Bildern mit einem Referenzmuster. Der Supervisor-Modus sperrt kritische

Das Wichtigste kompakt

Die Digitalmikroskop-Plattform EVO Cam Aura kombiniert 4 K-Bildgebung, Autofokus und Focus-Stacking mit Mess-, Vergleichs- und Berichtsfunktionen. Voreinstellungen, Metadaten, Zeitstempel und sperrbare Prüfparameter ermöglichen reproduzierbare, auditfähige Inspektionen. Drei Modellvarianten sowie Sicherheitsversionen ohne drahtlose Verbindungen stehen für unterschiedliche Industrie- und Laboranwendungen zur Verfügung.



Die EVO Cam Aura ist in drei Modellen erhältlich – 4 K Touch, 4 K und Full-HD (über Tastenfeld steuerbar) – mit einer Auswahl an Beleuchtungsoptionen, Objektiven, Stativen und Anschlussmöglichkeiten.



Die 4 K-Bildgebung erfasst feine Details – Haarrisse, Zellgrenzen, Verunreinigungen, Pad-Geometrie – auf dem Niveau, das moderne Bauteile erfordern.

Parameter, und Voreinstellungen können system- und standortübergreifend geteilt werden, um konsistente Ergebnisse zu gewährleisten.

Zu den integrierten Tools gehören die Vergleichsmodi „Impuls", „Bildvorhang" und „Synchronisiert" sowie anpassbare „Go/No-Go"-Overlays, die direkt in die Voreinstellungen integriert sind. Anmerkungen und kalibrierte Messungen werden in derselben Benutzeroberfläche angezeigt, sodass Bilder automatisch mit Notizen, Messwerten, Metadaten und Zeitstempeln versehen werden.

Drei Modellvarianten mit unterschiedlicher Ausstattung

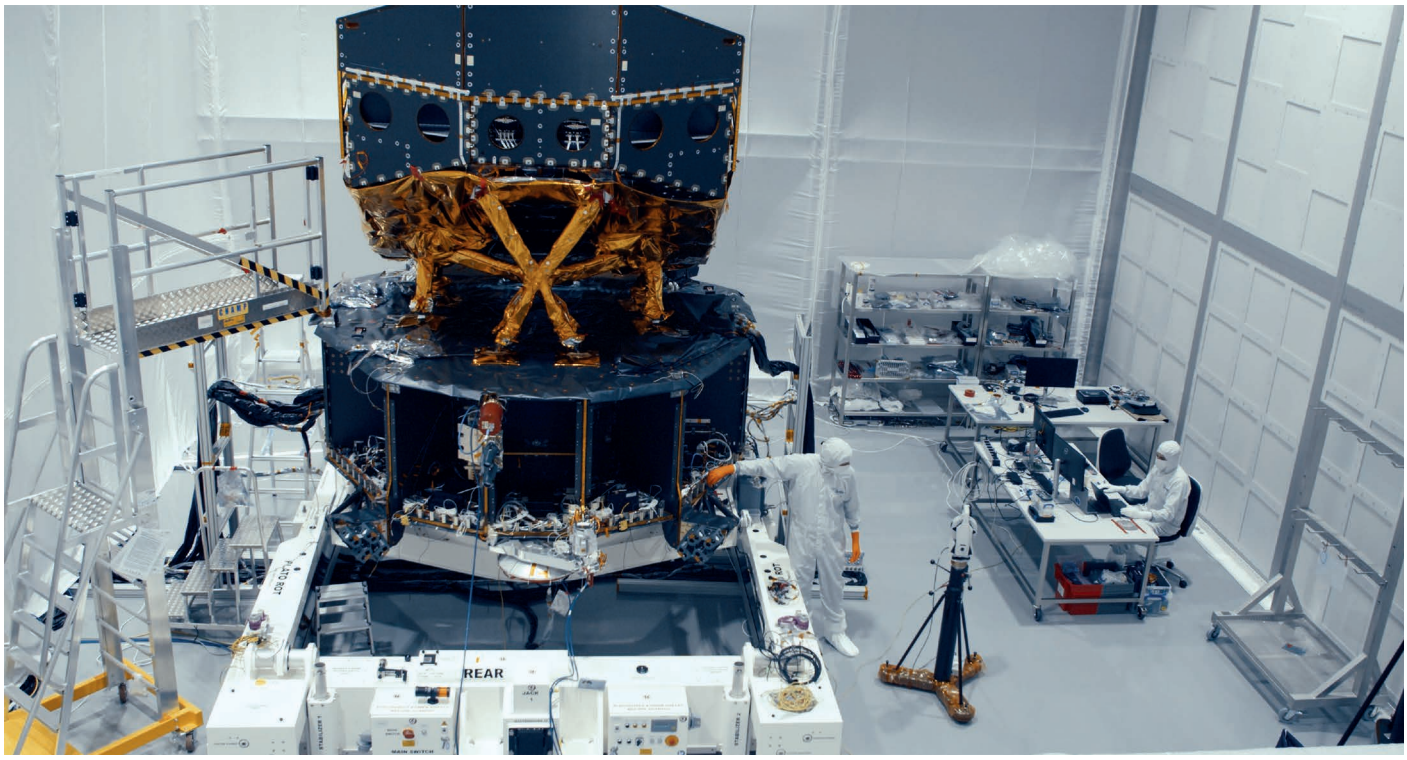
Die EVO Cam Aura ist in drei Modellen erhältlich – 4 K Touch, 4 K und Full-HD (über Tastenfeld steuerbar) – mit einer Auswahl an Beleuchtungsoptionen, Objektiven, Stativen und Anschlussmöglichkeiten. Sie arbeitet eigenständig ohne PC, lässt sich über WLAN oder LAN verbinden und unterstützt Live-Streaming. Sicherheitsvarianten aller drei Modelle eignen sich für Umgebungen mit eingeschränkten Zugangsbedingungen, in denen drahtlose Verbindungen, Bluetooth oder Wechseldatenträger nicht zulässig sind – eine Anforderung, die Anwendern im Verteidigungsbereich und in regulierten Branchen zunehmend gestellt wird. Eine optionale 360 °-Winkeloptik erweitert den Anwendungsbereich auf die schräge Inspektion von zahlreichen Komponenten und Baugruppen.

In der Elektronik ermöglicht 4 K-Bildgebung das präzise Darstellen von Lötstellen und Pad-Geometrien auch bei steigender Leiterplattendichte. Fokus-Stacking erfasst dabei die Tiefenschärfe auch bei unebenen Baugruppen. In der Automobilindustrie und im Präzisionsbau verkürzen anpassbare Voreinstellungen die Rüstzeiten in Fertigungslinien mit hoher Produktvielfalt. In der Luft- und Raumfahrt sowie im Verteidigungsbereich erzeugen mit Metadaten und Zeitstempeln versehene Bilder revisionssichere Datensätze. Für Einrichtungen, in denen eine Internetverbindung nicht zulässig ist, stehen sichere Varianten zur Verfügung. In der Medizintechnik unterstützt Aura die konsistente und wiederholbare Inspektion von Komponenten wie Kathetern und Stents. Die nachvollziehbaren Datensätze werden direkt im Netzwerk gespeichert. In Forschung und Labor gewährleisten gemeinsam nutzbare Optimierungsfunktionen einheitliche Ergebnisse zwischen verschiedenen Sitzungen und Standorten. Streaming ermöglicht die Echtzeitkommunikation zwischen den Standorten.

KONTAKT
Vision Engineering Ltd. Central Europe,
Emmering
Tel.:+49 8141 401670
E-Mail: info@visioneng.de
www.visioneng.de

alle Bilder: Vision Engineering

Come see us at
VISION Stuttgart
Stand 10D54
New Technology
& A Free Happy Hour
Wednesday 7 October
16:00–17:00 | Stand 10D54
smart vision lights
SCAN TO LEARN MORE



Erst das Zusammenspiel aus Laser-Tracker, Koordinatenmessgeräten und Computertomografie macht Bauteile für die Raumfahrt überhaupt fertigbar.

Präzision in der Raumfahrt

ESA-Missionen und ihre Anforderungen an die Messtechnik

Wenn eine Raumsonde ins All startet, gibt es keine Möglichkeit zur Nachbesserung – jedes Bauteil muss von Anfang an fehlerfrei funktionieren. Entsprechend eng sind die Toleranzen. Dafür braucht es eine Messtechnik, die nicht nur kontrolliert, sondern die direkt in den Fertigungsprozess eingebunden ist – in Form einer durchgängigen Messkette. Sie verbindet Ausrichtung, Koordinatenmesstechnik, optische 3D-Digitalisierung und industrielle Computertomografie zu einem lückenlos dokumentierten Prozess.

Das Unternehmen OHB System hat bereits 34 Satelliten gebaut – alle für das europäische Navigationssystem Galileo. Im Jahr 2018 kam dann das Projekt Plato. Mit diesem Auftrag hat OHB zum ersten Mal die Führungsrolle bei einer wissenschaftlichen Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA inne.

Das unbemannte Weltraumteleskop Plato (planetary transits and oscillations of stars) soll ab 2027 rund 250.000 Sterne beobachten, um erdähnliche Planeten in der habitablen, also bewohnbaren Zone sonnenähnlicher Sterne aufzuspüren. Dafür trägt der rund zwei Tonnen schwere Satellit 26 Kameras: 24 „normale" Kameras, die alle 25 Sekunden ein Bild aufnehmen, sowie zwei zusätzliche schnelle Kameras, die für besonders helle Sterne alle 2,5 Sekunden auslösen. Zusammen liefern sie ein Gesamtbild von etwa zwei Milliarden Pixeln. Die Herausforderung: Damit Plato die minimalen, periodischen Lichtabschwächungen erkennt, die auf Exoplaneten hindeuten, muss die Ausrichtung der optischen Achsen aller 26 Kameras zueinander im Mikrometerbereich liegen.

Rover Rosalind Franklin erkundet Mars

Neben Plato ist OHB bei einer zweiten ESA-Mission in die Fertigung eingebunden: Exomars, eine gemeinsame Mission der ESA und Nasa. Der Rover Rosalind Franklin soll ab 2028 auf dem Mars nach Spuren früheren Lebens suchen und dazu bis zu zwei Meter tief bohren. OHB übernimmt dabei zwei Aufgaben.

Zum einen baut OHB als Hauptauftragnehmer das Trägerfahrzeug, das sogenannte Carrier Module, welches den Rover während der neunmonatigen Reise zum Mars mit Energie versorgt und navigiert, bevor es sich kurz vor der Landung abtrennt. Zusammen mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) liefert OHB die hochauflösende Kamera (HRC) für das Panoramakamerasystem des Rovers. Zum anderen entwickelt OHB die Probenaufbereitungs- und Verteilstation. Sie zerkleinert das vom Bohrer gewonnene Marsgestein zu Pulver, damit es im Bordlabor analysiert werden kann.

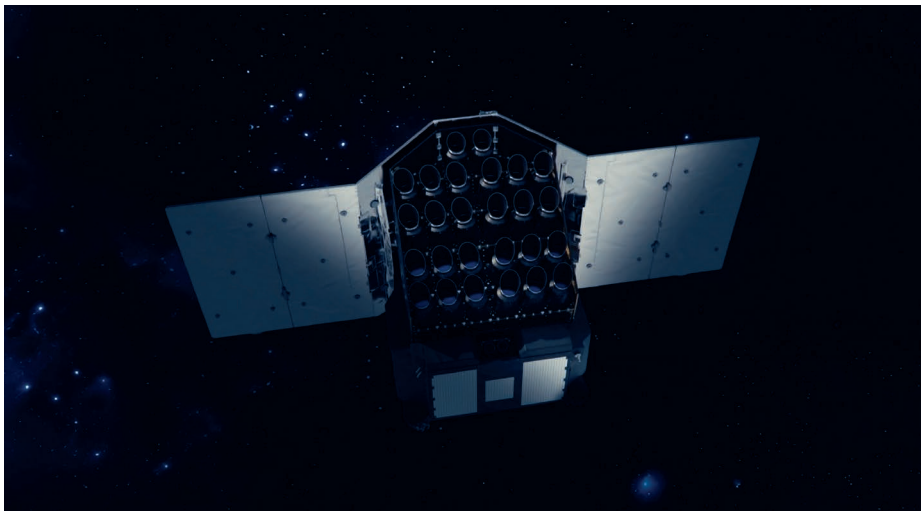
Bei beiden Missionen muss die eingesetzte Technik unter extremen Bedingungen über Jahre hinweg zuverlässig funktionieren: also Temperaturen zwischen -150 °C und +150 °C sowie kurzzeitige Schockbeschleunigungen von bis zu 50 g, etwa bei der Stufentrennung während des Raketenstarts. Mechanisch beanspruchte Komponenten wie Getriebe und Bohrsystem müssen genauso wie hochpräzise optische Systeme unter Kälte, Staub und Vakuum funktionieren – ohne Teileaustausch oder Wartung. Ein einzelner, unentdeckter Qualitätsmangel oder eine Abweichung kann eine komplette Mission gefährden.

Die Grenzen klassischer Messtechnik

Genau diese Kompromisslosigkeit macht die klassische Fertigungsprüfung – Messungen an einzelnen Stationen, oft mit unterschiedlichen, nicht miteinander verknüpften Geräten – ungeeignet. Wenn 26 Kameras zueinander mikrometergenau ausgerichtet werden müssen, reicht es nicht, jede Komponente isoliert

zu prüfen und am Ende der Fertigungslinie eine Endkontrolle durchzuführen. Fehler, die erst spät auffallen, sind in der Raumfahrt nicht korrigierbar. Und ihre Ursache lässt sich im Nachhinein oft nicht mehr zweifelsfrei einem einzelnen Fertigungsschritt zuordnen, wenn die Messdaten der einzelnen Stationen nicht zusammenhängend dokumentiert sind.

Hinzu kommt, dass ein optisches System mit null Toleranzen physikalisch nicht realisierbar ist, da sich Fertigungstoleranzen einzelner Bauteile, thermisch bedingte Materialausdehnungen und Montageungenauigkeiten unvermeidlich summieren. Die Bauteile müssen also nicht nur vermessen, sondern auch aktiv nachjustiert werden, etwa durch Ausgleichselemente, die so lange angepasst werden, bis die Sollgeometrie exakt erreicht ist. Dies erfordert eine Messtechnik, die nicht nur kontrolliert, sondern in den Fertigungsprozess selbst eingebunden ist.



Der rund zwei Tonnen schwere Plato-Satellit trägt 26 Kameras, die zueinander im Mikrometerbereich ausgerichtet sein müssen.

Wie Hexagon die Anforderungen löst

Die Lösung liegt deshalb nicht in einem besonders präzisen Einzelgerät, sondern in einer durchgängigen Messkette. Sie besteht aus mehreren aufeinander abgestimmten Messverfahren, deren Daten in einer zentralen Analysesoftware zusammenlaufen. So begleitet Qualitätssicherung jede Phase der Fertigung, von der ersten groben Ausrichtung einer Baugruppe bis zur zerstörungsfreien Prüfung des fertigen Bauteils. Der Messprozess für OHB setzt sich aus vier Schritten zusammen.

Schritt 1: Ausrichtung großer Baugruppen

Laser-Tracker-Systeme definieren ein gemeinsames Referenzkoordinatensystem, auf das jedes Subsystem eingemessen wird. Bei Plato wird so die Positionierung der 26 Kameras auf der optischen Bank koordiniert.

Schritt 2: Feinjustage per Koordinatenmesstechnik

Da Nulltoleranzen unrealistisch sind, ermitteln Hexagons Koordinatenmessgeräte die exakt benötigte Dicke von Submikrometer-Ausgleichsplättchen (Shims), die zwischen die Bauteile eingefügt werden, bis die Kameras optimal zueinander ausgerichtet sind. Die Auswertung läuft in der Software Spatial Analyzer zusammen, die die gemessene Ist-Position jeder Kamera mit der geforderten Soll-Geometrie abgleicht und aus der Abweichung errechnet, wie dick das Ausgleichsplättchen an welcher Stelle sein muss.

So feinfühlig diese Messungen sind, so anspruchsvoll ist auch die Umgebung, in der sie stattfinden muss: Die Plato-Optik wird in einem ISO-5-Reinraum montiert, dessen zulässige Partikelkonzentration nach ISO 14644-1 streng limitiert ist – bereits geringste Verunreinigungen können die empfindlichen optischen Oberflächen beeinträchtigen oder sich im späteren Betrieb lösen. Diese Anforderung betrifft nicht nur die zu fertigenden Bauteile, sondern auch die eingesetzte Messtechnik selbst. Die beweglichen Achsen von Koordinatenmessgeräten sind üblicherweise auf Schmierfette angewiesen, die ausgasen oder bei mechanischer Reibung Mikropartikel freisetzen können, und damit potenziell selbst zur Kontaminationsquelle würden. Hexagon musste seine Koordinatenmessgeräte daher gezielt für den Reinraumeinsatz qualifizieren: mit emissionsarmen, abriebfesten Materialien, Fetten und Klebstoffen, die die geforderte Reinraumklasse nicht gefährden.

Schritt 3: Optische 3D-Digitalisierung komplexer Geometrien

Anders als bei den klar definierten Kameraposition in Schritt 2 geht es hier um komplexe Freiformflächen und Gehäusegeometrien, bei denen ein taktiler Messtaster nur einzelne Punkte erfassen kann. Zwischen diesen Punkten bleiben bei gekrümmten oder unregelmäßig geformten Flächen zwangsläufig Bereiche unerfasst, in denen sich Abweichungen verstecken können. Hochauflösende Laserscanner wie der Absolute Scanner AS1 digitalisieren solche Flächen vollständig und liefern damit die Datenbasis für Analyse und Reverse Engineering. Die vollflächige optische Erfassung schließt diese Lücke und stellt sicher, dass auch komplexe Bauteilgeometrien lückenlos dokumentiert sind, bevor sie in die nächste Fertigungsstufe gehen.

Schritt 4: Zerstörungsfreie Prüfung per Computertomografie

Mit der Software Vgstudio Max lässt sich Verschleiß an Getriebekomponenten der ExoMars-Probenaufbereitungsstation untersuchen, ohne die Baugruppe zu zerlegen. Ein entscheidender Vorteil gegenüber der klassischen Demontage, bei der ein Bauteil nie unverändert wieder zusammengesetzt werden kann. Bei Plato überwacht dieselbe CT-Software zusätzlich Lötstellen an elektronischen Baugruppen. Da thermische Ausdehnung im All hohe Kräfte auf Lötverbindungen ausübt, lässt sich die Entstehung feiner Risse frühzeitig verfolgen und der Lötprozess entsprechend optimieren.

Entscheidend bei dem gesamten Messprozess ist weniger die einzelne Technologie als die durchgängige Zusammenarbeit mit einem Anbieter, der Hardware, Software und Prozessberatung aus einer Hand liefert – von der Reinraum-Zertifizierung der Messgeräte bis zur Interpretation der CT-Daten.

Übertragung auf andere Branchen

Was in der Raumfahrt über den Missionserfolg entscheidet, gewinnt zunehmend auch in anderen Industrien an Bedeutung. Denn das zugrunde liegende Prinzip gilt für jede Branche: Wo einzelne Prüfschritte isoliert nebeneinanderstehen, bleibt Qualitätssicherung reaktiv. Sie stellt Fehler fest, statt sie zu verhindern. Erst die Verknüpfung zu einer durchgängigen, softwaregestützten Messkette macht Qualität reproduzierbar und Fehlerursachen rückverfolgbar; unabhängig davon, ob am Ende ein Flugzeugteil, ein Halbleiterchip, ein medizinisches Implantat oder ein Bauteil für die nächste Marsmission steht.

AUTOR
Marcel Brand
Director Marketing, Demand Generation EMEA

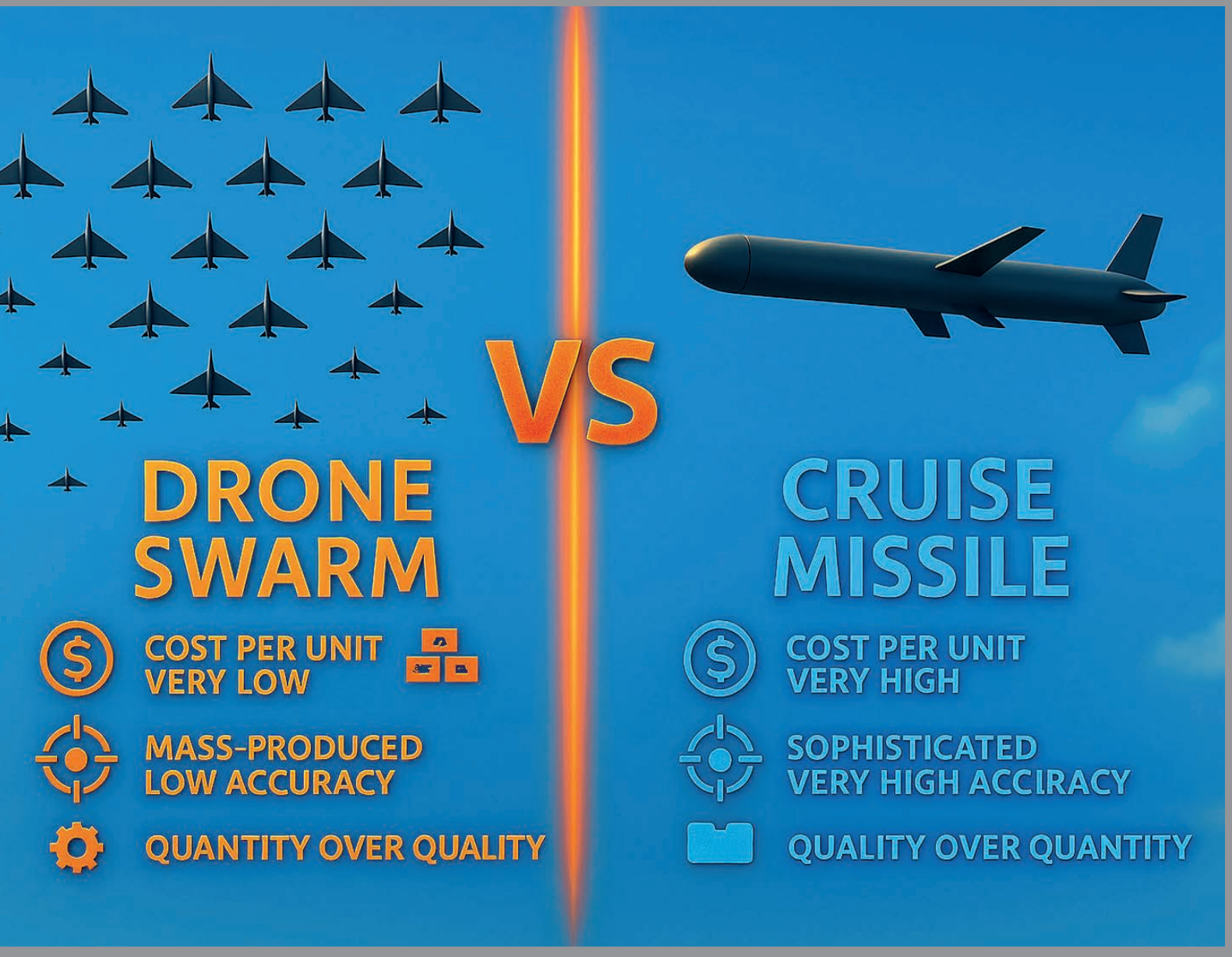
KONTAKT
Hexagon AB, Stockholm, Schweden
Tel.: +46 8601 2620
www.hexagon.com

alle Bilder: Hexagon / OHB System

inspect

BLICK IN DIE FORSCHUNG

emva
european machine vision association



76 Fünffacher CT-Durchsatz bei gleichbleibender Bildqualität
Qualitätssicherung als Voraussetzung für industriellen Fortschritt

78 Der optimale Blick auf jedes Bauteil
Wie ein modellbasierter Planungsansatz die robotergestützte Qualitätsprüfung automatisiert

In Kooperation mit:



Bild: EMVA


Bild: EMVA

Neue Ansätze für Industrielle CT und roboter-gestützte Qualitätsprüfung

In dieser Ausgabe der EMVA-Rubrik „Research meets Industry“ werden zwei Ansätze zur optimierten, schnelleren Qualitätsprüfung vorgestellt, die beide eine erhöhte Wirtschaftlichkeit in der Produktion zum Ziel haben. Die geprüften Objekte stammen jedoch aus völlig verschiedenen Welten und sind stark unterschiedlich motiviert.

Seit Beginn des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine und dem Iran-Konflikt haben sich die Prioritäten der Wehrtechnik-Produktion verschoben. In großen Stückzahlen hergestellte Drohnen haben sich im Vergleich zu bislang eingesetzten, erheblich teureren Waffensystemen als wirtschaftlich überlegen erwiesen. Diese Erkenntnis führt derzeit in vielen Ländern zu einer Anpassung der Verteidigungsstrategie, die sich unter anderem in der Einführung alternativer Waffensysteme sowie der Kapazitätssteigerung und Kostenreduktion bei der Produktion herkömmlicher Systeme zeigt.

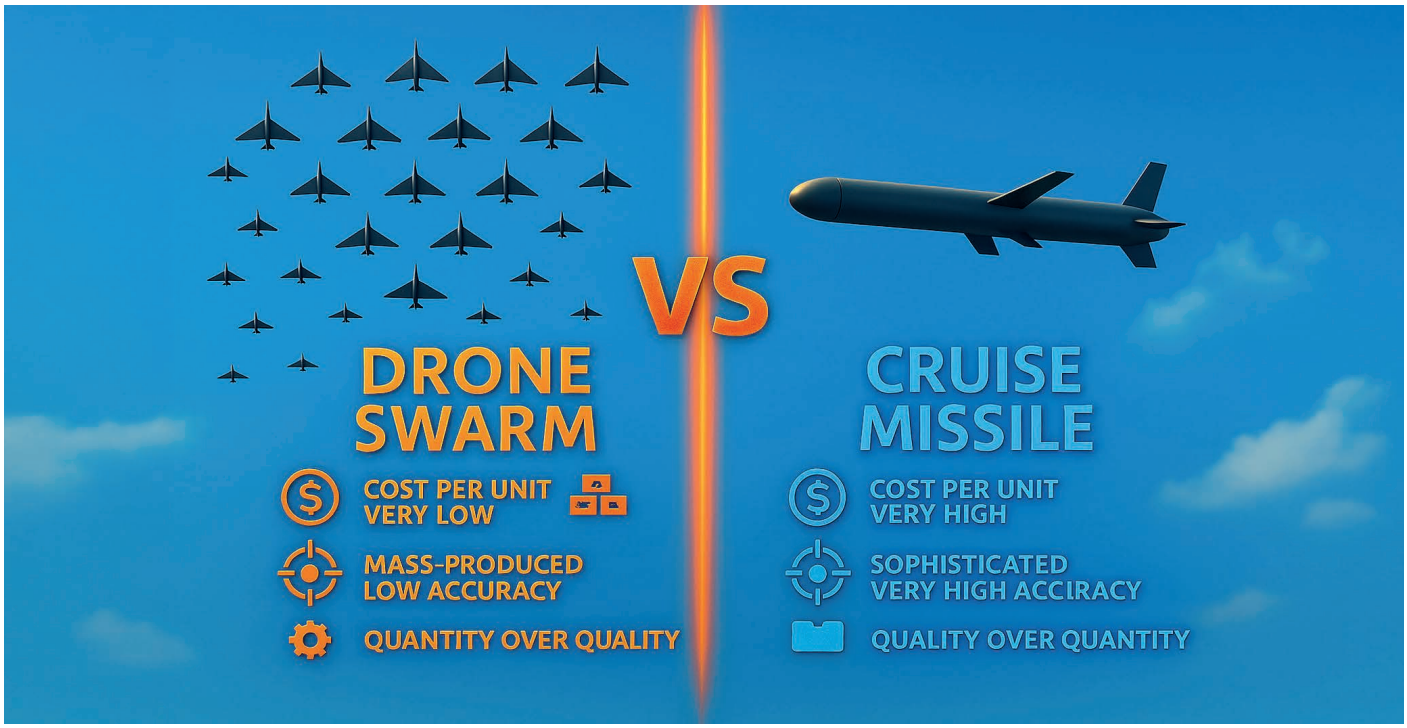
Das Fraunhofer IIS, Bereich Entwicklungszentrum EZRT in Fürth, hat vor diesem Hintergrund ein als Poly CT bekanntes Verfahren an seiner Hochenergie-CT-Anlage eingesetzt, um bislang kaum adressierbare Anwendungen der Computertomographie zu erschließen. Diese Entwicklung soll Kapazitätssteigerungen und Kostenreduktionen bei der Produktion herkömmlicher Waffensysteme ermöglichen. Neue Großflächendetektoren für die industrielle Röntgentechnik schaffen hier vielversprechende Möglichkeiten, wie der Artikel von Michael Salamon aufzeigt.

Der zweite Beitrag von Dr. Vanessa Staderini, der frisch gekürten Gewinnerin des EMVA Young Professional Award 2026, erläutert, wie ein modellbasierter Planungsansatz die robotergestützte Qualitätsprüfung automatisieren kann. Staderini forscht am Center for Vision, Automation & Control des AIT Austrian Institute of Technology und befasst sich dort mit der Optimierung solcher Planungsprozesse bei der Auslegung von robotergestützten Inspektionssystemen zur automatisierten Qualitätsprüfung komplexer Bauteile. Bei derartigen Aufgaben sind häufig mehr als eine Kamera oder ein Sensor erforderlich, um alle relevanten Merkmale vollständig und zuverlässig zu erfassen.

Ziel der Arbeit ist es, auf Basis eines CAD- und eines Sensormodells sowie einer Beschreibung der Roboterzelle geeignete Sensorpositionen und einen ausführbaren Roboterpfad automatisch zu generieren. Dieser Ansatz reduziert den Aufwand für das manuelle Einlernen von Inspektionspositionen, lässt sich über konfigurierbare Systemmodelle flexibel an unterschiedliche Sensoren und Roboterzellen anpassen und ermöglicht reproduzierbare, bereits vor dem Einsatz überprüfbare Inspektionsabläufe. Da die Planung offline erfolgt, lassen sich Oberflächenabdeckung, Messauflösung, Erreichbarkeit und Bewegungsrestriktionen bereits vor dem Produktionseinsatz bewerten.

Beide Beiträge belegen erneut die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der industriellen Bildverarbeitung.

Thomas Lübkemeier
EMVA-Geschäftsführer



Bislang belief sich der Preis für eine Pariot-Abwehrrakete auf über 1,5 Mio. US-Dollar und eine Produktionskapazität von 100 Einheiten pro Jahr deckte die weltweite Nachfrage ab. Nun aber werden in wenigen Tagen ganze Jahreskapazitäten auf Flugobjekte geschossen, die einen Gegenwert von ca. 50.000 US-Dollar/Einheit haben und in tausendfacher Stückzahl produziert werden. Um die Produktion der Abwehrraketen zu steigern bei gleichzeitiger Kostensenkung, muss auch die Prüftechnik weiterentwickelt werden.

Fünffacher CT-Durchsatz bei gleichbleibender Bildqualität

Qualitätssicherung als Voraussetzung für industriellen Fortschritt

Die Qualitätskontrolle hochabsorbierender Bauteile wird bei steigenden Stückzahlen zum Engpass. Die Kombination aus großflächigem Detektor und separaten Drehachsen steigert den CT-Durchsatz erheblich, ohne höhere Durchstrahlungslängen oder zusätzliche Strahlenquellen zu erfordern.

Der Begriff der Zeitenwende hat nicht nur eine politische Dimension. Auch die Wirtschaft befindet sich seit einigen Jahren in einer Phase fundamentaler Veränderungen. Dabei spielen fast immer disruptive Technologien und neue Marktteilnehmer eine wesentliche Rolle, die uns zwingen, unsere etablierten Produktionsweisen und Lösungen zu überdenken.

In der Vergangenheit führte die deutsche Industrie Disruptionen oft an, wie bei der Einführung von Leichtbauwerkstoffen im Automobilbau, die erst durch den Einsatz der Röntgentechnik in der Masse ermöglicht wurde. Zuvor konnten nur hochpreisige Anwendungen, zum Beispiel im Motorsport oder der Luftfahrt, von den Werkstoffen Aluminium und Magnesium profitieren, da zur Sicherstellung der Festigkeit ein teures Schmiedeverfahren zum Einsatz kommen musste. Erst durch den Nachweis der Fehlerfreiheit, etwa in Bezug auf Poren und Oxidnester, in kritischen Bauteilregionen mittels Röntgenprüfung sanken die Produktionskosten von Leichtbauteilen hinreichend, um den Massenmarkt zu erschließen.

Disruption in der Wehrtechnik

Eine derzeit aufkeimende Disruption findet im wehrtechnischen Sektor statt. An der kürzlich im Irankonflikt deutlich gewordenen wirtschaftlichen Überlegenheit von massenhaft hergestellten Shahed-Drohnen gegenüber den klassischen Hochleistungsabwehrsystemen wie Patriot wurde zum ersten Mal deutlich, dass man die Strategie an die neuen Gegebenheiten anpassen muss, um mit den etablierten Produkten im Markt bestehen zu können. Neben der Einführung alternativer Waffensysteme spielt heute die Kapazitätssteigerung und Kostenreduktion bei den herkömmlichen Systemen eine wichtige Rolle. Bislang belief sich der Preis für eine entsprechende Abwehrrakete auf über 1,5 Mio. US-Dollar und eine Produktionskapazität von 100 Einheiten pro Jahr deckte die weltweite Nachfrage ab. Nun aber werden in

Das Wichtigste kompakt

Großflächige Detektoren und fünf separate Drehachsen ermöglichen es, mehrere hochabsorbierende Bauteile gleichzeitig per Computertomographie zu prüfen. Tests des Fraunhofer IIS zeigen: Poly-CT erreicht bei vergleichbarer Bildqualität den fünffachen Durchsatz. Zugleich bleiben Durchstrahlungslänge und Projektionszahl gering. Das Verfahren kann Prüfkosten, Anlagenbedarf und Belastung der Röntgenquelle reduzieren.

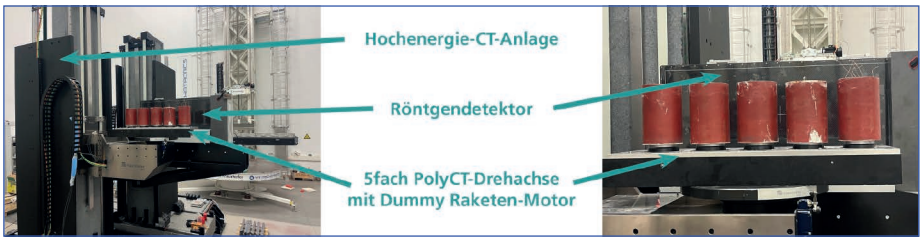
wenigen Tagen ganze Jahreskapazitäten verbraucht und auf Flugobjekte geschossen, die einen Gegenwert von ca. 50.000 US-Dollar/Einheit haben und in tausendfacher Stückzahl produziert werden.

Ein wichtiger Bestandteil der Raketenproduktion ist die Qualitätskontrolle, mit der sichergestellt wird, dass der Flugkörper sicher gehandhabt und zielgenau gesteuert werden kann. Die hohen Qualitätsansprüche mögen zunächst übertrieben und unangemessen erscheinen, im Vergleich zu einer spartanisch aufgebauten Drohne, die wenn einmal in der Luft, schon irgendwo in der Nähe des Ziels einschlägt, sie sind aber die tragende Säule unserer Gesellschaft, in der das Leben nicht nur der bedienenden Soldaten, sondern auch von unschuldigen Dritten einen hohen Schutz genießt. Daher darf es bei der Qualität keine Kompromisse geben.

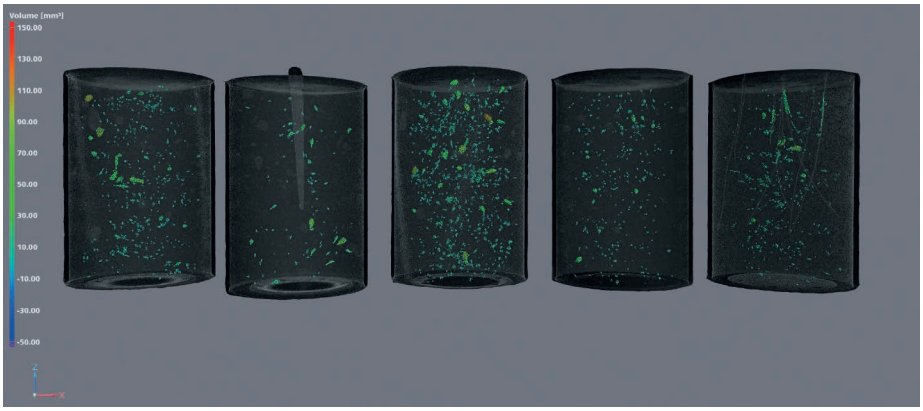
Bislang konnte die Qualität mit konventionellen Röntgen- und CT-Prüfsystemen im verhältnismäßig langsamen Produktionstakt sichergestellt werden. Bei einer künftigen Steigerung der Produktion durch Einführung weiterer Fertigungslinien müssen jedoch weitere Prüfkapazitäten, am besten redundant, aufgebaut werden, um die Prüfung im Produktionstakt absolvieren zu können. Dies führt nicht nur zu hohen Investitionskosten, sondern erhöht auch den Nutzungs- und Wartungsaufwand erheblich. Um den Herausforderungen der Zeit gerecht zu werden, müssen nicht nur die Fertigungsverfahren skaliert werden, sondern auch die nachfolgenden Prüfverfahren. Dazu muss die Radiographie beziehungsweise die Computertomographie besser an die Ansprüche eines hohen Durchsatzes adaptiert werden, indem die Technologie aus ihrer konventionellen Bauweise befreit wird.

Großflächige CT-Detektoren erhöhen den Durchsatz erheblich

Mit den kürzlich neu auf dem Markt der industriellen Röntgentechnik erschienenen Großflächendetektoren eröffnen sich neue Möglichkeiten, um bislang kaum adressierbare Anwendungen der Computertomographie zu realisieren. Mit einer bis zu dreifachen Bildbreite eines herkömmlichen 43 cm x 43 cm-Detektorfelds können damit große Objekte ganz ohne zusätzliche Aufwände, wie der sogenannten Messkreiserweiterung, schnell analysiert werden. Aber auch für kompakte und sehr dichte Objekte sind die großflächigen Detektoren ein Gamechanger. Durch Erweiterung der CT-Anlage um weitere Drehachsen, die jeweils ein eigenes Objekt im Strahlkegel der Röntgenröhre rotieren und so die große zur Verfügung stehende Bildbreite voll ausfüllen, lässt sich der Durchsatz enorm steigern und die Kosten für eine Einzeluntersuchung können drastisch gesenkt werden. Besonders



Hochenergie-CT-Anlage mit integriertem Poly-CT und den fünf Dummy-Raketenmotoren



Mit Poly-CT gemessene Dummy-Raketenmotoren. Die Fehlstellen im Inneren sind sichtbar.

im Bereich der Rüstungs- und Wehrtechnik bietet das Verfahren einen echten Mehrwert, da die zur Untersuchung der zumeist hochabsorbierenden und länglichen Objekte wie Feststofftriebwerke und Gefechtsköpfe erforderliche hohe Röntgenenergie nur von sehr kostspieligen Strahlenquellen wie Linearbeschleunigern erzeugt werden kann. Daher ist eine Durchsatzsteigerung durch einfache Vervielfachung des gesamten Prüfsystems mit enormen Investitionen verbunden.

Gleiche Bildqualität bei fünffachem Durchsatz

Um dieser Problematik zu begegnen, wurde das auch unter dem Begriff Poly-CT bekannte Verfahren kürzlich an der Hochenergie-CT Anlage des Fraunhofer IIS, Bereich Entwicklungszentrum EZRT in Fürth, zum Einsatz gebracht und an repräsentativen Prüfobjekten getestet. Die Erprobung erfolgte mit einem Flächendetektor des Herstellers Deetee mit einer effektiven Bildgröße von 1.017 mm x 389 mm und einer Pixelmatrix von 7.270 x 2.780 Pixel. Als Strahlenquelle diente ein Silac-Linearbeschleuniger der Firma Siemens-Healthineers mit einer Röntgenenergie von 8,3 MeV. Die genutzte Rotationseinheit wies fünf Drehachsen mit einem Abstand von 160 mm je Drehmittelpunkt auf. Die Probekörper wurden an einen typischen Aufbau eines 155 mm Geschosses orientiert. Hierzu wurde Beton in ein Stahlrohr gefüllt und mit verschiedenen Referenzmarkern versehen.

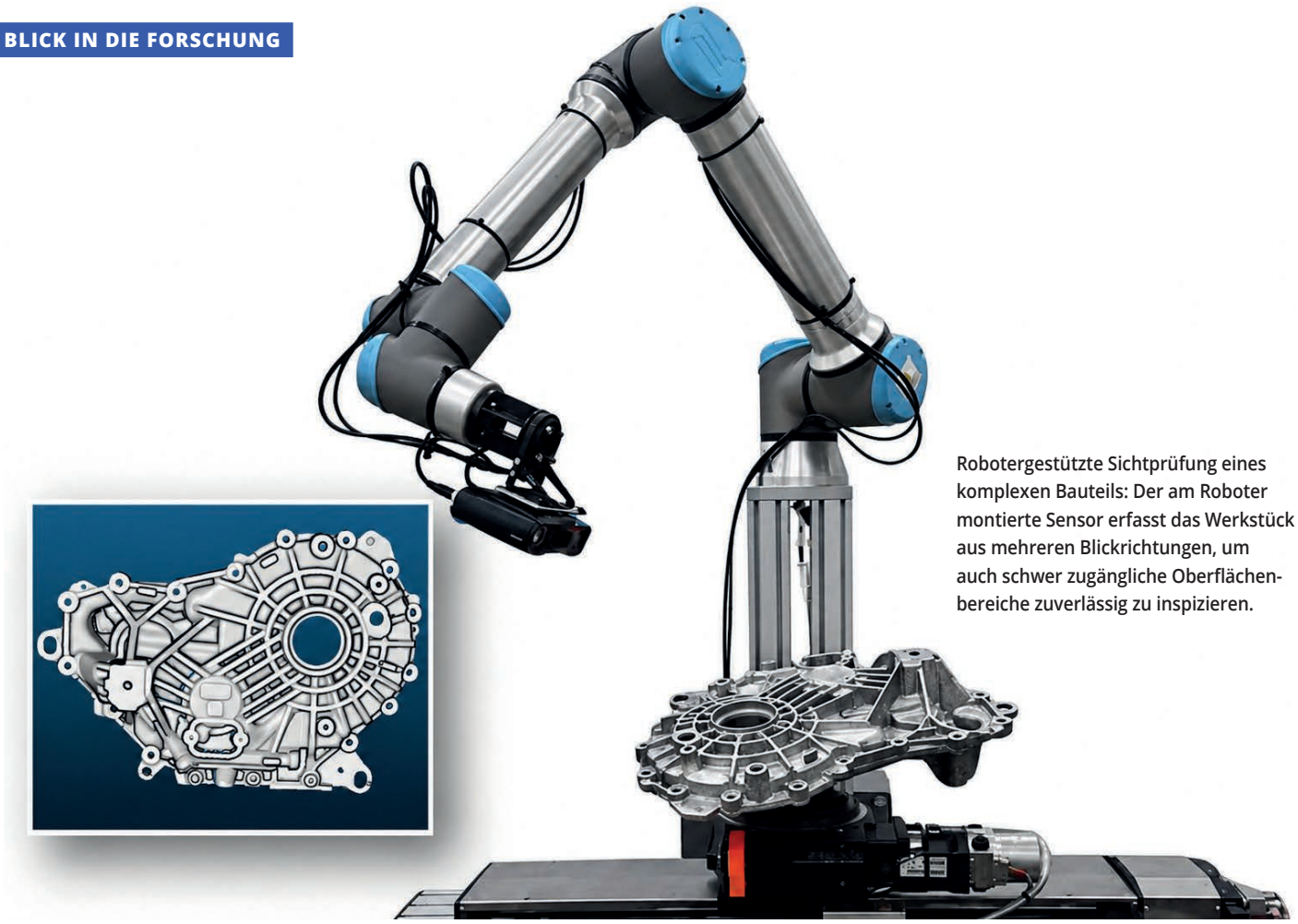
Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen im Vergleich zu einem einzelnen Scan eine gleichwertige Bildqualität aller gemessenen Objekte bei fünffachem Durchsatz. Das Verfahren ermöglicht dabei nicht nur die Vielfachnutzung des Detektorfelds, sondern auch die Reduktion der Messzeit durch eine Minimierung der Projektionsanzahl. Während bei einem Scan mit mehreren Objekten auf einer Dreheinheit der überschattete Pixelbereich des Detektors mit der Anzahl der gleichzeitig gemessenen Objekte steigt und damit zu einer höheren Anzahl der Projektionswinkel führt, bleibt es hier für jedes Objekt bei einem minimalen Pixelbereich. Hinzu kommt, dass bei einer gleichzeitigen Anordnung mehrerer Objekte auf einem Drehtisch die Durchstrahlungslänge stark zunehmen würde, was einerseits negative Auswirkungen auf die Bildqualität hätte und anderseits zu einer höheren Leistungseinstellung der Röntgenquelle und damit kürzerer Lebensdauer führen würde.

Die Kombination aus großflächigen Detektoren und einem anwendungsoptimierten CT-Aufbau, wie hier am Beispiel der Poly-CT gezeigt, kann eine Schlüsseltechnologie sein, um an der jetzt stattfindenden sowie an zukünftiger Disruption auch in Europa und Deutschland partizipieren zu können.

AUTOR
Michael Salamon
Gruppenleiter Hochenergie-Röntgensysteme
am Entwicklungszentrum Röntgentechnik
des Fraunhofer IIS

KONTAKT
Fraunhofer-Institut für Integrierte
Schaltungen IIS, Bereich Entwicklungszentrum
Röntgentechnik, Fürth
E-Mail: michael.salamon@iis.fraunhofer.de
www.iis.fraunhofer.de/de/ff/zfp.html

alle Bilder: Fraunhofer IIS, Entwicklungszentrum Röntgentechnik



Robotergestützte Sichtprüfung eines komplexen Bauteils: Der am Roboter montierte Sensor erfasst das Werkstück aus mehreren Blickrichtungen, um auch schwer zugängliche Oberflächenbereiche zuverlässig zu inspizieren.

Der optimale Blick auf jedes Bauteil

Wie ein modellbasierter Planungsansatz die robotergestützte Qualitätsprüfung automatisiert

Komplexe Geometrien lassen sich oft nicht aus einer einzigen Blickrichtung zuverlässig prüfen. Ein modellbasierter Ansatz kombiniert deshalb die Planung geeigneter Sensorpositionen mit der kollisionsfreien Roboterbewegung. Dadurch entstehen automatisch ausführbare Prüfabläufe mit hoher Abdeckung und Messqualität.

Steigende Variantenvielfalt, kürzere Produktionszyklen und höhere Anforderungen an die Qualitätsdokumentation erhöhen den Bedarf an flexiblen automatisierten Inspektionssystemen. Bei Bauteilen mit komplexer Geometrie reicht eine einzelne Kamera oder ein stationärer 3D-Sensor nicht aus: Relevante Bereiche können verdeckt sein oder in Vertiefungen und Hinterschneidungen liegen. Robotergestützte Inspektionssysteme bewegen den Sensor deshalb gezielt um das Bauteil herum und erfassen Bilder oder 3D-Daten aus unterschiedlichen Blickwinkeln.

Die Programmierung solcher Systeme erfolgt heute meist durch manuelles Einlernen von Sensorpositionen, durch Verwendung vordefinierter Scanmuster oder anhand aus CAD-Daten abgeleiteten Blickrichtungen. Diese Verfahren eignen sich für viele Anwendungen, betrachten Sensorabdeckung und Roboterbewegung jedoch häufig getrennt voneinander. Dadurch können geometrisch geeignete Sensorpositionen außerhalb des Arbeitsraums liegen, unnötige Roboterbewegungen verursachen oder zu Kollisionen führen. Umgekehrt reicht Sichtbarkeit alleine nicht aus, wenn die Messauflösung zu gering ist, um Defekte der erforderlichen Größe zuverlässig zu erkennen. Auch reflektierende oder dunkle Oberflächen können trotz freier Sicht zu überbelichteten oder kontrastarmen Messdaten führen.

Der am Center for Vision, Automation & Control des AIT Austrian Institute of Technology entwickelte modellbasierte Planungsansatz berücksichtigt all diese Anforderungen in einem einzigen Planungsprozess. Ausgehend von einem CAD-Modell, einem Sensormodell und einer Beschreibung der Roboterzelle – bestehend aus Roboter, Sensorik und Arbeitsumgebung – berechnet das System automatisch geeignete Sensorpositionen und einen ausführbaren Roboterpfad. Da die Planung offline erfolgt, lassen sich Oberflächenabdeckung, Messauflösung, Erreichbarkeit und Bewegungsrestriktionen bereits vor dem Produktionseinsatz bewerten.

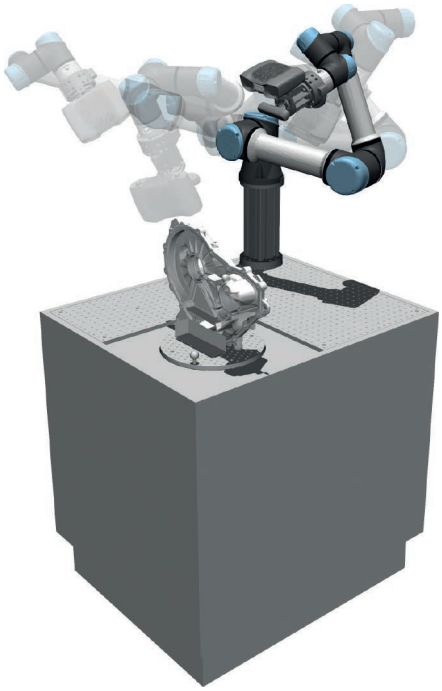
Der Ansatz reduziert den Aufwand für das manuelle Einlernen von Inspektionspositionen, lässt sich über konfigurierbare Systemmodelle flexibel an unterschiedliche Sensoren und Roboterzellen anpassen und

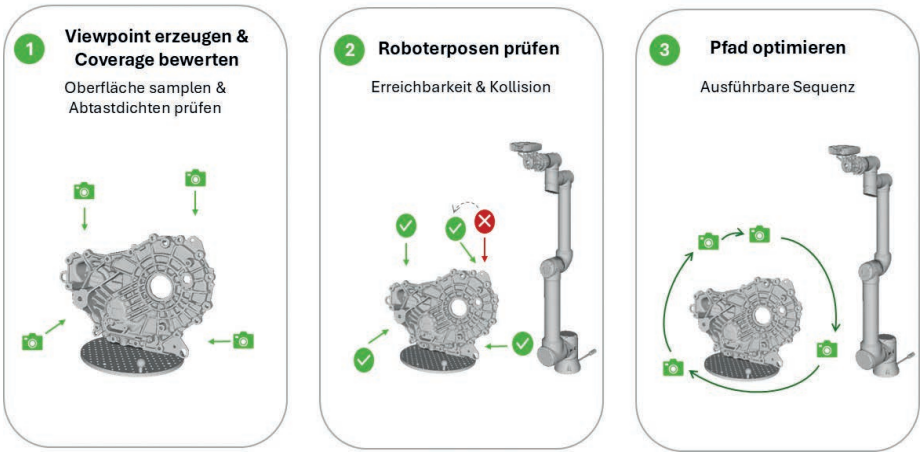
Wissenschaft hautnah auf der VISION 2026

Die Scientific Vision Days

Die Scientific Vision Days sind die etablierte Vortragsreihe des AIT Austrian Institute of Technology und seiner Partner. Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und angewandter Forschung präsentieren Spitzentechnologien rund um das Thema Machine Vision. Die Scientific Vision Days bieten eine Plattform für den Austausch zwischen führenden Köpfen aus Wissenschaft und Industrie.

Die Teilnahme ist kostenfrei. Zum vollständigen Programm gelangen Sie über den QR-Code.





Robotergestütztes Inspektionssystem mit CAD-basierter Planung: Das digitale Bauteilmodell dient als Grundlage für die automatische Berechnung geeigneter Sensorpositionen und Roboterbewegungen.

ermöglicht reproduzierbare, bereits vor dem Einsatz überprüfbare Inspektionsabläufe.

Das Funktionsprinzip

Der Planungsprozess erzeugt zunächst gleichmäßig verteilte Punkte auf der Bauteiloberfläche und leitet daraus mögliche Sensorpositionen ab. Poisson-Disc-Sampling sorgt für eine gleichmäßige Verteilung und Mindestabstand der Punkte. Anschließend werden sie entlang der Oberflächennormalen auf den erforderlichen Arbeitsabstand des Sensors verschoben. Verdeckungstests prüfen, ob zwischen Sensor und Bauteil freie Sicht besteht. Ist dies nicht der Fall, werden ungeeignete Sensorpositionen korrigiert oder verworfen. Eine Bayes'sche Optimierung steuert automatisch Anzahl und Verteilung der Sensorpositionen. So stehen genügend Alternativen für eine vollständige Inspektion zur Verfügung, ohne den Rechenaufwand unnötig zu erhöhen.

Im nächsten Schritt wählt der Planungsalgorithmus jene Sensorpositionen, mit denen alle relevanten Oberflächenbereiche vollständig und mit der für die Defekterkennung erforderlichen Detailgenauigkeit erfasst werden. Dazu wird die klassische Sichtbarkeitsanalyse um die Bewertung der Abtastdichte ergänzt. Entscheidend für die Auswahl einer Sensorposition ist damit nicht nur, ob eine Oberfläche sichtbar ist, sondern auch, ob sie mit ausreichender räumlicher Auflösung aufgenommen wird. Zusätzlich berücksichtigt der AIT-Planungsansatz auch Licht- und Materialeigenschaften. Reflexionsmodelle verhindern, dass Bereiche mit unzureichender Messqualität als ausreichend erfasst gelten.

Anschließend werden die ausgewählten Sensorpositionen in Roboterposen überführt. Der Planungsalgorithmus prüft Erreichbarkeit, Arbeitsraumgrenzen und Kollisionsfreiheit und ersetzt nicht realisierbare Posen durch möglichst nahe Alternativen. Abschließend optimiert er Roboterkonfigurationen und Bewegungsabläufe gemeinsam. Dadurch entstehen effiziente, reproduzierbare Inspektionssequenzen, die direkt ausgeführt werden können.

Industrielles Potenzial

Der Planungsansatz lässt sich durch Parametrierung an unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Planungszeit, Inspektionsdauer und Messdetail anpassen. Über entsprechende Sensormodelle können verschiedene Kameras und 3D-Messsysteme eingebunden werden. Arbeitsabstand, Sichtfeld, Abtastdichte und zulässige Blickwinkel werden jeweils an Sensor und Prüfaufgabe angepasst.

Besonders geeignet ist der Ansatz für Bauteile mit komplexer Geometrie, die sich nicht zuverlässig aus einer Blickrichtung inspizieren lassen, etwa Guss- oder Frästeile mit gekrümmten Oberflächen, Vertiefungen oder Hinterschneidungen. Je nach verwendetem Sensor unterstützt die automatisch berechnete Inspektionssequenz die Oberflächenfehlererkennung, dimensionale Messungen oder die vollständige 3D-Erfassung. Der Planungsansatz ist herstellerunabhängig und kann für unterschiedliche Roboter und Sensoren eingesetzt werden. Für neue Produktvarianten wird die Inspektionssequenz automatisch aus dem aktualisierten CAD-Modell neu berechnet.

Der Ansatz wurde in Simulationen und Versuchen mit Robotersystemen sowie Bauteilen unterschiedlicher Komplexität erfolgreich erprobt. Aktuelle Entwicklungsarbeiten ermöglichen zudem, Abweichungen zwischen der geplanten und der tatsächlichen Werkstücklage während der Ausführung auszugleichen. Die angepassten Roboterposen werden dabei erneut auf Messqualität, Erreichbarkeit und Kollisionsfreiheit überprüft.

Literatur

[1] Staderini, V., et al., „Coverage-Aware Viewpoint Refinement for Robotic Visual Inspection." IFAC world congress, 2026.

[2] Staderini, V., Integrated Planning and Optimization Framework for Robotic Visual Inspection. Dissertation, Technische Universität Wien, 2026.

[3] Staderini, V., et al., „Flex-PLACE: Flexible robot base placement for industrial inspection." Electronic Imaging. Society for Imaging Science and Technology, 2025.

[4] Staderini, V., et al., „Visual Quality Inspection Planning: A Model-Based Framework for Generating Optimal and Feasible Inspection Poses." IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2024.

[5] Staderini, V., et al., „Spatial resolution metric for optimal viewpoints generation in visual inspection planning." 14th International Conference on Computer Vision Systems (ICVS), 2023.

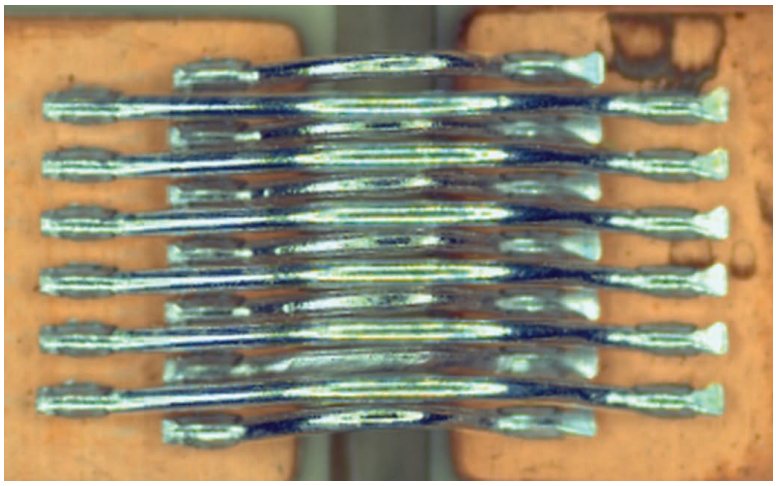
[6] Staderini, V., et al., „Surface sampling for optimal viewpoint generation." IEEE 13th International Conference on Pattern Recognition Systems (ICPRS), 2023.

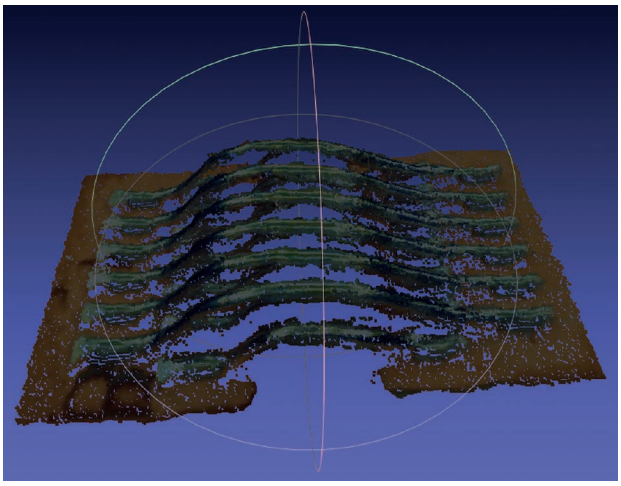
VISION
Halle 8, Stand C50

AUTORIN
Dr. Vanessa Staderini
Wissenschaftlerin

KONTAKT
AIT Austrian Institute of Technology GmbH – Center for Vision, Automation & Control, Wien, Österreich
E-Mail: vanessa.staderini@ait.ac.at
www.ait.ac.at

alle Bilder: AIT Austrian Institute of Technology





Links: Eine herkömmliche Draufsicht auf sich kreuzende Drahtverbindungen. Sich überlappende Verbindungen erscheinen identisch, unabhängig davon, ob sie sich berühren oder lediglich kreuzen. Rechts: Rekonstruierte Punktwolke aus einer einzigen Lichtfeld-Belichtung

Single-Shot-3D-Messtechnik für die Drahtbond-Inspektion

Lichtfeldbildgebung ermöglicht Tiefenerfassung ohne Scanvorgang

Bei der Inspektion von Drahtverbindungen reicht ein 2D-Bild oft nicht aus, um kritische Abstände an Kreuzungspunkten zuverlässig zu bewerten. Die Lichtfeldbildgebung erzeugt aus einer einzigen Aufnahme eine metrische 3D-Punktwolke und ermöglicht damit die präzise, robuste und schnelle Erfassung von Höhenunterschieden auch bei kurzen Arbeitsabständen und Inline-Anwendungen.

Zwei Drähte kreuzen sich in einem Kamerabild. Berühren sie sich, oder verläuft einer einfach in sicherem Abstand vor dem anderen? Von direkt oben betrachtet sehen beide Situationen identisch aus: zwei helle Linien, die sich auf dem Sensor überlappen. Doch in einem Halbleitergehäuse ist dieser Unterschied entscheidend für die Funktionsfähigkeit des Bauteils oder einen Kurzschluss. Es ist eine kleine Frage mit einer sicherheitskritischen Antwort – und eine, die ein herkömmliches 2D-Bild allein nicht klären kann.

Das ist der Alltag bei der Drahtbond-Prüfung. Drahtverbindungen sind die feinen leitfähigen Drähte, die einen Siliziumchip mit seinem Gehäuse verbinden. Bei einem dicht bestückten Bauteil kreuzen sich benachbarte Drähte oft, wenn man sie von oben betrachtet. Um eine Kreuzung von einem Kontakt zu unterscheiden, muss man wissen, wie weit die beiden Drähte entlang der Höhenachse voneinander entfernt sind – genau an der Stelle, an der sie sich im Bild überlappen.

Wenn 2D nicht ausreicht

Da Inspektionsaufgaben immer strengere Toleranzen und einen höheren Automatisierungsgrad erfordern, taucht diese Art von Problem immer wieder auf: Die tatsächlich entscheidende Größe ist eine Höhe, ein Volumen oder eine Form, nicht ein Pixelwert. Eine echte 3D-Messung ordnet jeden Punkt auf einer Oberfläche realen X-, Y- und Z-Koordinaten zu und erzeugt in der Regel eine Punktwolke, aus der sich Höhen-, Volumen- und Formanalysen ableiten lassen.

In der Industrie gibt es mehrere etablierte Verfahren, um dies zu erreichen, und jedes erfordert gewisse Kompromisse: Die Stereosicht ermittelt die Position durch Triangulation aus zwei Blickwinkeln, benötigt dafür jedoch eine Oberflächenstruktur. Bei der Lasertriangulation wird ein Strahl über das Bauteil geführt und die Höhe anhand der Verschiebung des reflektierten Strahls ermittelt. Dieses Verfahren ist zwar genau, aber langsam, da die Oberfläche unter Bewegung Zeile für Zeile aufgebaut wird, was es zudem anfällig für Vibrationen macht. Strukturiertes Licht projiziert ein Muster und ermittelt die Tiefe anhand dessen Verformung, erfordert jedoch einen großen Abstand zwischen Projektor und Kamera, was bei kleinen, komplex strukturierten Bauteilen, die aus nächster Nähe geprüft werden, nur schwer zu realisieren ist. Die Lichtlaufzeitmessung misst die Laufzeit des Lichts, doch ihre Auflösung ist in der Regel zu grob für Abstände im Bereich von Bruchteilen eines Millimeters.

Keine dieser Einschränkungen schließt eine Methode grundsätzlich aus. Doch bei kleinen, dicht gepackten und bewegungsempfindlichen Bauteilen, bei denen der Arbeitsabstand gering ist, stößt jeder herkömmliche Ansatz an praktische Grenzen.

So funktioniert die Lichtfeld-Bildgebung

Die Lichtfeld-Bildgebung verfolgt einen anderen Ansatz. Ein Mikrolinsenarray befindet sich vor dem Sensor und teilt das vom Hauptobjektiv erzeugte Bild in ein Raster aus Mikrobildern auf, sodass eine einzige Belichtung effektiv viele leicht unterschiedliche Blick-

Das Wichtigste kompakt

Die Lichtfeldbildgebung rekonstruiert aus einer einzigen Aufnahme eine metrische 3D-Punktwolke. So lassen sich bei der Drahtbond-Inspektion Höhenunterschiede und Abstände überlappender Drähte im Submillimeterbereich zuverlässig erfassen. Stereo- und Strukturlichtsysteme benötigen dagegen Oberflächenstruktur oder mehr Bauraum, Scanverfahren sind langsamer und vibrationsempfindlich, Time-of-Flight-Verfahren häufig zu ungenau.

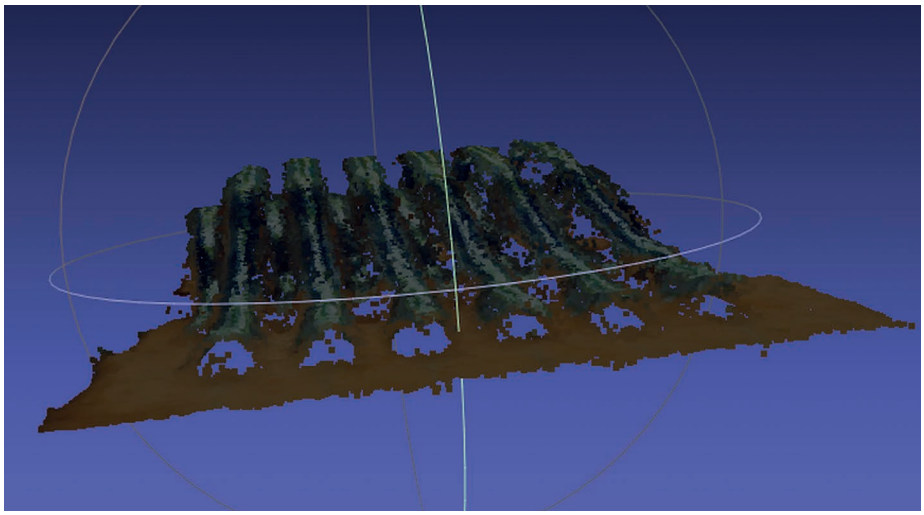
winkel der Szene gleichzeitig erfasst, ohne dass physisch getrennte Kameras erforderlich sind. Da diese Richtungsinformationen in einem einzigen Bild erfasst werden, lässt sich die Tiefe rechnerisch aus einer einzigen Aufnahme rekonstruieren – ohne Abtastung und ohne bewegliche Teile.

Für eine Inspektionslinie hat dies einige begrüßenswerte Auswirkungen, die eher in der Praxis als im Prinzip von Bedeutung sind: Eine einzige Belichtung liefert eine vollständige 3D-Szene, sodass der Durchsatz hoch bleibt und das System mithilfe effizienter, integrierter Verarbeitung in Echtzeit arbeiten kann. Da alles in einer einzigen Aufnahme erfasst wird, ist das Ergebnis von Natur aus robust gegenüber Teilbewegungen, und die Aufnahmgeometrie bleibt von Aufnahme zu Aufnahme unverändert und wiederholbar. Die Optik selbst ist kompakt, ohne breite Basislinie und ohne beweglichen Tisch, was die Integration der Kamera in eine bestehende Produktionslinie in der Regel einfacher und kostengünstiger macht als die oben genannten Alternativen.

Fallstudie: sich kreuzende Drahtverbindungen

Um zu sehen, wie dies bei einem echten Bauteil aussieht, haben wir eine Single-Shot-Lichtfeldkamera, eine Photonicsens Apicam, verwendet, um ein gebondetes Gehäuse mit mehreren eng beieinander liegenden, sich kreuzenden Drahtverbindungen zu prüfen, deren Abstand an den engsten Stellen zwischen 0,15 und 1,09 mm lag.

Eine herkömmliche Draufsichtaufnahme des Bauteils verflacht jede Verbindung zu einer Reihe überlappender heller Linien – genau das oben beschriebene mehrdeutige Bild. Die aus einer einzigen Lichtfeldbelichtung rekonstruierte Punktwolke liefert detaillierte Informationen: Von vorne, von oben und von der Seite betrachtet lassen sich die Drähte in der Tiefe klar voneinander unterscheiden: Das gewölbte Profil jeder einzelnen Drahtverbindung, die Abstände zwischen benachbarten Verbindungen und die Schleifenhöhen werden alle anhand dieser einen Aufnahme sichtbar. Strukturelle Details, die ein 2D-Bild einfach nicht wiedergeben kann – beispielsweise welcher Draht über welchen verläuft und in welchem Abstand –, lassen sich direkt aus der Rekonstruktion ablesen, mit einem Messfehler von weniger als zehn Mikrometern.



Strukturelle Details, die ein 2D-Bild einfach nicht wiedergeben kann – beispielsweise welcher Draht über welchem läuft und in welchem Abstand –, lassen sich direkt aus der Rekonstruktion ablesen.

Warum Lichtfeld-Bildgebung für Drahtbonding besonders gut geeignet ist

Bei der Anwendung auf denselben Fall stoßen die herkömmlichen Verfahren jeweils auf ein echtes Hindernis. Lasertriangulation und Scanning-Profilometrie könnten den Höhenunterschied zwar grundsätzlich auflösen, doch der zeilenweise Aufbau der Oberfläche bei Bewegung schränkt den Durchsatz auf einer schnellen Fertigungslinie ein und führt zu einer Empfindlichkeit gegenüber Vibrationen. Strukturlicht- und Stereokonfigurationen erfordern einen Abstand zwischen Projektor und Kamera, der bei einem so kurzen Arbeitsabstand um ein kleines, überfülltes Bauteil herum nur schwer zu erreichen ist. Die Auflösung der Time-of-Flight-Messung bleibt weit hinter den hier zu zertifizierenden Abständen im Submillimeterbereich zurück.

Die Lichtfeld-Bildgebung umgeht alle diese Hindernisse auf einen Schlag. Sie löst den Höhenunterschied am Schnittpunkt bereits mit einer einzigen Belichtung auf, sodass ein sich bewegendes oder indexiertes Bauteil das Ergebnis nicht beeinträchtigt. Sie nutzt eine kompakte Blende anstelle einer breiten Basislinie und kann daher bei dem kurzen Arbeitsabstand arbeiten, den die Anwendung erfordert. Zudem liefert sie eine metrische Punktwolke, aus der der Abstand von Draht zu Draht direkt und ohne weitere Verarbeitungsschritte abgelesen werden kann.

Weitere mögliche Anwendungsbereiche

Das Beispiel des Drahtbondings ist eine nützliche, konkrete Veranschaulichung, doch der zugrunde liegende Bedarf lässt sich weit darüber hinaus verallgemeinern. Maßprüfung, Erkennung von Oberflächenfehlern, Montageüberprüfung, Anwesenheitsprüfungen sowie Volumen- oder Koplanaritätsmessungen erfordern allesamt metrische Höhendaten, die schnell und aus nächster Nähe erfasst werden. Angesichts der praktischen Einschränkungen hinsichtlich Geschwindigkeit, Genauigkeit, Arbeitsabstand und Integrationsaufwand bleibt ein Scanverfahren die richtige Wahl, wenn die Genauigkeit bis an ihre absolute Grenze getrieben werden muss und weder die Zykluszeit noch der Zugang eingeschränkt sind. Wo die einschränkenden Faktoren stattdessen ein kurzer Arbeitsabstand, ein bewegungsempfindliches Bauteil und die Notwendigkeit eines hohen Inline-Durchsatzes sind, erreicht die Single-Shot-Lichtfeld-Bildgebung eine Leistung, die die anderen Methoden nur schwer erreichen.

Unternehmen im Detail

Photonicsens

Photonicsens (Photonic Sensors & Algorithms S. L.) entwickelt und fertigt unter der Marke Apicam Single-Shot-Plenoptik-3D-Kameras (Lichtfeldkameras). Das 2015 gegründete Unternehmen mit Sitz in Paterna, Valencia, Spanien, betreibt eine eigene Fertigungslinie im Reinraum und bedient Kunden aus den Bereichen Elektronik und Halbleiter, Robotik, industrielle Messtechnik, Gesundheitswesen und Automobilindustrie. Die Kameras von Photonicsens erfassen ein vollständiges 2D-Bild und eine 3D-Tiefenkarte in einer einzigen Aufnahme, ohne Strukturlichtprojektoren oder bewegliche Teile.

AUTOREN
Dr. Adolfo Martínez-Uso
Professor an der Polytechnischen Universität Valencia

Sergio Mantecón
CCO von Photonicsens

Dr. Carles Montoliu
CTO von Photonicsens

Dr. Jorge Blasco
Gründer und CEO von Photonicsens

KONTAKT
Photonicsens, Paterna (Valencia), Spanien
Tel.: +34 960 097481
www.photonicsens.com

alle Bilder: Photonicsens

Index

FIRMA	SEITE
Advantech	18
AHF Analysentechnik	42, 63
AIT Austrian Institute of Technology	78
Allied Vision	24
AMS Osram	7
AT Sensors	Titelseite, 14, 25, 26, 42
Balluff	24
Baumer Optronic	9, 7, 24, 42, 48
Beckhoff Automation	29
Büchner Lichtsysteme	59
Cretec	3, 52
Denkweit	30, 33
DK Fixiersysteme	47, 53
Edmund Optics	8, 31, 32, 56
Emergent Vision Technologies	11
European Machine Vision Association EMVA	9, 75
European Photonics Industry Consortium EPIC	3. Umschlagseite
Exaktera/Z-Laser	19
Excelitas	67
Eye Vision Technology	66
Faro Creaform	49, 67
Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision	6
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS	76
Fujifilm Electronic Imaging Europe	41
Hamamatsu Photonics	66
Hexagon	72
IIM	31
Imaging Development Systems IDS	24, 42, 58
Imago Technologies	18
Infratec	30
Interact Analysis	9
International Federation of Robotics (IFR)	8
Isra Vision	18
Ivii	6
JAI	30, 50
John Deere Electronics	67
Kowa Optimed Deutschland	65
Landesmesse Stuttgart	22, 28, 61
Laser Components Germany	23, 30, 32
Leuze Eletronic	68
Lucid Vision Labs	42
Macnica ATD Europe	8
Märzhäuser Wetzlar	43
Micro-Epsilon Messtechnik	5, 66
Midwest Optical Systems	4. Umschlagseite
Mitutoyo Deutschland	25, 27
MVTec Software	30, 36, 61
Optimum Datamanagement Solutions	38
Opto	57, 61
Opto Engineering	66
Optris	55, 61
Phlox	67
Photonicsens	80
Pleora Technologies	66
Quantum Design	25, 64
Rauscher	7, 31, 39
Sensopart Industriesensorik	32
Shenzhen Sincevision Technology	37
Sick	18
Smart Vision Lights	71
Spectaris	6
Teledyne Dalsa	32
Teledyne Flir	66
Teledyne Vision Solutions	31
The Imaging Source	7, 30, 38
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA	26
Vision & Control	31, 32
Vision Components	18
Vision Engineering	70
Vision Markets	10, 28
VMT Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme	18
Wenglor Sensoric elektronische Geräte	24, 32, 40, 51
Ximea	13, 24, 62
Zebra	54

Impressum

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

Geschäftsführer
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

Stephanie Nickl
Tel.: +49/6201 606-030
snickl2@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

Sylvia Heider
Tel.: +49 (0) 06201 606 589
sheider@wiley.com

Herstellung
Jörg Stenger
Kerstin Kunkel (Sales Administrator)
Oliver Haja (Design)
Ramona Scheirich (Litho)

Wiley GIT Leserservice
65341 Eltville
Tel.: +49/6123/9238-246
Fax: +49/6123/9238-244
WileyGIT@vuservice.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. Oktober 2025

2025 erscheinen 9 Ausgaben „inspect"
Druckauflage: 12.000 (4. Quartal 2025)

Abonnement 2026
9 Ausgaben EUR 53,00 zzgl. 7 % MWSt
Einzelheft EUR 17,00 zzgl. MWSt+Porto

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

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

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

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

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

Druck
westermann DRUCK | pva

Printed in Germany
ISSN 1616-5284

PEFC-zertifiziert
Dieses Produkt stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen
PEFC/04-31-0714
www.pefc.de

WILEY

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.

EPIC

EUROPEAN PHOTONICS
INDUSTRY CONSORTIUM



Make it EPIC!

In Photonics We Unite,
In Europe We Thrive

www.epic-photonics.com

MIDOPT®
MIDWEST OPTICAL SYSTEMS, INC.



SiLWIR™

SILICON PROTECTIVE WINDOWS FOR THERMAL IMAGING

2X THE STRENGTH OF GERMANIUM

Pure-grade silicon + the proper coatings make SiLWIR™ Protective Windows an excellent alternative to germanium and chalcogenide glasses for LWIR (long-wave infrared, 8-12µm).

COATINGS: DLC (Diamond-Like Carbon) & Double-Side AR (Anti-Reflection)

PEAK TRANSMISSION: >80%

HIGH TEMPERATURE RATING: ~200° C

STRONG & DURABLE: 1150 Knoop Hardness

MILITARY STANDARDS: MIL-F-48616 & MIL-C-48497C

COST EFFECTIVE: Affordable and Readily Available

Available in size up to 8" diameter and with VHB Adhesive

LEARN MORE

VISIT US AT VISION BOOTH 10F52

October 6-8, 2026 Messe Stuttgart, Germany

INNOVATIVE FILTER DESIGNS FOR INDUSTRIAL IMAGING

info@midopt.com • +1-847-359-3550 • MIDOPT.COM