



inspect

WORLD OF VISION

26. JAHRGANG
SEPTEMBER 2025

4

www.WileyIndustryNews.com

TITELSTORY

Distanzmessung auf anspruchsvollen Oberflächen:
ToF-Sensor mit blauem Laser

SCHWERPUNKTE

- Die Gewinner des inspect award 2025
- Künstliche Intelligenz

Jubiläumsausgabe



European Machine Vision Forum

Warum Sie teilnehmen sollten
S. 8

Jubiläum

25 Jahre inspect:
ein Rückblick
S. 20

Millioneninvest trotz Flaute

Interview mit dem Geschäftsführer
von DK Fixiersysteme
S. 38

Partner von

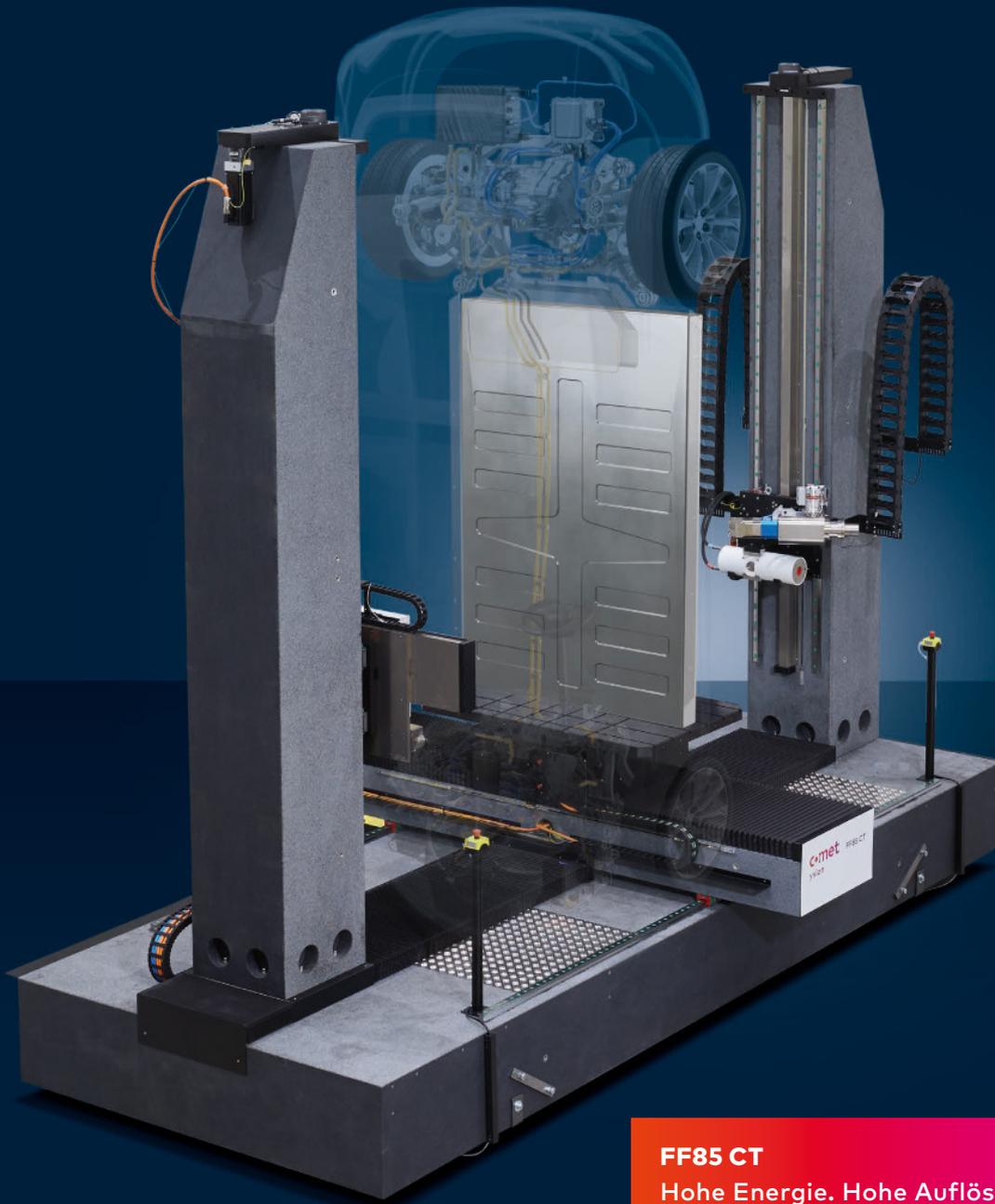


WILEY

76 963

25 Jahre tiefe Einblicke. Herzlichen Glückwunsch, Inspect!

Gestützt auf jahrzehntelange Erfahrung und angetrieben von einer unerschütterlichen Leidenschaft für Technologie setzen Inspect und Comet Yxlon neue Maßstäbe in Qualitätssicherung, Messtechnik und Fehleranalyse. Auf die nächsten 25 Jahre!



comet
yxlon

FF85 CT

Hohe Energie. Hohe Auflösung. Maximale Vielseitigkeit. Das FF85 CT ermöglicht die zerstörungsfreie Prüfung von kleinen bis zu sehr großen Teilen, wie z. B. kompletten EV-Batteriepacks, in kürzester Zeit und mit erstaunlicher Auflösung. Weitere Informationen finden Sie unter yxlon.comet.tech.

Die inspect feiert Geburtstag

Willkommen zur Jubiläumsausgabe. Im September 2000 erschien zum allerersten Mal eine inspect. Zu diesem Anlass enthält diese Ausgabe viele Besonderheiten, angefangen bei den Bildern hier in diesem Editorial. Sie zeigen das inspect-Team vor 25 Jahren und heutige. Ganz andere Leute, aber beide Teams brannten und brennen für die Welt der Bildverarbeitung.



Das erste inspect-Team (v.l.): Jürgen Kreuzig, Marion Wagener, Katja Hegwein, Peter Ebert



Das heutige Team (v.l.): Andreas Grösslein, David Löh, Stephanie Nickl

um Entschuldigung. Und gleichzeitig lege ich Ihnen, liebe Leserin, lieber Leser, ans Herz, sich unbedingt die Online-Version der Statements anzuschauen. Auf www.wileyindustrynews.com finden Sie alle eingesandten Glückwünsche. Sie enthalten zum Teil Anekdoten oder Erläuterungen zu technischen Entwicklungen aus den letzten 25 Jahren. In jedem Fall sind sie lesenswert.

Auch wirklich klasse sind die historischen Anzeigen, die einige unserer Kunden uns zugesandt haben. Diese haben wir jeweils mit einem Hinweis auf das Erscheinungsjahr versehen. Ein ganz besonderes Schmankerl hat sich Lucid Vision Labs ausgedacht: Wer sich für den Newsletter registriert, bekommt ein exklusives und streng limitiertes Vintage-T-Shirt geschenkt. Meine persönliche Empfehlung: Melden Sie sich schnell an. Auf Seite 11 finden Sie den QR-Code.

Zum Schluss noch vielen Dank an alle Autorinnen und Autoren, die mit einem eigenen Rückblick auf die letzten Jahrzehnte zu dieser Ausgabe beigetragen haben. Erst damit wird das Bild auch nur ansatzweise vollständig. Alle Beiträge rund um das Jubiläum finden Sie in der Rubrik „25 Jahre inspect“ ab Seite 20.

Viel Spaß beim Lesen dieser besonderen Ausgabe

David Löh

Chefredakteur der inspect
dloeh@wiley.com

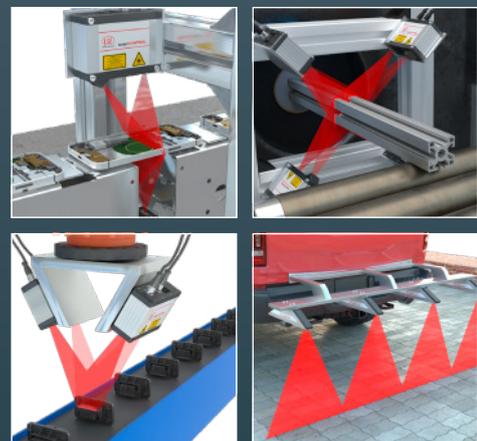


NEU

3D Profile Unit

Multi-Scanner 3D-Messung

- Verknüpfung von bis zu 8 Laserscannern für große Profile & komplexe Geometrien
- Auswertung von zusammengesetzten 2D-Schnitten oder 3D-Punktwolken
- Ausgabe der Punktwolke über GigE Vision
- Steuerung und Messwertübergabe über Industrial Ethernet
- Flexibles Applikations-Setup



Kontaktieren Sie unsere
Applikationsingenieure:
Tel. +49 8542 1680

micro-epsilon.de/3D



16 Titelstory:
Distanzmessung in neuem Licht
 ToF-Sensor mit blauem Laserlicht
 eröffnet unerschlossene Potenziale



20 Ein Rückblick:
25 Jahre inspect
 Die Entwicklung DER Fachzeitschrift für industrielle Bildverarbeitung in Deutschland



Editorial

3 Die inspect feiert Geburtstag

Märkte & Management

8 Sensorik im Wandel: Das European Machine Vision Forum 2025 in Fürth
 Interview mit Prof. Dr. Michael Heizmann
 David Löh

12 Die Gewinner des inspect award 2025
 Preis der industriellen Bildverarbeitung

Titelstory

16 Distanzmessung in neuem Licht
 ToF-Sensor mit blauem Laserlicht
 eröffnet unerschlossene Potenziale
 Nina Schmeh

25 JAHRE inspect

20 Ein Rückblick: 25 Jahre inspect
 Die Entwicklung DER Fachzeitschrift für industrielle Bildverarbeitung in Deutschland
 David Löh

26 "Bildverarbeitung: früher eine Domäne für Spezialisten - heute wesentlich leichter zugänglich"
 Im Gespräch: Dr. Oliver Vietze, CEO der Baumer Group
 David Löh

30 25 Jahre Machine Vision: von Pixeln zur KI-getriebenen Zukunft
 Wie Produktions- und Inspektionsprozesse von Machine-Vision-Software profitieren
 MVTec Software GmbH

32 Vom analogen Videosignal zum smarten Vision-System

Ein Artikel über den Wandel der industriellen Bildverarbeitung in den vergangenen 25 Jahren
 Heiko Seitz

36 Vielfalt der Optik

Entwicklung industrieller Bildverarbeitungsobjektive – Ein Streifzug durch 25 Jahre
 Anna Hetzelt

Vision

38 Investieren trotz wirtschaftlicher Flaute

Interview mit Karl Holzer, Geschäftsführer von DK Fixiersysteme
 David Löh



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



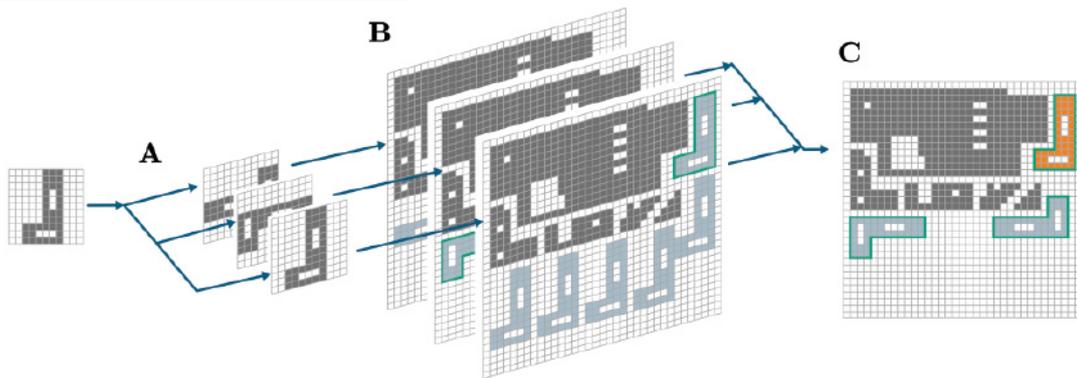
Nutzen Sie UNSER KOSTENFREIES EPAPER!

WWW.WILEYINDUSTRYNEWS.COM/PRINTAUSGABE



26 **„Bildverarbeitung: früher eine Domäne für Spezialisten – heute wesentlich leichter zugänglich“**
 Im Gespräch: Dr. Oliver Vietze, CEO der Baumer Group

50 Effizienzsteigerung durch KI: Produktionsoptimierung und Bin Picking
 Stand der KI im industriellen Umfeld



- 42 Eine neue Generation Ringlichter**
 High-Performance-Ringbeleuchtungen mit anpassbarer Lichtcharakteristik
 IIM GmbH, Suhl
- 44 „Selbst die beste Hardware ist nur so gut wie die zugehörige Software“**
 Interview Di-Soric, Martin Czommer, Produktmanager Machine Vision
 David Löh
- 46 Effizienzsteigerung durch KI: Produktionsoptimierung und Bin Picking**
 Stand der KI im industriellen Umfeld
 Prof. Dr. Marco Huber

Automation

- 50 Der photoelektrische „Hightech-Blick“**
 Überblick über optische Sensoren für Smart-Factory-Anwendungen
 Norbert Matthes

Control

- 54 Messsysteme für die Echtzeitüberwachung**
 Hochgeschwindigkeits-Nahinfrarot-Spektrometer für die Echtzeitüberwachung in Inline-Prozessen
 Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH
- 56 Bottleneck Qualitätssicherung**
 Koordinatenmessgerät nimmt Kombination aus Vernetzung, Bedienbarkeit, Präzision und Geschwindigkeit die Komplexität
 Manuel Müller
- 59 Die Sehnenlängentransformation**
 Eine neue Methode der Bildverarbeitung zur Analyse von Faserstrukturen
 Prof. Dr. Joachim Ohser

Blick in die Forschung

- 61 Methoden zur Anomaliedetektion und Röntgen-Anlage XXL**
 Thomas Lübke-meier
- 62 Wie Anomaliedetektionsmethoden die Automatisierung der manuellen Inspektion unterstützen**
 Selbstlernende Prüfsysteme mittels künstlicher Intelligenz
 Martin Pape
- 64 Durchfahrt durch die Röntgenanlage**
 Hochenergie-Computertomographiesystem für großvolumige Objekte
 Michal Salamon
- 66 Index**
- 66 Impressum**

LUMIMAX[®]
 by Exaktera



BESUCHEN SIE UNS

all about automation

30.09. - 01.10.2025
 STAND #1-322
 MESSE CHEMNITZ

European Machine Vision Forum 2025
 emva

16.10. - 17.10.2025
 FRAUNHOFER IIS, FÜRTH

www.lumimax.de



Sie werden in Zukunft enger zusammenarbeiten: Jean-Yves Herriott (links), Geschäftsführer von V-Optics, und Dr. Johannes Pfund, Geschäftsführer von V-Optics und Optocraft

V-Optics und Optocraft kooperieren bei Messsystemen für die optische Industrie

Die Messtechnikunternehmen V-Optics und Optocraft werden zukünftig unter dem Dach von Micro-Epsilon ihre Zusammenarbeit intensivieren, wobei beide Unternehmen ihre Unabhängigkeit bewahren. Gemeinsam bieten Optocraft, V-Optics und Micro-Epsilon nun ein umfassendes Messtechnik-Portfolio für die Kontaktlinsen-, Intraokularlinsen- und Brillenindustrie an. Diese Partnerschaft ermöglicht die Bereitstellung multifunktionaler Lösungen aus einer Hand, die sowohl Präzision als auch Effizienz miteinander vereinen.

V-Optics ist bekannt für seine Produkte und Technologien zur Fehlererkennung in optischen Komponenten, während Optocraft sich als Anbieter von Wellenfrontsensoren und Messsystemen für die Augenoptik-, Optik- und Laserindustrie etabliert hat. Im Bereich Präzisionsoptik und Glasindustrie, einschließlich Unterhaltungselektronik, Halbleiter, Automobil, Laser, Raumfahrttechnik und Saphir, wird V-Optics die Produktpalette von Optocraft und Micro-Epsilon um eine zusätzliche Messmodalität erweitern. Dies führt zu einer verbesserten Prozesskontrolle, höherer Produktqualität und effizienteren Produktionsprozessen für die Anwender.

V-Optics wird weiterhin von Frankreich aus operieren und so die kontinuierliche Forschung und Entwicklung, Produktion und Kundenbetreuung sicherstellen. Dies stellt einen Vorteil für bestehende Kundenbeziehungen und technologische Fortschritte dar, von denen das Unternehmen überzeugt ist. www.micro-epsilon.de

Opto eröffnet Niederlassung in Kalifornien

Im Juli 2025 hat Opto eine neue Niederlassung in den Vereinigten Staaten eröffnet. Thomas Spieker, der Geschäftsführer von Opto Microscopy Solutions, leitet die Niederlassung. Mit einem Dokortitel in Biologie und 25 Jahren Erfahrung auf dem US-amerikanischen Mikroskopiemarkt bringt Thomas wertvolle Expertise in das Unternehmen ein. Neben der Unterstützung von Vertriebspartnern und Großkunden plant Opto eine strategische Erweiterung seines Kerngeschäfts mit Bildgebungsmodulen, die eine intelligente Kombination aus Kamera, Beleuchtung und Optik darstellen. www.opto.de



Dr. Robert Vollmers, Geschäftsführer von Excelitas Deutschland

Qioptiq Photonics wird zu Excelitas Deutschland

Mit Wirkung zum 27. August 2025 hat die Qioptiq Photonics GmbH & Co. KG ihren Namen und ihre Rechtsform zu Excelitas Deutschland GmbH geändert. Diese Umbenennung ist Teil der globalen Konsolidierungsstrategie der Excelitas Group, einem US-amerikanischen Anbieter optischer Technologien.

Die deutschen Standorte in Göttingen, Feldkirchen und Regen bleiben unverändert bestehen und behalten ihre jeweiligen Spezialisierungen bei: Göttingen konzentriert sich auf die Halbleiterindustrie, Feldkirchen auf Medizintechnik und Life Sciences, während in Regen Rund- und Mikrooptiken produziert werden. Der Übergang zu „One Excelitas“ zielt darauf ab, die internationale Marktpräsenz zu vereinheitlichen und die internen Prozesse sowie die Zusammenarbeit zwischen den deutschen Standorten zu stärken.

Dr. Robert Vollmers, Geschäftsführer von Excelitas Deutschland, unterstreicht die strategische Bedeutung dieses Schrittes und das Wachstumspotenzial für innovative Lösungen. Reinhold Zeiner ergänzt, dass die neue Struktur zusätzliche Chancen für den globalen Markt eröffne. www.excelitas.com

Wechsel in der Geschäftsführung bei Stemmer Imaging

Arne Dehn, der seit über sechs Jahren als CEO von Stemmer Imaging tätig war, ist zurückzutreten. Während seiner Amtszeit hat er das Unternehmen erfolgreich von einem Distributor zu einem renommierten Systemanbieter im Bereich der industriellen Bildverarbeitung umgestaltet. Stemmer Imaging konnte unter seiner Leitung in Europa, Nordamerika und Lateinamerika expandieren und sein Produktportfolio erweitern, um den steigenden Anforderungen des Marktes gerecht zu werden.

Zu den bedeutenden Errungenschaften von Dehn gehören der Eintritt des Unternehmens in den regulierten Prime Market, ein erfolgreicher Leveraged Buyout durch MiddleGround Capital sowie die anschließende Dekotierung. John Stewart, der Vorsitzende des Aufsichtsrats, würdigte Dehns bedeutenden Beitrag zur Transformation des Unternehmens.

Ab dem 1. September 2025 wird Paul Scholten die Rolle des Interim-CEO übernehmen. Er wird dabei von CFO Per Sundqvist und einem erfahrenen Managementteam unterstützt. www.stemmer-imaging.com

Optik- und Photonikbranche trifft sich auf der Optatec 2026

Die Optatec, eine internationale Fachmesse für optische Technologien, wird vom 5. bis 7. Mai 2026 in Frankfurt am Main abgehalten. Diese bedeutende Veranstaltung vereint Experten, Hersteller und Anwender aus den Bereichen Optik, Präzisionsoptik, Photonik und Bildverarbeitung und fördert den Austausch zwischen Forschung und Industrie. Die Messe bietet eine Plattform für Kommunikation und Wissenstransfer, begleitet von einem attraktiven Rahmenprogramm. Optische Technologien gelten als Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts und spielen eine entscheidende Rolle in Branchen wie der Medizintechnik und dem Automobilbau.

Die Optatec stellt Anwendungen vor, die ökologische, wirtschaftliche und technische Herausforderungen adressieren. Mit rund 1.000 Unternehmen und 190.000 Beschäftigten ist die deutsche Photonikindustrie ein bedeutender Wirtschaftszweig. Die Fachmesse zeigt Querschnittstechnologien, die Innovationen in verschiedenen Branchen, darunter Maschinenbau und Automobiltechnik, vorantreiben. www.optatec-messe.de



Fabian Krüger, Projektleiter Optatec, P. E.Schall GmbH & Co.KG, Matthew Peach, Geschäftsführer bei Original Content Ltd., Robert Fisher, Leiter Vertrieb und Marketing bei Optics.Org, John Yoon, Ph.D, Direktor für Technologieverbreitung, SPIE – die internationale Gesellschaft für Optik und Photonik.

Neuer Präsident zum 25-jährigen Jubiläum



Pleora Technologies hat Anis Hanna zum neuen Präsidenten ernannt. Hanna bringt umfassende Erfahrung in den Berei-

chen Betrieb, Lieferkette, Vertrieb, IT, Technik und professionelle Dienstleistungen mit und übernimmt diese Rolle, nachdem er seit 2014 verschiedene Führungspositionen bei Pleora innehatte, zuletzt als Chief Operating Officer. In dieser Zeit hat er strategische Initiativen geleitet, die die betriebliche Effizienz gesteigert, die Kundenbeziehungen gestärkt und das Wachstum in den Bereichen Industrie, Verteidigung und Medizin gefördert haben.

Der bisherige Präsident, Harry Page, tritt in den Ruhestand, bleibt jedoch weiterhin Mitglied des Verwaltungsrats. Anlässlich des 25-jährigen Bestehens von Pleora werden neue Lösungen vorgestellt, darunter externe Framegrabber zur Optimierung der Rechenressourcen und eingebettete Videoschnittstellen zur Vereinfachung des Designs. Das eBUS SDK 7 bietet erweiterte Funktionen und verbessert die Benutzererfahrung. CEO George Chamberlain lobt Hannas operative Fähigkeiten und Kundenorientierung, während Hanna die Bedeutung der Fortsetzung innovativer Lösungen hervorhebt. www.pleora.com

Baumer
Passion for Sensors

Break the speed limit.

High performance with GigE Vision® 3.0 using RDMA

Discover the latest innovations to take your applications to a new performance level. High speed single 10 GigE and large multi-camera systems supporting 100 GigE and beyond are now possible. Benefit from low CPU utilization and high reliability using standard network components.



Get inspired?

www.baumer.com/RDMA

100 GigE **+** RDMA

Sensorik im Wandel: Das European Machine Vision Forum 2025 in Fürth

Interview mit Prof. Dr. Michael Heizmann

Im Interview erläutert Prof. Dr. Michael Heizmann, was das European Machine Vision Forum 2025 in Fürth besonders macht. Mit dem Fokusthema „Imaging the Invisible“ und dem gastgebenden Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS rückt das Forum neuartige Sensorik wie Röntgentomographie, Terahertz- und hyperspektrale Bildgebung in den Mittelpunkt. Die Kombination aus technologischer Tiefe, praxisnahen Anwendungen und interdisziplinärem Austausch macht die Veranstaltung zu einem wichtigen Impulsgeber für Forschung und Industrie.

inspect: Was macht das European Machine Vision Forum 2025 in Fürth besonders im Vergleich zu den Vorjahren?

Prof. Dr. Michael Heizmann: Jedes European Machine Vision Forum hat ein eigenes Fokusthema, das durch den Programmausschuss beschlossen wird. Bei der Wahl achten wir auf mehrere Kriterien: Das Thema soll auf aktuelle Trends eingehen und dadurch entstehende Lösungsmöglichkeiten für relevante Aufgabenstellungen aufzeigen. Es soll die Forschungstätigkeit beziehungsweise den Fokus des Gastgebers vor Ort aufgreifen. Und bei der Abfolge der Themen soll die Breite der industriellen Bildverarbeitung – mit den unterschiedlichen Technologien und Anwendungsfeldern – dargestellt werden. So hatte

jedes Forum in den vergangenen Jahren seinen eigenen Schwerpunkt, der jedes Forum besonders machte.

In diesem Jahr haben wir mit dem Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS einen exzellenten Gastgeber gefunden, der durch die Röntgentechnik und -sensorik sowohl technologisch als auch anwendungsbezogen neue Facetten zur industriellen Bildverarbeitung aufzeigt. Die Röntgen-tomographische Inspektion erlaubt den Blick ins Material, was mit dem sonst in der industriellen Bildverarbeitung verwendeten Licht nicht möglich ist. Dadurch werden Anwendungen möglich, die anders nicht zugänglich sind, etwa die Vollständigkeitskontrolle zusammengebauter Systeme oder die Auswertung von Crashtests ohne

vorheriges Zerlegen. Dass wir hierzu die neuesten Anlagen vor Ort live erleben können, wird dieses Forum bestimmt zur unvergesslichen Erfahrung werden lassen.

inspect: Wie bewerten Sie die diesjährige thematische Ausrichtung „Imaging the Invisible“ im Kontext aktueller Forschungstrends?

Heizmann: Die industrielle Bildverarbeitung hat schon immer davon profitiert, dass sie an der Schnittstelle einer Vielzahl

Das Wichtigste kompakt

Das European Machine Vision Forum 2025 in Fürth, mit dem Fokus „Imaging the Invisible“ und Gastgeber Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS, stellt innovative Sensorik-Technologien wie Röntgentomographie, Terahertz- und hyperspektrale Bildgebung in den Mittelpunkt, wobei KI-gestützte Auswertungen und neue Standards wie IEEE P4001 zentrale Rollen spielen, um praxisnahe Anwendungen und den interdisziplinären Austausch zwischen Forschung und Industrie zu fördern.



Bild: Fraunhofer IIS

Das Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS ist der Gastgeber des diesjährigen European Machine Vision Forum.



Bild: KIT

Prof. Dr. Michael Heizmann ist Professor und Institutsleiter am Institut für Industrielle Informationstechnik IIIT des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und wissenschaftlicher Leiter des European Machine Vision Forum..

von technologischen Enablern positioniert ist. Das betrifft die Sensorik (also Kameras, Optiken, unterschiedliche Wellenlängen vom IR zum UV, auch im Terahertz- oder Röntgenbereich), die Rechnertechnik (durch die immer schneller und flexibler werdenden Prozessoren, Speicher und Schnittstellen) und die Auswertung der Bilddaten durch Verfahren und Algorithmen der Datenverarbeitung, momentan auch stark beflügelt durch maschinelles Lernen.

Das diesjährige Fokusthema „Imaging the Invisible“ betont dabei den Aspekt der Sensorik. Hier hat sich in den letzten Jahren viel getan. Das sehen wir nicht nur am gastgebenden Entwicklungszentrum Röntgentechnik, wo eine weitere Hochenergiehalle für XXL-Computertomographie für die Röntgeninspektion sehr großer Untersuchungsobjekte (zum Beispiel ganze Autos) kurz vor der Fertigstellung steht. Auch andere Sensorprinzipien versuchen, mehr Information zu gewinnen als für den Menschen sichtbar ist. Nehmen Sie Terahertz-Daten, spektrale Daten oder Radar: Immer geht es darum, etwas über das Material oder den inneren Aufbau von Objekten zu erfahren, was wir als Menschen eben nicht wahrnehmen können.

Es gibt durchaus noch andere aktuelle Themen, die auch der Sensorik zuzuordnen sind, zum Beispiel Event-based Vision, Single Photon Avalanche Diodes (SPADs), 3D-Rekonstruktion mit unterschiedlichen Bildgewinnungsprinzipien von Time-of-Flight bis zu monokularer Rekonstruktion. Wer weiß, wann wir diese Themen aufgreifen werden.

Aber natürlich gehen der industriellen Bildverarbeitung auch abseits der Sensorik die neuen Themen nicht aus. Da können wir das omnipräsente maschinelle Lernen

nehmen oder auch die Integration in eingebettete Systeme. Oder nehmen Sie die messtechnische Qualifizierung von Bildverarbeitungssystemen. Auch da gibt es noch viel zu forschen und entwickeln.

Nebenbei: Das Fokusthema ist am Rande des letzten European Machine Vision Forums 2024 in Mulhouse in Diskussion mit dem Präsidenten der EMVA, Dr. Chris Yates, entstanden. Wir haben schnell gemerkt, dass es ein Thema ist, wo wir viele Aktivitäten zuordnen können. Das Entwicklungszentrum Röntgentechnik war bereits auf unserer Wunschliste von möglichen Gastgebern, und so lag es nahe, diese Idee zu verwirklichen.

inspect: Welche industriellen Anwendungen profitieren am meisten von

Verfahren wie Terahertz-Bildgebung, Computertomographie oder hyperspektrale Bildverarbeitung?

Heizmann: Technologien aus dem Bereich „Imaging the Invisible“ ermöglichen viele schöne und praxisrelevante Anwendungen. Man kann sich die einfache Frage stellen: Welche physikalische Eigenschaft einer Szene kann ich als Mensch durch Hinschauen nicht erkennen? Kann ich diese Eigenschaft irgendwie anders, durch bestimmte elektromagnetische Strahlung (oder vielleicht auch durch einen anderen Informationskanal, wie die Akustik) orts aufgelöst erfassen?

Da fallen einem sofort Anwendungen ein: Die Materialerkennung ist ein Bereich, wo ich mit die meisten Anwendungen vermuten würde, sei es in der Sortierung von Abfällen, in der Landwirtschaft und für Lebensmittel

Historische Anzeige aus dem Jahr 2000

Digitale
Adleraugen
Präzision und Schärfe
für Ihre Applikation

fon: 06 71 / 601 205
e-mail: isales@SchneiderKreuznach.com

Schneider
KREUZNACH

oder zur Qualitätssicherung und in der Flugsicherung. Hier ist die multi-/hyperspektrale Bildgewinnung besonders relevant, aber auch Technologien wie Terahertz- oder Infrarotsensorik. Und natürlich auch das „Schauen ins Material hinein“, so wie wir das vom Entwicklungszentrum Röntgentechnik gezeigt bekommen werden, um etwa zu prüfen, ob in einem sicherheitskritischen Gussteil, wie einer Alufelge, keine Risse enthalten sind. Oder wo neuerdings ganze Batteriemodule auch im eingebauten Zustand im ganzen Elektrofahrzeug inspiziert werden können, ohne das System zerlegen zu müssen.

inspect: Welche Rolle spielen KI-gestützte Auswertungsverfahren bei der Interpretation von diesen Bilddaten?

Heizmann: Eine große. Einige der neuen Sensortechnologien ermöglichen zwar neue Einblicke in Materialien oder den inneren Aufbau von Prüfobjekten, erzeugen dabei aber eine bisher unerreichte Datenmenge. Bilder sind ja normalerweise zweidimensional. Wenn jetzt eine weitere Dimension hinzukommt (eine räumliche Dimension im Fall der Tomografie oder eine spektrale Dimension bei multi-/hyperspektralen Daten), vervielfacht sich die Anzahl der Datenpunkte. Diese ganzen Daten müssen aber zunächst mal aufbereitet und ausgewertet werden, um die eigentlich interessierende Prüfaussage zu gewinnen. Das ist beispielsweise bei multi-/hyperspektralen Daten alles andere als trivial. Ein Material hat leider kein exakt festgelegtes Spektrum, sondern weist eine Spektrenvariabilität auf, die unter anderem durch leichte Inhomogenitäten im Material oder auch Mehrfachreflexionen verursacht wird. Wir haben auch an meinem Institut am KIT in Karlsruhe Forschungsarbeiten durchgeführt, wo wir klassische Verfahren zur Materialerkennung und Verfahren auf Grundlage maschinellen Lernens miteinander verglichen haben. Erschreckenderweise (für uns Ingenieure, die wir oft meinen, die physikalischen Zusammenhänge vollständig zu verstehen) waren die Lernverfahren oft besser als eine klassische Modellierung.

Diese Erkenntnis hat übrigens auch grundlegende Auswirkungen auf die Art, wie wir künftig industrielle Bildverarbeitungslösungen erarbeiten werden: Bisher war es oft so, dass sich die Expertin oder der Experte im stillen Labor eine Lösung ausgedacht und umgesetzt hat, die dann zielführend war. Wenn die Aufgabenstellung durch den Anwender vielleicht nicht ganz vollständig dargestellt wurde, war das oft nicht so wichtig, da sich die Experten das Fehlende zusammenreimen konnten. Beim maschinellen Lernen sind aber die Daten die wichtigste Grundlage, und die bekommt man nur in Kooperation mit den Anwendern. Fehlende Daten zu ersetzen,

Experte im Detail

Prof. Dr. Michael Heizmann

Prof. Dr. Michael Heizmann ist seit 2016 Professor und Institutsleiter am Institut für Industrielle Informationstechnik IIIT des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Dort beschäftigt er sich mit Themen der Bild- und Signalverarbeitung sowie der Messtechnik. Seit 2006 leitet er den Fachausschuss 1.21 „Bildverarbeitung in der Mess- und Automatisierungstechnik“ der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA), der die VDI/VDE/VDMA-Richtlinienreihe 2632 „Industrielle Bildverarbeitung“ herausgibt. Er ist wissenschaftlicher Leiter mehrerer Konferenzen zur industriellen Sichtprüfung und Bildverarbeitung: European Machine Vision Forum der EMVA (jährlich an unterschiedlichen Orten in Europa), Automated Visual Inspection and Machine Vision (Teil der SPIE Optical Metrology, jedes zweite Jahr in München), Forum Bildverarbeitung (jedes zweite Jahr in Karlsruhe) und Sensor and Measurement Science International SMSI (jedes zweite Jahr in Nürnberg, parallel zur Messe Sensor+Test).

sei es durch Bildsynthese (Simulation) oder durch Transfer aus anderen Domänen, kann zwar nützlich sein, aber der Goldstandard sind reale Daten.

inspect: Welche Rolle spielen neue Standards wie IEEE P4001 für die Zukunft der hyperspektralen Bildverarbeitung?

Heizmann: Standards sind wichtig, um einerseits den Stand von Wissenschaft und Technik zu verdeutlichen und andererseits Vertrauen und Planungssicherheit bei allen Beteiligten zu schaffen. Durch Standards wie den IEEE P4001 wird belegt, dass die hyperspektrale Sensorik keine exotische Nischentechnologie mehr ist, sondern die Reife für kommerzielle Anwendungen besitzt. Allerdings gibt es nicht den einen optimalen hyperspektralen Sensor mit einer festge-

legten Zahl an Kanälen in einem bestimmten Spektralbereich, sondern eine Vielzahl von Sensoren, die für unterschiedliche Anwendungen geeignet sind. Daher ist es wichtig, dass es Standards gibt, um die Eigenschaften der Sensoren in eindeutiger Formulierung zugänglich zu machen und dem Anwender dadurch die Auswahl zu erleichtern.

Solche Standards schaffen Vertrauen beim Anwender. Wenn es standardisierte Kriterien für die Bewertung von Sensoren gibt, muss ich mich nicht auf die manchmal blumigen Versprechungen der Hersteller verlassen, sondern habe eine fundierte Entscheidungsgrundlage für eigene Projekte. Die Entwicklung eines industriellen Bildverarbeitungssystems ist ja eine Investition, die wohlbegründet und mit möglichst geringem Projektrisiko getroffen werden muss. Ich hoffe, dass Standards wie IEEE P4001 einen ähnlichen Fortschritt für die hyperspektrale Sensorik bringen werden, wie wir das beispielsweise beim EMVA 1288 für die Charakterisierung von „normalen“ Bildsensoren gesehen haben.

inspect: Welche Impulse erwarten Sie vom diesjährigen Forum für die Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen?

Heizmann: Natürlich ist jede und jeder Interessierte beim Forum in Fürth willkommen, auch ohne dort einen Kooperationsvertrag mit den Vortragenden und den ausstellenden Firmen und Instituten zu unterschreiben... Aber Spaß beiseite: Sinnvolle Kooperationen entstehen ja meistens an den Schnittstellen der Technologien und Anwendungen. Es ist also ungemein wichtig, dass die Anwenderunternehmen über neue Technologien (hier eben der Sensorik) informiert sind, und andererseits, dass die Forschungseinrichtungen die konkreten Problemstellungen bei den Anwendern kennenlernen. Dieser Austausch ist das Hauptanliegen des Forums.

Dazu gibt es natürlich die Vorträge, Poster und Firmenpräsentationen als offizielle Programmpunkte. Es hat sich aber bei den vergangenen Foren gezeigt, dass auch gerade die informellen Gespräche in den Kaffeepausen, beim Besuch der Einrichtungen beim Gastgeber oder auch abends beim kühlen fränkischen Bier extrem hilfreich sind, um miteinander in Kontakt zu kommen. Das ist auch mein Wunsch an das Forum: Ich hoffe, dass alle Teilnehmenden solche Impulse mitnehmen können und dass irgendwann daraus Kooperationen entstehen.

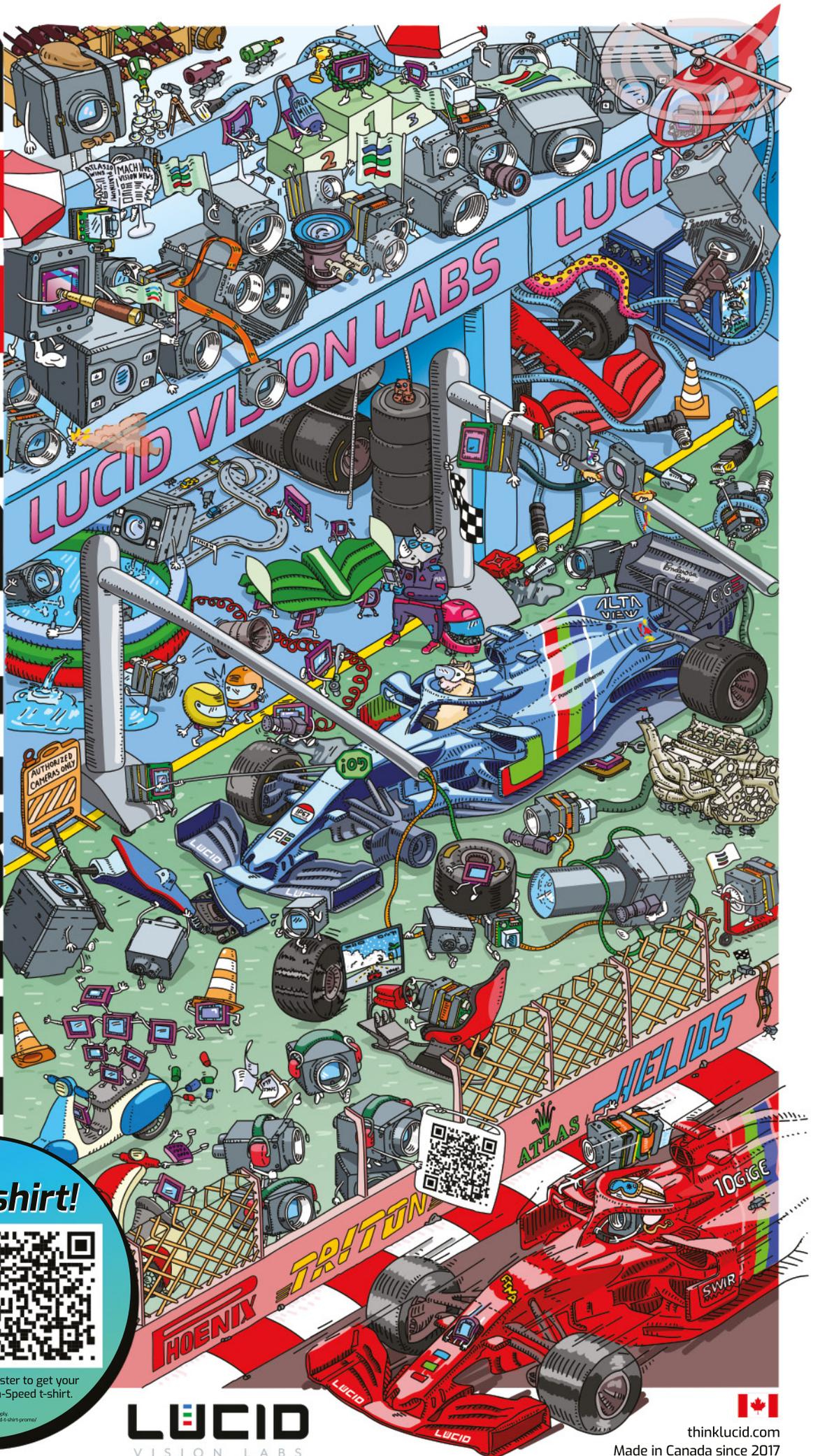
Infos und Links zum European Machine Vision Forum 2025

- Webseite: www.european-forum-emva.org
- Wann: 16./17. Oktober 2025
- Wo: Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS, Fürth

AUTOR
David Löh

Chefredakteur der inspect

HIGH-SPEED



Free T-shirt!



Register to get your High-Speed t-shirt.

Terms and Conditions apply. Visit <https://www.lucid.com/free-lucid-t-shirt-promo/>

LUCID
VISION LABS



thinklucid.com
Made in Canada since 2017

inspect award 2025 winner

Die Gewinner des inspect award 2025

Preis der industriellen Bildverarbeitung

Aus insgesamt 40 Nominierungen in vier Kategorien hat die Jury des inspect award 2025 gemeinsam mit den Leserinnen und Lesern der inspect jeweils drei Gewinner pro Kategorie gekürt. Die inspect gratuliert allen herzlich.

Die Gewinner der Kategorie Vision

1. Platz

**Baumer Optronic GmbH:
QXF-Kameraplattform**

Bis heute existieren kaum einsatzbereite Lösungen für sehr hohe Datenraten, ohne auf Framegrabber zurückgreifen zu müssen. Diese Lücke schließt Baumer durch GigE Vision 3.0 über RDMA. Als aktuell leistungsstärkstes Produkt kommt dabei für Applikationen mit hohen Anforderungen die QXF-Kameraplattform zum Einsatz. Dabei handelt es sich um eine Dual-Head-Boardlevel-Kamera auf Basis der Sony-Gen4-Sensoren mit 24 MP bei 100 fps. Es kommt eine 50-GigE-Verbindung mit RDMA für die Bildübertragung direkt in den Applikationsspeicher des PC zum Einsatz. Noch leistungsstärkere Ausführungen sind bis zu 100 GigE möglich.



2. Platz

**Emergent Vision Technologies Inc:
10GigE-Kamera Eros**

Während viele Kamerahersteller versuchen, kleinere Gehäuse oder energieeffizientere Modelle zu entwickeln, geht die Eros-Kameraserie einen Schritt weiter. Sie vereint Kompaktheit mit der Leistung von 10GigE bei einer Stromaufnahme, die sogar viele 5GigE-Kameras unterbietet. Die Kamera bietet alle Funktionen ihrer größeren Gegenstücke – jedoch in einem Format, das neue Integrationsmöglichkeiten eröffnet. Die Eros-Serie ist die weltweit kleinste und energieeffizienteste 10GigE-Machine-Vision-Kamera mit einem Gehäuse von 29 × 29 mm und einem Stromverbrauch von nur 3 W (SFP+) beziehungsweise 4,8 W (RJ45 PoE). Sie unterstützt RJ45 (mit und ohne PoE) und SFP+ für eine hohe Flexibilität in Multi-Kamera-Anwendungen.



3. Platz

**Edmund Optics GmbH: HP+ und HPI+
Festbrennweiten-Objektive**

Die HP+- und HPI+-Festbrennweiten-Objektive von Edmund Optics, erhältlich mit Brennweiten von 16, 25 und 35 mm, sind kompakt, leicht und hochauflösend. Sie wurden für Anwendungen wie Mess- und Prüftechnik, 3D-Stereo-Vision sowie Objektverfolgung entwickelt und eignen sich für die Fabrikautomation und industrielle Bildverarbeitung. Diese f/2,8 C-Mount-Objektive sind für die 4. Generation der Sony Pregius S 24,5 MP 1,2 Zoll IMX530- und IMX540-Sensoren optimiert und gewährleisten eine hohe Bildqualität. Diese Objektive unterstützen eine breite Palette von Arbeitsabständen, sind jedoch speziell für kürzere Distanzen optimiert, die typischerweise in der industriellen Fertigung erforderlich sind.



Die Gewinner der Kategorie Automation & Control

1. Platz

Evident Scientific: Digitalmikroskop DSX2000

Das DSX2000 ist ein vollmotorisiertes Digitalmikroskop für schnelle, präzise Bildgebung und Messungen. Es vereint Bildgebung, Analyse und Berichterstattung in einem System für QC- und Forschungslabore. Der Vergrößerungsbereich von 26X–7.300X und motorisierte Zoomkopf ermöglichen nahtlose Makro-bis-Mikro-Inspektionen. Sieben Beobachtungsmethoden, inklusive Schattierungsmodus, optimieren die Defekterkennung. Die „Best Image“-Funktion wählt den idealen Beobachtungsmodus. Mit der Preciv-Software vereinfacht der EZ-Modus die Bedienung, während Live AI die Entscheidungsfindung unterstützt.



Bild: Evident

2. Platz

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG: Laserwegsensor Opto NCDT 5500

Mit dem Opto NCDT 5500 präsentiert Micro-Epsilon eine neue Generation der Laserwegsensoren, die vielseitig und leistungsstark ist. Die Serie ist in vier Messbereichen von 10, 25, 100 und 200 mm erhältlich, wobei für jedes Modell ein Standard- und ein erweiterter Messbereich zur Verfügung stehen. Der leistungsstarke Sensor bewältigt anspruchsvolle Messaufgaben, vor allem auf schnell wechselnden oder wenig reflektierenden Oberflächen. Typische Anwendungen umfassen die Bestückung von Leiterplatten, die Positionsprüfung von Bauteilen, die Verschleißprüfung an Schienen im Bahnverkehr oder die Dickenmessung in der Reifenproduktion.



Bild: Micro-Epsilon

3. Platz

Mitutoyo Deutschland GmbH: Weißlichtinterferometer (WLI)

Mit der WLI-Einheit und einer breiten Palette von Interferenzoptiken aus eigener Entwicklung und Fertigung ermöglicht Mitutoyo den zuverlässigen und robusten industriellen Einsatz eines hochgenauen Sensors. Die Anforderungen an die Messtechnik hinsichtlich Genauigkeit, Auflösung und Geschwindigkeit nehmen stetig zu. Die berührungslose Erfassung von Oberflächen mit Höhenunterschieden im Nanometerbereich wird immer häufiger gefordert, um auch kleinste Topografien oder Rauheiten auswerten zu können. Mit der WLI-Einheit und einer breiten Palette von Interferenzoptiken aus eigener Entwicklung und Fertigung ermöglicht Mitutoyo den zuverlässigen und robusten industriellen Einsatz eines hochgenauen Sensors, der diese Anforderungen erfüllt. Die kompakte Bauform und die umfangreiche Programmierschnittstelle bieten eine hohe Flexibilität.



Bild: Mitutoyo

WILEY

Lesen, was interessiert.

Lesen Sie die aktuelle Ausgabe hier:

www.wileyindustrynews.com/inspect



Für ein Abonnement des Magazins **inspect – World of Vision** wenden Sie sich einfach an WileyGIT@vuserice.de oder abonnieren Sie den Newsletter unter <https://www.wileyindustrynews.com/newsletter-bestellen>. Und wenn Sie die Option des E-Papers nutzen, tun Sie auch gleich etwas für die Umwelt.

inspect

www.WileyIndustryNews.com/en

Die Gewinner der Kategorie Artificial Intelligence

1. Platz

Zebra Technologies: Intelligenter Bildverarbeitungssensor NS42

Der NS42 von Zebra ist eine Smartkamera, die für KI-basierte Bildverarbeitungsanwendungen optimiert ist. Ihre verbesserte Verarbeitungsleistung resultiert unter anderem aus einer Anomalieerkennung, die Abweichungen erkennt, die mit herkömmlichen Inspektionswerkzeugen übersehen werden könnten. Auch in Deep-Learning-OCR-Aufgaben ermöglicht die Kamera ein schnelles und genaues Lesen. Der Prozessor ist für KI-Anwendungen optimiert und beschleunigt Inspektionsprozesse. Mit einem 8-GB-Speicher bewältigt der Sensor steigende Anwendungsanforderungen und komplexe Bildverarbeitungsaufgaben. Zudem kann die Funktionalität des NS42 durch ein Software-Lizenz-Upgrade erweitert werden, um Bildverarbeitungsfunktionen und die Dekodierung von Symbolgien zu unterstützen.



Bild: Zebra Technologies

2. Platz

Hexagon: Software VG-Trainer

VG-Trainer ist eine Lösung aus dem Hause Hexagon zur AI-basierten Segmentierung von CT-Daten. Sie ermöglicht die Vollautomatisierung komplexer Prüfaufgaben auch auf sehr verrauschten Daten aus prozesszeit-bedingt kurzen CT-Scans. Mit VG-Trainer können Anwender Anoden und Kathoden in Batterien effizient analysieren, Defekte in Leichtmetallgussbauteilen erkennen, die in großer Stückzahl schnell gescannt werden müssen, Poren in additiv gefertigte Bauteilen analysieren und vieles mehr. Zudem behalten Anwender stets die Kontrolle über ihre Daten: Die Software funktioniert offline und erfordert dabei nur geringe Hardware-Ressourcen.



Bild: Hexagon

3. Platz

Inonet Computer GmbH: Embedded-PCs der Eurotech-Reliacor-Serie

Die Eurotech Reliacor-Serie, ausgestattet mit Nvidia Jetson Orin und Arm-Cortex-CPU, ist eine Lösung für KI-gestützte optische Inspektionen. Die Embedded-PCs kombinieren eine energieeffiziente KI-Leistung mit einem robusten, lüfterlosen Design für den 24/7-Betrieb in anspruchsvollen Umgebungen. Durch den „Security-by-Design“-Ansatz gemäß ISA/IEC 62443-4-2 bieten sie eine sichere Basis für industrielle Anwendungen. Mit einer Rechenleistung von bis zu 275 TOPS ermöglicht die Serie die Entwicklung, Ausführung und OTA-Update-Verwaltung mehrerer KI-Modelle. Funktionen wie erweiterter Fernzugriff, Zero-Touch-Provisioning und eine No-Code-Edge-to-Cloud-Konfiguration erleichtern dabei die Implementierung und Skalierung. Zudem sorgt eine Vielzahl von Schnittstellen, wie PoE, für flexible Anbindungsmöglichkeiten.



Bild: inonet Computer

Die Gewinner der Kategorie Best Innovation from a Midsize Company

1. Platz

IDS Imaging Development Systems GmbH: Kamera Ueye Live

Die Ueye Live ist eine neue Kamera-Produktlinie, die Funktionen aus dem Consumer- und Überwachungsbereich zur industriellen Prozessüberwachung anbietet. Als „Ein-Geräte-Lösung“ arbeitet sie ohne zusätzlichen PC oder Programmierung und ist dabei kompakt, industrietauglich und kostengünstig. Mehrere parallele, individuell konfigurierbare Streams (MJPEG, H264) und Hardwarebeschleunigtes Video-Encoding ermöglichen eine effiziente Live-Überwachung, Dokumentation und nachträgliche Analysen. Die Kamera liefert eine Live-Ansicht der Vorgänge und reduziert durch eine effiziente Videokomprimierung on-the-edge die zu übertragende Datenmenge.



Bild: IDS

2. Platz

Rauscher GmbH/Icore Co., Ltd.: Ipulse-Beleuchtungs-Controller

Ipulse-Controller von Icore ermöglichen durch präzise Stromimpulse von weniger als 1 μ s und Stromstärken bis 200 A schnelle Wechsel zwischen Beleuchtungsszenarien. Rauscher zeigt mit einem Konzept und einem Demonstrator die Leistungsfähigkeit eines schnellen, hochgenauen Multistrobe-Bildverarbeitungssystems. Dieses erkennt Objektmerkmale zum Beispiel unter unterschiedlichen Intensitäten oder Wellenlängen. Die jeweiligen LED-Beleuchtungen werden mit sehr kurzen Zeitabständen nacheinander angesteuert. Die resultierenden Einzelbilder werden per Software zu einem Gesamtbild zusammengefasst, das die Informationen aller Aufnahmen kombiniert und eine sicherere Identifikation unerwünschter Objektmerkmale ermöglicht.

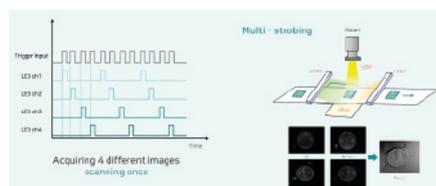


Bild: Rauscher

3. Platz

Ximea GmbH: Kamera MX2457

Die MX2457 aus der XIX-XL Serie ist eine Kamera mit Detachable-Sensorhead-Technologie, die eine hohe Leistung auf kleinem Raum liefert. Mit ihrem 245,7-Mpix-Sensor, backside illumination (BSI) und der PCIe Gen3 Schnittstelle, erreicht diese eine hohe Detailgenauigkeit und Bildqualität. Die BSI-Technologie des Sony-IMX811-Sensors sorgt für eine hohe Leistung auch bei schwachen Lichtverhältnissen, weshalb sich die MX2457 für anspruchsvolle Anwendungen eignet. Ein Highlight ist auch die flexible Integration, die der abnehmbare Sensorkopf ermöglicht. Dieser kann bis zu 2 m von der Kameraelektronik distanziert werden. Das reduziert den Formfaktor erheblich und erhöht die Bildqualität durch geringere Temperaturen am Sensor.



Bild: Ximea

YXLON.International

Besuchen Sie uns auf
der PRODUCTRONICA
13.-16. November 2007
in Halle A2 Stand 349.

Feinfocus jetzt unterm YXLON-Dach

Auf der Productronica* werden
die Röntgensysteme der COMET
GmbH/FEINFOCUS erstmals unter
der Marke YXLON präsentiert.



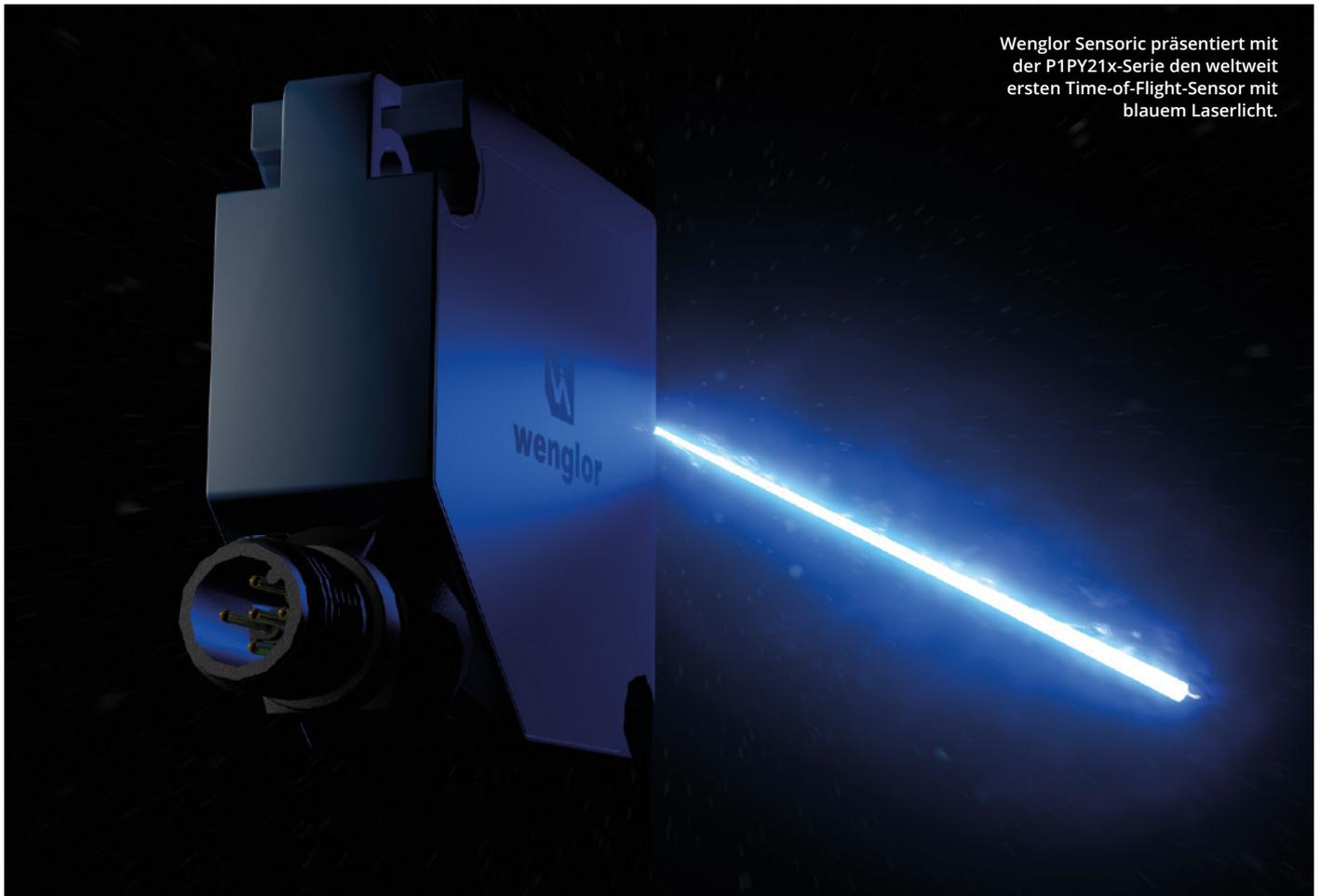
FEIN
FOCUS

Die YXLON International X-Ray GmbH ist seit Anfang 2007 Teil der COMET Gruppe. Sie war bisher insbesondere in den Bereichen Gießerei, Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie im Rohrleitungsbau tätig und ist hier als Anbieter von Röntgen- und CT-Systemen für die zerstörungsfreie Materialprüfung marktführend.

Die COMET GmbH/FEINFOCUS hingegen hat sich auf das Erkennen von kleinsten Fehlern wie z.B. in der Elektronikindustrie spezialisiert und bietet außer Mikrofokussystemen standardisierte Röntgen- und CT-Anlagen für diesen Bereich an. Das Zusammenfassen der beiden unterschiedlichen Kompetenzen unter der Marke YXLON ermöglicht es uns neben der Entwicklung neuer und innovativer Produkte, den weltweiten Kunden aus beiden Produktportfolien die jeweils optimale Lösung für ihre Prüfaufgaben anzubieten.

YXLON. The reason why

YXLON International Feinfocus GmbH, Im Bahlbrink 11-13, 30827 Garbsen, Germany
T: +49 5131 7098-0, F: +49 5131 7098-80, E-Mail: yxlon@han.yxlon.com, www.yxlon.com



Wenglor Sensoric präsentiert mit der P1PY21x-Serie den weltweit ersten Time-of-Flight-Sensor mit blauem Laserlicht.

Bilder: Wenglor Sensoric Group

Distanzmessung in neuem Licht

ToF-Sensor mit blauem Laserlicht eröffnet unerschlossene Potenziale

Bei der optischen Distanzmessung ist die zuverlässige Erfassung komplexer Oberflächen eine wesentliche Voraussetzung für stabile Prozessabläufe. In der Industrie erfordern unterschiedlichste Einsatzszenarien und anspruchsvolle Bedingungen, etwa bei polierten Metallen, transparenten Kunststoffen oder sogar stark emittierenden Objekten, besonders leistungsfähige und innovative Sensorik. Einen neuartigen Time-of-Flight-Sensor stellte nun ein Süddeutscher Sensorhersteller vor. Dessen blauer Laser bringt zahlreiche Vorteile mit sich.

Durch die Einführung der P1PY21x-Serie stellt Wenglor Sensoric den weltweit ersten Time-of-Flight-Sensor mit blauem Laserlicht vor. Die eigens entwickelte Blueline-Technologie erweitert die Leistungsfähigkeit der bewährten Wintec-Familie und eröffnet dabei neue Anwendungsfelder und unerschlossene Potenziale. Wie weitreichend die Möglichkeiten dieser Technologie sind, zeigt ein Beispiel aus der Energiebranche: In modernen Pelletöfen überwachen Time-of-Flight-Sensoren, ob die Verbrennung effizient verläuft. Nur wenn der Sensor zuverlässig erkennt, wie viel Glut

tatsächlich vorhanden ist, kann die Steuerung entscheiden, ob und wann neues Material nachgeführt werden muss. Konventionelle Rotlichtsensoren können hier aufgrund ihrer technologischen Eigenschaften nur eingeschränkt eingesetzt werden. Das langwellige rote Laserlicht wird durch die starke Eigenstrahlung des Glutbetts überlagert, wodurch die Messung instabil wird. Blaues Laserlicht überwindet diese Einschränkungen: Störeffekte haben kaum Einfluss, das Signal bleibt präzise. Das Resultat sind eindeutige und reproduzierbare Distanzwerte. Der Brennstoffverbrauch lässt sich durch ToF-Sensoren

mit blauem Laserlicht optimal steuern, was nicht nur die Betriebskosten senkt, sondern auch den CO₂-Ausstoß minimiert. Dieser Effizienzgewinn lässt sich nur durch präzise Messtechnik realisieren. Die Glutbetthöhenüberwachung ist dabei nur ein Beispiel von vielen; die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten ist enorm und reicht von der Metallindustrie über die Kunststoffverarbeitung bis hin zur Verpackungsindustrie.

Das Wichtigste kompakt

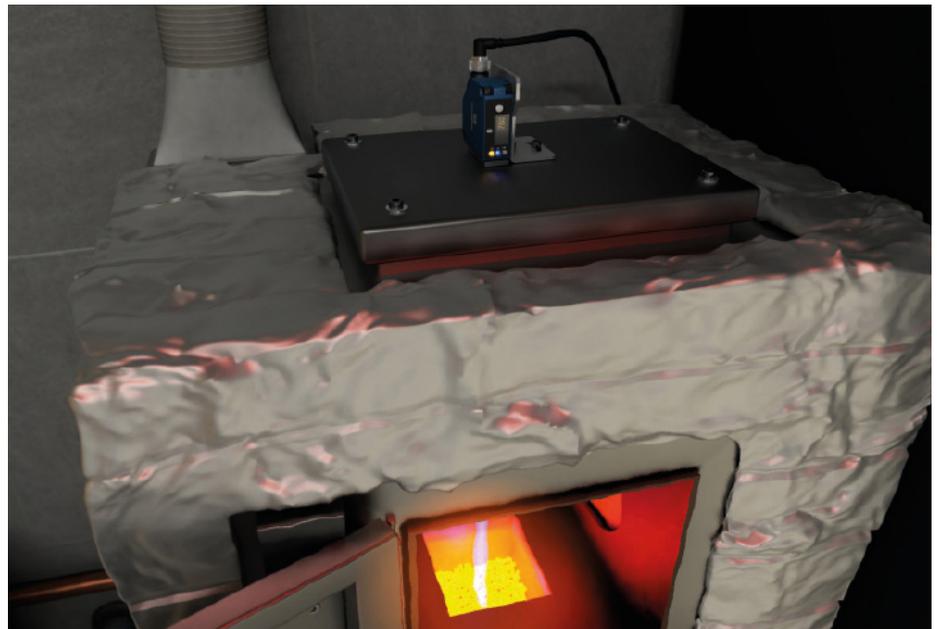
Wenglor Sensoric präsentiert mit der P1PY21x-Serie den weltweit ersten Time-of-Flight-Sensor mit blauem Laserlicht. Er ermöglicht präzise Distanzmessungen auf komplexen, glühenden und transparenten Oberflächen. Das trägt dazu bei, industrielle Prozesse effizienter und nachhaltiger zu gestalten. Er eignet sich für vielfältige Anwendungen, von der Metall- bis hin zur Lebensmittelindustrie.

Blaues Laserlicht als Schlüssel für glühende und stark reflektierende Objekte

Möglich wird dies durch die Blueline-Technologie, die auf einem Laser mit 445 nm Wellenlänge basiert. Während die Rotlichtversion der Wintec-Familie durch eine hohe Reichweite überzeugt, dringt das kurzwellige blaue Licht deutlich weniger tief in die Objektoberfläche, beispielsweise von organischen Objekten, ein. Dadurch wird es definiert reflektiert und kann präziser ausgewertet werden. Bei heißen und glühenden Materialien, die im Rot- bis Infrarotbereich strahlen, liegt rotes Laserlicht zudem genau im Störbereich. Das Sensorsignal wird überlagert und die Messung kann verfälscht werden. Blaues Laserlicht befindet sich dagegen weit außerhalb der thermischen Eigenstrahlung solcher Oberflächen. Das Signal bleibt stabil und frei von Überlagerungen und ermöglicht so zuverlässige Detektionen auch in der Metallindustrie, wo glühende Werkstücke erfasst werden müssen. Damit werden stabilere Messergebnisse auf dunklen, glänzenden, organischen, glühenden oder (semi-)transparenten Materialien erzielt. Ein integrierter Spezialfilter reduziert zusätzlich Störeinflüsse durch hoch emittierende Objekte. Die Laserklasse 2 sorgt dabei für einen sicheren Betrieb im industriellen Umfeld.

Größerer Lichtfleck, breiteres Anwendungsspektrum

Nicht nur die Lichtfarbe, sondern auch die Form des Lichtflecks trägt entscheidend zur Leistung der Lichtlaufzeitsensoren bei.



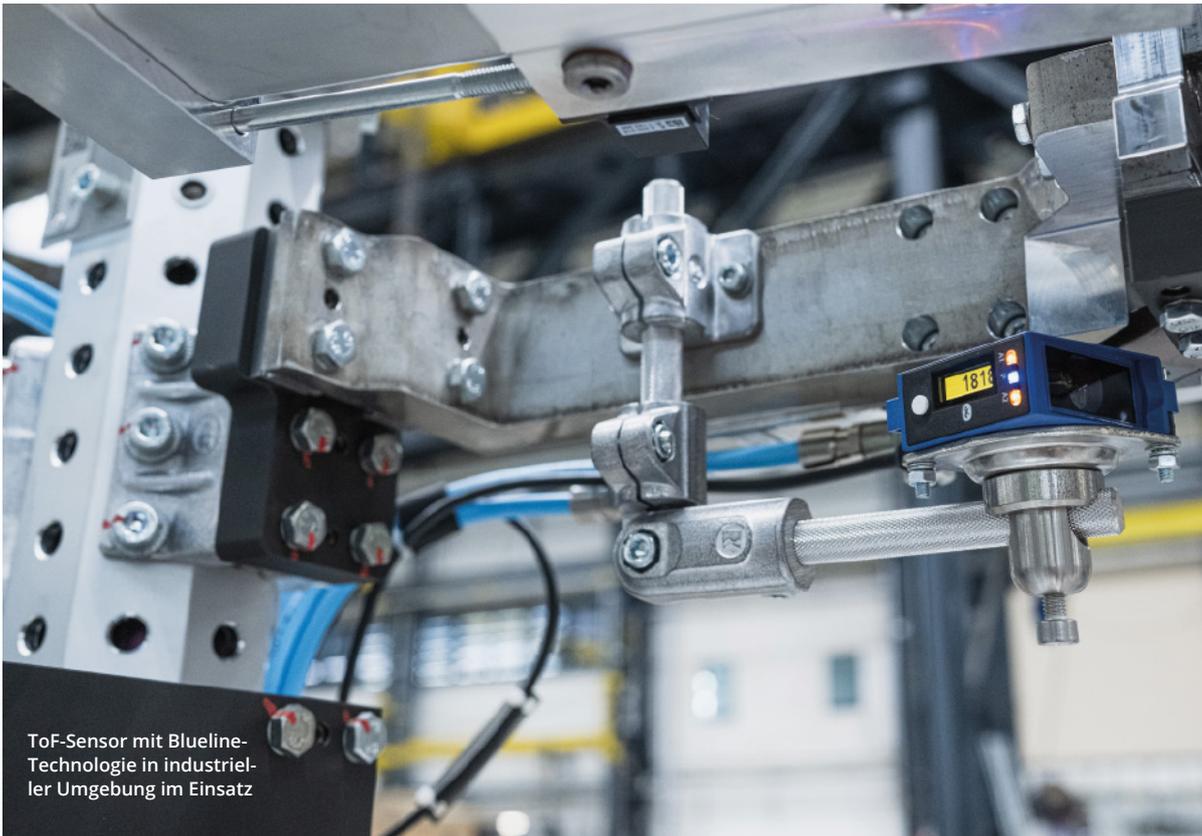
Zuverlässige Glutbettüberwachung in Pelletöfen mit blauem Laserlicht

Anstelle eines punktförmigen Lasers wurde von Wenglor eine Laserlinie eingeführt. Dadurch kann der Sensor nicht nur einzelne Punkte, sondern komplette Oberflächenbereiche erfassen. Auch hier wurde praxisnah an der Industrie entwickelt. Denn besonders bei unebenen Flächen, Objekten mit Ausbrüchen, Löchern oder Gitterstrukturen liefert diese Eigenschaft deutlich stabilere Ergebnisse ohne Messaussetzer, was sich beispielsweise bei der Füllstandsüberwachung von Schüttgut als vorteilhaft erweist: Gespritzte Kunststoffteile oder andere granulare Materialien werden in Materialbunker gefüllt und

anschließend vereinzelt dem nächsten Produktionsschritt zugeführt. Eine kontinuierliche Füllstandskontrolle dieser Bunker ist für einen reibungslosen Produktionsablauf ebenso entscheidend wie die Glutbetthöhenüberwachung in Pelletöfen. Der linienförmige Laser liefert auch auf unregelmäßig geschütteten oder schräg aufliegenden Oberflächen präzise Distanzwerte und erfasst durch den großen Messbereich Bunker unterschiedlicher Größe und Form. Auf diese Weise werden Engpässe vermieden, Materialnachführungen optimal gesteuert und Produktionsprozesse stabilisiert.

Smarte Bedienung für schnelle Ergebnisse mit der P2PY21x-Serie.





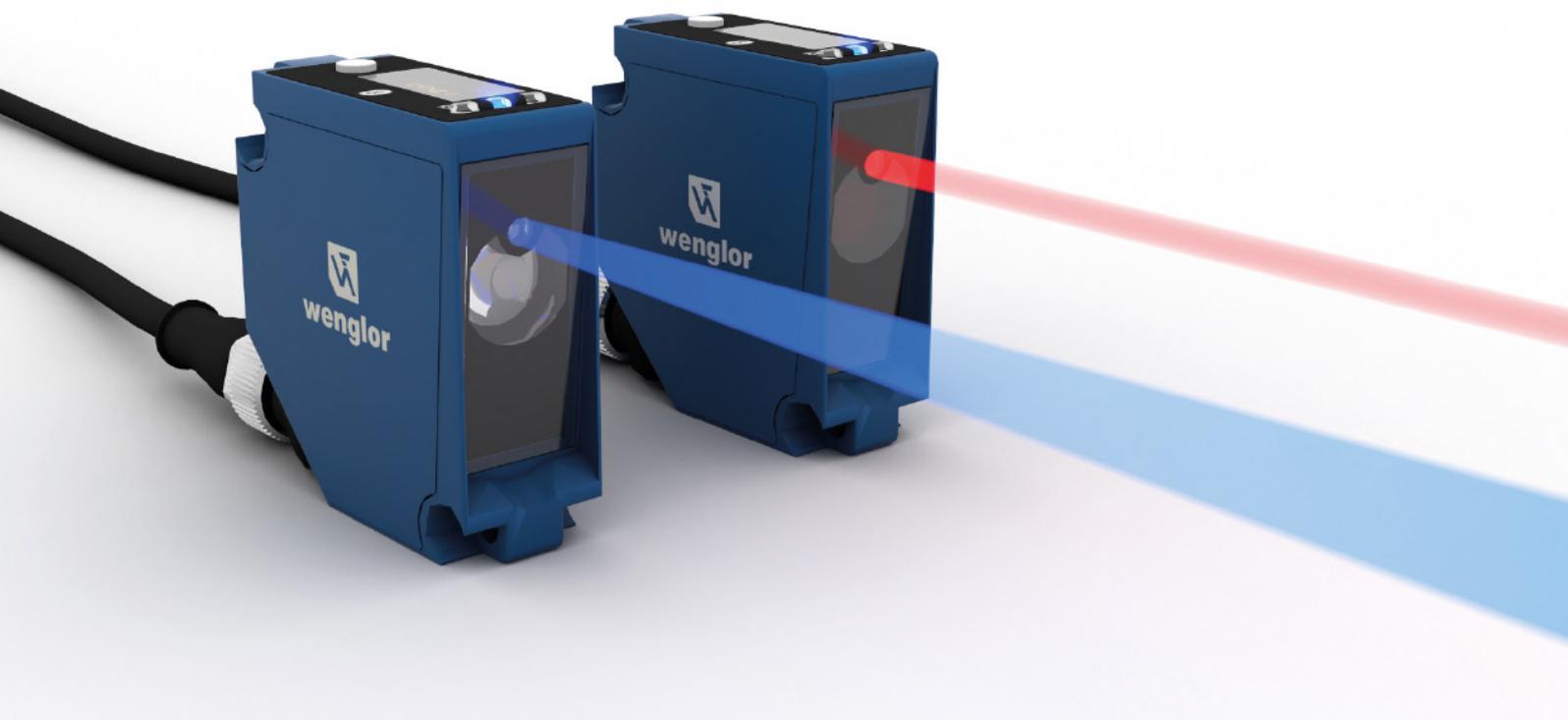
ToF-Sensor mit Blueline-Technologie in industrieller Umgebung im Einsatz

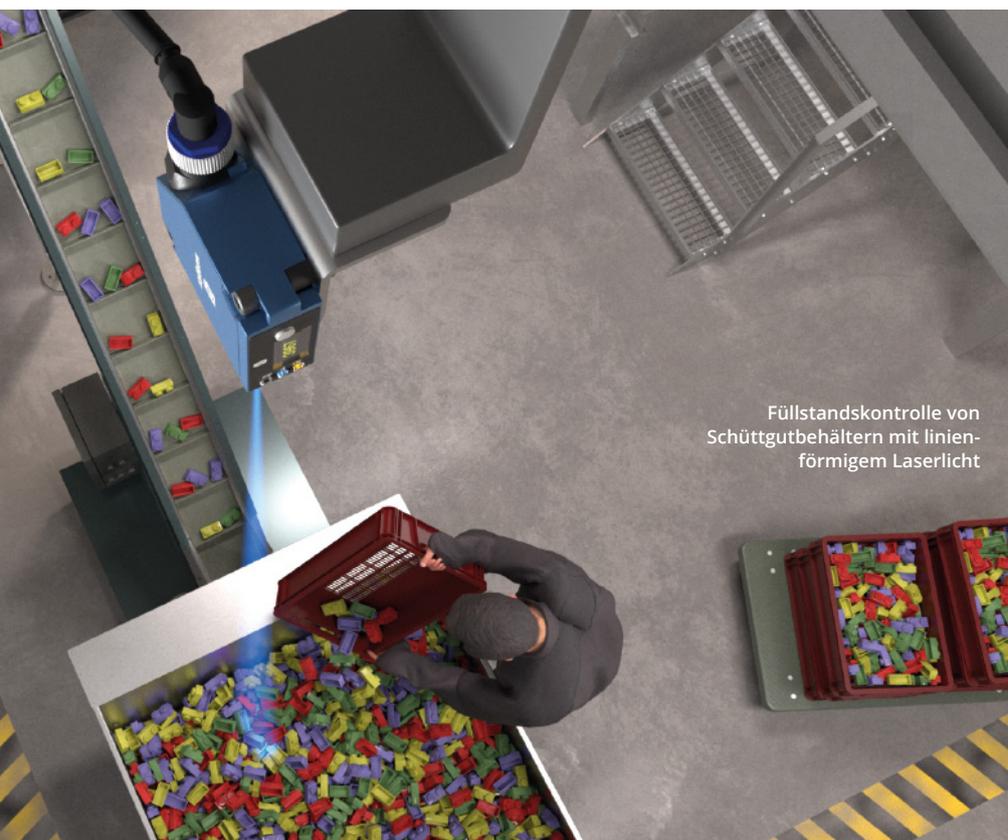


Zusätzlich verfügt der Wintec mit Blaulicht über mehrere intelligente Funktionen, die über die reine Distanzmessung hinausgehen. Die Intensitätsauswertung bildet die Grundlage zur Analyse der reflektierten Lichtstärke. So lassen sich Fertigungsschritte gezielt überwachen

und Qualitätsmängel frühzeitig identifizieren. Die integrierte Geschwindigkeitsmessung erfasst Bewegungen kontaktlos und unabhängig von Material oder Oberfläche. Damit ist eine verschleißfreie Auswertung auch über große Distanzen hinweg möglich. Ein weiteres

Feature ist die dynamische Sprungerkennung. Sie detektiert nicht den absoluten Abstand, sondern reagiert auf Abstandsänderungen. Dadurch können Objekte auch auf variierenden Untergründen oder bei Dejustage der Sensoren zuverlässig erkannt werden.





Füllstandskontrolle von Schüttgutbehältern mit linienförmigem Laserlicht

Bewährte Technik im neuen Licht

Dass Wenglor nun den weltweit ersten ToF-Sensor mit blauem Laserlicht vorstellt, ist kein Zufall, sondern die konsequente Fortsetzung einer langen Entwicklungsgeschichte. Immer wieder hat das Unternehmen in den vergangenen Jahren Impulse in der Lichtlaufzeitsensorik gesetzt: mit dem kleinsten Time-of-Flight-Sensor seiner Zeit, mit der ersten Edelstahlausführung für hygienisch sensible Umgebungen oder mit der Einführung von Bluetooth in dieser Sensorkategorie. Allen Innovationen gemein ist die enge Orientierung an realen Anforderungen. Grundlage bildeten stets konkrete Problemstellungen aus der Praxis; von schwierigen Oberflächen über hygienische Ansprüche bis hin zur Benutzerfreundlichkeit. Die neue Blaulicht-Generation führt diese Linie konsequent weiter und zeigt, wie die Verbindung von Bewährtem und Neuem Fortschritt ermöglicht.

Die technische Basis bildet nach wie vor die Dynamic-Sensitivity-Technologie, die seit Jahren die Leistungsfähigkeit der Wintec-Familie prägt. Hierbei werden sehr kurze Laserlichtimpulse im Nanosekundenbereich ausgesendet, deren Signale statistisch ausgewertet werden und so den Distanzwert zum Objekt ergeben. Diese Herangehensweise gewährleistet Messbereiche von bis zu 100 Metern bei einer Reproduzierbarkeit von bis zu drei Millimetern, auch unter herausfordernden Bedingungen. Zudem zeigt sich der Wintec mit Blaulicht unempfindlich gegenüber Fremdlicht bis zu 100.000 Lux, sodass die Signalqualität auch in hellen Umgebun-

gen oder bei starker Hintergrundstrahlung konstant hoch bleibt. Damit ist die P1PY21x-Serie auch für Einsätze in Außenbereichen geeignet.

Ein weiteres Anwendungsfeld erschließt sich durch die transparente Objekterkennung. Durch die leistungsfähige Signalverarbeitung werden auch sehr schwach reflektierende oder durchsichtige Materialien sicher detektiert, was eine häufige Herausforderung etwa in der Verpackungs- oder Lebensmittelindustrie ist. Durch die performante IO-Link-Schnittstelle mit COM3 können die erfassten Prozessdaten mit minimalen Zykluszeiten zur Steuerung übertragen werden, was den Einsatz in automatisierten Prozessen optimiert. Dank der robusten Bauweise mit Schutzklasse IP68 sind die ToF-Sensoren besonders widerstandsfähig gegenüber Staub und Flüssigkeiten. Ihre Funktionsfähigkeit ist auch bei extremen Temperaturen ab -40 °C gegeben, sodass sie in Kühlhäusern oder alpinen Regionen zuverlässig arbeiten.

Neben der messtechnischen Leistung überzeugt die P1PY21x-Serie auch in puncto Anwenderfreundlichkeit. Ein kontrastreiches OLED-Display ermöglicht eine intuitive Bedienung direkt am Gerät. Auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen oder in beengten Einbausituationen bleibt die Anzeige gut lesbar. Die Menüführung ist logisch aufgebaut, alle wichtigen Einstellungen sind mit wenigen Handgriffen erreichbar. Das spart Zeit bei Inbetriebnahme, Wartung oder im Falle eines Sensortauschs. Für noch mehr Flexibilität sorgt die Bluetooth-Schnittstelle. Über die

Wecon-App lassen sich Sensorparameter kabellos übertragen und anpassen, was die Handhabung bei Installationen mit vielen Geräten oder an schwer zugänglichen Einbauorten erleichtert.

Industriell erprobt, für die Zukunft gemacht

Die Kombination aus Blueline-Technologie, Dynamic Sensitivity und praxiserweiterter Bedienung macht die P1PY21x-Serie zu einer Lösung, die sich in klassischen und neuen industriellen Szenarien bewährt. Sie liefert präzise und zuverlässige Ergebnisse auch auf herausfordernden Oberflächen, bleibt unempfindlich gegenüber Störeinflüssen und lässt sich dank moderner Schnittstellen einfach integrieren. Damit wird der Sensor zum vielseitigen Werkzeug für unterschiedlichste Branchen; von der Metallindustrie über die Kunststoffverarbeitung bis hin zur Verpackungs- und Lebensmittelindustrie. Gleichzeitig zeigt sich mit dieser Entwicklung ein Grundprinzip, das Wenglor seit Jahren prägt: Innovation entsteht dort, wo reale Problemfelder der Industrie erkannt und technisch gelöst werden. Sensoren wie die P1PY21x-Serie sind Schlüsseltechnologien für eine nachhaltige, ressourcenschonende Produktion. Sie ermöglichen eine präzisere Steuerung, verringern Ausschuss, steigern die Energieeffizienz und tragen so dazu bei, industrielle Prozesse zukunftsfähig zu gestalten. In Zeiten von Ressourcenknappheit und wachsendem Automatisierungsdruck sind dies entscheidende Faktoren. Damit wird deutlich: Der Einsatz von Blaulicht in der Time-of-Flight-Technologie markiert einen wichtigen Entwicklungsschritt, der bestehende Anwendungen zuverlässiger sowie neue Potenziale nutzbar macht und Raum für völlig neue Szenarien schafft.

AUTORINNEN Nina Schmeß

Online Content Managerin bei Wenglor

Lisa Lorenz

Editorial & Content Creator bei Wenglor

KONTAKT

Wenglor Sensoric
Elektronische Geräte GmbH
Tett nang
Tel.: +49 7542 53990
E-Mail: info@wenglor.com
www.wenglor.com/P1PY21

Ein Rückblick: 25 Jahre inspect

Die Entwicklung DER Fachzeitschrift für industrielle Bildverarbeitung in Deutschland

Die inspect wird 25. Ich habe Freunde, die jünger sind. Entsprechend viel hat sich an Material angesammelt für diesen Rückblick. Wirklich sehr, sehr viel. Beim Durchstöbern unseres Archivs habe ich unzählige spannende Geschichten und Themen gefunden, ich könnte damit mehrere Rückblicke schreiben. Allein zum Thema Schnittstellen könnte ich locker vier Seiten füllen. Gleiches gilt für 3D- oder Hyperspektrale Bildverarbeitung. Spannend wäre auch die Geschichte der Titelseiten der inspect. Denn

auch die haben sich über die Zeit natürlich stetig weiterentwickelt, mit teilweise erstaunlichen Sprüngen. Ich habe mich dazu entschieden, eine Mischung aus allem zu machen. Ich hoffe, Sie haben beim Lesen genau so viel Spaß, wie ich beim Raussuchen der Ausgaben, Artikel und Bilder.

Bevor ich sie jetzt in die Geschichte der inspect entlasse, noch ein kleiner Disclaimer: Natürlich erhebt diese Auflistung weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch darauf, dass die gezeigten Artikel tatsächlich die

erste Nennung der jeweiligen Technologie sind. Letzteres gilt in vielen Fällen noch nicht einmal innerhalb der inspect. Vielmehr habe ich die Beiträge beispielhaft ausgewählt. Alle Marktteilnehmer, die zu dieser Zeit ebenfalls an der Technologie gearbeitet haben oder entsprechende Produkte im Portfolio hatten, dürfen sich mitgemeint fühlen.

Viel Spaß!

David Löh
Chefredakteur

Die Titelseite der INSPECT 1/2000 – der Name zunächst komplett in Versalien. Die erste Bildverarbeitungsfachzeitschrift Deutschlands begann ihre Reise als „Sonderpublikation von Messtec und Automation“, wie die messtec drives Automation damals hieß.



Ein Beitrag in der ersten Ausgabe der inspect über ein Kamerasystem, das den Handling-Roboter bei der Arbeit unterstützt. Im Zentrum der Anwendung stand nicht nur die Zusammenarbeit von Bildverarbeitung und Roboter, maschinelles Sehen also, sondern auch die Robustheit der Bildverarbeitungs-lösung durch den Einsatz in dem Gieß- und Umformwerk.

Autor: Patrick Englisch, damals bei VMT Bildverarbeitungssysteme GmbH



Ein Thema in Ausgabe 1: neuronale Netze – im Zusammenspiel mit einer Farbkamera. In dieser Anwendung ging es darum, den Erdanteil von angelieferten Zuckerrüben zu bewerten.

Autor: Dr. Stefan Leppelmann, damals CLK GmbH



Ausgabe 2/2001: Einer von vielen Beiträgen aus der Reihe „welche Schnittstelle ist die Beste“. Spannend sind diese inhaltlich oft sehr tiefgehenden Auseinandersetzungen auch nach 25 Jahren noch.

Autor: Michael Beising, damals bei SAC.



Schnittstellen die Zweite: auch in der inspect 1/2002 wurde noch diskutiert, ob es denn wirklich eine digitale Schnittstelle sein muss, oder ob man nicht im Einzelfall bei der analogen bleiben sollte. Alles hat eben seine Vor- und Nachteile.

Autor: Meinrad Sinnacher, damals Leutron Vision GmbH



Die erste eigenständige (also nicht mehr „Sonderpublikation der Messtec“) deutschsprachige (statt englischsprachiger Spezialausgabe zur Vision) inspect: Ausgabe 4/2005. Ein weiteres Zeichen, dass die inspect stetig Fahrt aufnimmt: Über die Jahre erschienen immer mehr Ausgaben pro Jahr, in der Spitze waren es zehn gedruckte, deutschsprachige. Heute sind es 16, darunter Print-, digitale und internationale Ausgaben.



Im Herbst 2006 wurde GenICam Version 1.0 veröffentlicht. Ein großer Schritt in Sachen Standardisierung. Damit wurde die Zusammenarbeit zwischen Software und Kamera erheblich vereinfacht, mit Vorteilen für Hersteller und Anwender.

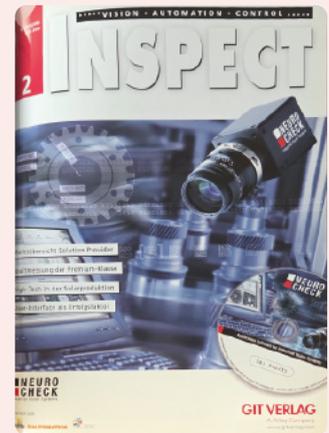


Eine auch heute noch heiß diskutierte Frage: Ein Embedded-System oder doch eine Smartkamera? Wo liegen die Unterschiede, wo verläuft die Grenze? Der aktuelle Stand in Ausgabe 3/2007.

Autorin: Sandy Zorn, damals Landesmesse Stuttgart GmbH

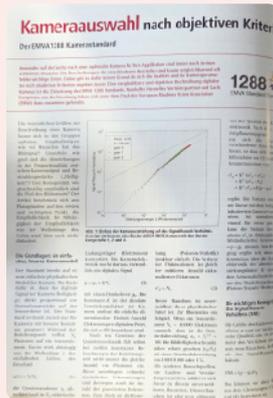


Die inspect in neuem Gewand: Ausgabe 2/2008.

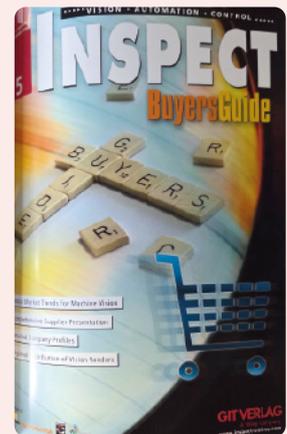


Der Standard EMVA1288: ein wichtiger Schritt in Richtung Vergleichbarkeit von Kameras verschiedener Hersteller.

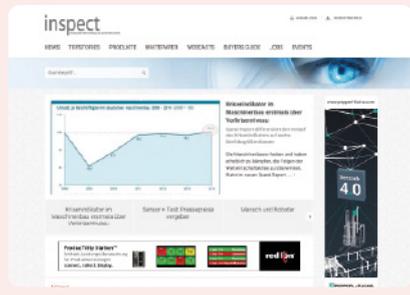
Beschrieben in inspect- Ausgabe 4/2008. Autor: Prof. Dr. Bernd Jähne, damals Vorsitzender der EMVA1288-Arbeitsgruppe und Professor an der Universität Heidelberg



Dezember 2008: Der erste inspect Buyer's Guide wird veröffentlicht. Er ist noch heute ein wichtiges Nachschlagewerk für alle Anwender, die auf der Suche nach einem Zulieferer oder Integrator von Bildverarbeitungstechnik sind.

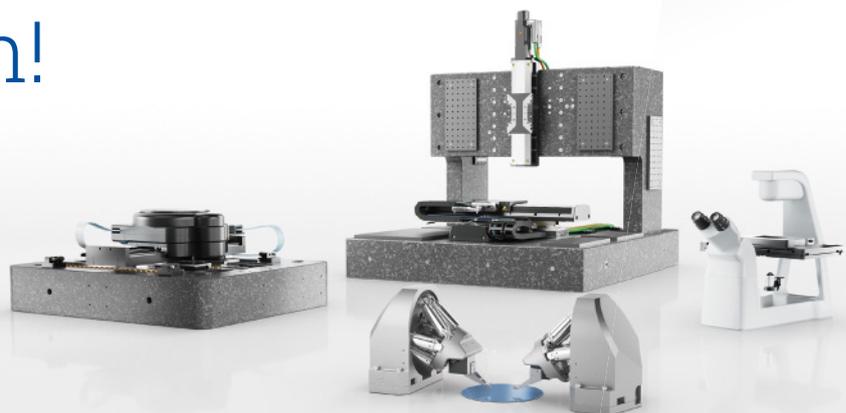


Die inspect ist jetzt auch im Internet zu finden: Pünktlich zur Automatica 2008 startet die Website www.inspect-online.com.



Herzlichen Glückwunsch!

Vielen Dank für 25 Jahre technologischen Tiefgang



Die Automate, wichtigste Automatisierungsmesse in Nordamerika, in der inspect 1/2011. Schon damals blickte die Redaktion gen Westen – und dieser Beitrag steht erneut nur stellvertretend für zahlreiche weitere, darunter Marktanalysen und internationale Podiumsdiskussionen. Bis zur ersten vollwertigen US-Ausgabe dauert es allerdings noch.



Die Time of Flight Technology wird vorgestellt, Ausgabe 3/2011. Autor: Stefan Schwobe, damals Tridicam GmbH



Ausgabe 4 2013: Die Relevanz von Kamera-schutzgehäusen wird auch heute noch teils unterschätzt, nicht nur unter dem Aspekt des Schutzes vor äußeren Einwirkungen, sondern auch für die Kamerakühlung. Autor: Peter Neuhaus, Autovimation GmbH



Ausgabe 7/2011: USB 3 Vision wird angekündigt. Autoren: Bob McCurrach, damals AIA Automated Imaging Association, und Dr. Friedrich Dierks, Basler AG



Wer hat hier KI gesagt? In Ausgabe 1/2013 noch niemand: Stattdessen ist von einer Sample-basierten Identifikation die Rede. Gemeint ist, eine Software vorab mit Beispielbildern zu trainieren und diese dann Objekte in Klassen einteilen zu lassen, um etwa Gemüse nach „Karotten“, „Tomaten“ etc. zu sortieren. Autoren: Dr. Markus Ullrich und Dr. Lutz Kreuzer, damals beide MVTec Software GmbH



And the Winners are... Auf der Vision 2016 wurde der inspect award zum ersten Mal verliehen. Der Beginn eines renommierten Branchenpreises, der auf der kommenden Weltleitmesse der Bildverarbeitung sein zehnjähriges Jubiläum feiern wird.



Ausgabe 1/2018: Das Smartphone-Zeitalter beginnt auch in der Bildverarbeitung. Zumindest gilt das für die kleinen Programme, die wir alle auf unseren Telefonen haben: Apps. Diese Flexibilität durch Modularität ist zunehmend auch in Bildverarbeitungsanwendungen erhältlich. Autor: Heiko Seitz, IDS Imaging Development Systems GmbH



Es gab zwar schon zuvor englischsprachige Ausgaben, aber im Jahr 2018 erschien die erste offizielle inspect international. Heute heißt sie inspect Europe, ist aber nach wie vor fester Bestandteil des Portfolios.



Deep Learning, Hyperspectral Imaging, 10 GigE und 3D-Bildverarbeitung: Ausgabe 4/2018 vereinte zahlreiche Themen, die nach wie vor en vogue sind.



Mein Einstieg bei der inspect mit Ausgabe 5/2019. Hier begann meine Geschichte mit dieser Fachzeitschrift, mit Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, mit den Kunden und natürlich allen anderen Partnern der inspect in und um den Wiley-Verlag.



Zur Vision 2021 erschien die inspect im ganz neuen Look. Inhaltlich dagegen, darauf konnten sich die Leserinnen und Leser verlassen, gab es wie gewohnt geballte Bildverarbeitung für Anwender und Integratoren.



Mai 2022: die allererste inspect America erscheint. Der erste Schritt von mehreren, um auch die nordamerikanischen Anwender mit den neuesten, relevantesten und spannendsten Informationen aus der Welt der Bildverarbeitung und optischen Messtechnik zu versorgen. Natürlich zugeschnitten auf die Zielgruppe. Das heißt unter anderem, dass die inspect America von Anfang an als reine Digitalausgabe erschien.



Im Februar 2021 ging das neue Portal für Automatisierung, Bildverarbeitung und Photonik live: www.WileyIndustryNews.com. Darin bündeln die Zeitschriften messtec drives Automation, inspect und PhotonicsViews ihre Kräfte – und erschufen eine der erfolgreichsten Webseiten für Fabrikautomatisierung.



April 2023: Aus der inspect international wird die inspect Europe. Damit wird der Fokus auf die europäische Leserschaft betont, den die Schwesterzeitschrift der inspect ohnehin immer hatte. Für die Kunden ließ sich das Portfolio leichter der jeweiligen Zielgruppe zuordnen: inspect, inspect Europe, inspect America – DACH, Europa, Nordamerika.

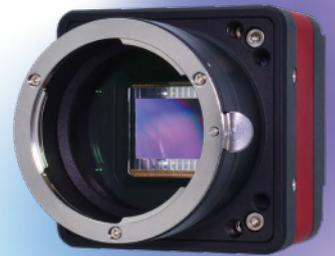


September 2025: Das Online-Portal www.WileyIndustryNews.com erscheint in neuem Gewand. Für die Leserinnen und Leser bedeutet das, sie finden die gewohnt aktuellen, umfassenden und verlässlichen Informationen, können sich aber am modernen Design und der verbesserten Bedienbarkeit erfreuen. Wir haben damit zusätzlich die Möglichkeit, noch flexibler auf spannende Inhalte aufmerksam zu machen, ob Text, Bild, Video oder Podcast.

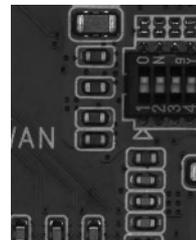


338 fps
High Speed

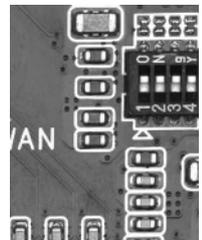
14 Megapixel
BSI Camera



VCS-14MX2



FSI Sensor



BSI Sensor

VCS-14MX2

- 14 megapixel global shutter camera
- Back-side illuminated (BSI) sensor
- 5.5 μm pixel size
- Up to 338 fps
- **CXP-12**
- Enhanced quantum efficiency
- Available in fan type and heatsink type



PCB Inspection



Semiconductor Inspection



**Jan Hartmann, Geschäftsführer von
IDS Imaging Development Systems**

Seit 25 Jahren begleitet die inspect mit Fachwissen und Weitblick unsere Branche, die sich rasant entwickelt hat: von einfachen, analogen Bildverarbeitungssystemen hin zu leistungsstarken, integrierten Vision-Lösungen, die heute unter anderem die Industrie, Medizin oder Logistik prägen. Leistungsfähigere Sensoren, schnellere Schnittstellen und hochauflösende, immer kompaktere Kameras haben ebenso ihren Beitrag geleistet wie die Etablierung von Standards wie GenICam. Künstliche Intelligenz hat die Möglichkeiten der Bildanalyse auf ein neues Niveau gehoben und erlaubt heute Anwendungen, die vor wenigen Jahren noch undenkbar waren.

Auch IDS hat diesen Wandel mitvollzogen – von analogen Framegrabbern zu Industriekameras mit integrierter KI, Monitoring-Kameras für die industrielle Prozessüberwachung oder kundenspezifischen Sonderanfertigungen. Was früher rein technikorientiert war, ist heute stark anwendungsgetrieben. Bildverarbeitung ist intuitiver, leistungsfähiger und zugänglicher geworden – und damit essenzieller Bestandteil der Automatisierung. Die inspect hat diesen Wandel stets fundiert begleitet. Daher gratulieren wir herzlich zum 25-jährigen Bestehen – auf viele weitere Jahre als starke Stimme der Branche!



**Thomas Detjen, Sales Director EMEA
bei Emergent Vision Technologies**

An die erste Ausgabe erinnere ich mich ehrlich gesagt nicht. Aber ich weiß noch genau, wo ich damals stand: Ich hatte gerade begonnen, in die Welt der industriellen Bildverarbeitung einzutauchen, für einen großen japanischen Zulieferer, solide aufgestellt, mit viel Tradition und entsprechend viel Beharrungskraft.

Heute bin ich Teil eines Unternehmens, das lieber gestaltet als hinterherläuft. Wir setzen neue Standards, statt alten hinterherzujagen und das mit Fokus, Klarheit und manchmal auch mit dem nötigen Mut zum Bruch.

Und während sich Technologien, Schnittstellen und Märkte ständig weiterdrehen, ist die inspect über all die Jahre etwas geblieben, das man aufschlägt und das Substanz liefert. Ohne Buzzword-Feuerwerk, ohne heiße Luft. Dafür danke ich euch. Persönlich und im Namen all derer, die solche Medien zu schätzen wissen.

Glückwunsch zum Jubiläum.
Und bitte bleibt genauso, wie ihr seid.



Thomas Lübke, EMVA-Geschäftsführer

Fast von Beginn an hat die inspect die technologische Erfolgsgeschichte der industriellen Bildverarbeitung begleitet. Sie war und ist Schlüsselmedium und tragende Säule als zuverlässige Informationsquelle für aktuelle Entwicklungen aus Industrie, Forschung und Verbandsgeschehen in unserer Branche. Drei Jahre nach der ersten inspect-Ausgabe wurde 2003 die European Machine Vision Association gegründet und pflegt seitdem eine intensive Partnerschaft mit dem „World of Vision“-Fachmagazin. Bei allen Meilensteinen in der EMVA-Verbandsgeschichte war die inspect dabei – von einer Vulkanausbruch-bedingt verlängerten und für alle Teilnehmer unvergesslichen EMVA Business Conference in Istanbul 2010, über die

Eigenständigkeit des Verbands zwei Jahre später bis hin zum 20-jährigen EMVA-Jubiläum, das wir zusammen in Sevilla feiern konnten. Mit der Rubrik „Blick in die Forschung“ präsentiert die EMVA schon im dritten Jahr regelmäßig aktuelle Arbeiten aus angewandten Forschungsgebieten. Die Erweiterung des Magazin-Portfolios durch die inspect Europe hat die Zusammenarbeit für einen durch und durch europäischen Verband wie der EMVA zusätzlich gestärkt. Wir danken allen Medienmachern bei der inspect für die langjährige Partnerschaft und freuen uns auf weiterhin gute Zusammenarbeit. Happy 25th birthday, inspect!

Seit 25 Jahren begleitet inspect die industrielle Bildverarbeitung und Optikbranche als fundiertes Fachmedium, Impulsgeber und Chronist technologischer Entwicklung. Dieses Jubiläum ist ein willkommener Anlass, einen Blick zurück und nach vorn zu werfen sowie zu gratulieren.

Die Entwicklung von Objektiven in diesem Zeitraum zeigt exemplarisch, wie in einem Fachbeitrag ab Seite 36 in dieser Ausgabe dargestellt, wie sich Technologie, Marktanforderungen und Innovationszyklen gegenseitig beeinflussen. Die Vielfalt an Anwendungen ist stetig gewachsen, von klassischen Inspektionsaufgaben bis hin zu hochindividualisierten Lösungen für moderne Industrie- und Forschungssysteme. Unternehmen wie Edmund Optics haben diese Entwicklung aktiv mitgeprägt: mit einem breiten Produktportfolio, einer offenen Haltung gegenüber neuen Anforderungen, dem kontinuierlichen Ausbau von kundenspezifischen Lösungen sowie dem stetigen Kontakt zu Fachmedien, die auch als Überbringer und Verteiler neuer

Innovationen und Produkte die Branche stets unterstützt haben.

2025 markiert dabei auch für Edmund Optics ein besonderes Datum: Das Unternehmen feiert ebenfalls das 25-jährige Bestehen seiner europäischen Niederlassungen. Europa zählt heute zu den wichtigsten Märkten mit anspruchsvollen Kunden, zukunftsweisenden Applikationen und einer tief verwurzelten Innovationskultur. In dieser Region gewachsen und verankert, hat sich Edmund Optics als zuverlässiger Lösungsanbieter im Bereich Optik und Photonik etabliert.

Das parallele Jubiläum von inspect und Edmund Optics Europe zeigt, wie eng Medien, Markt und Technologie verbunden sind. Fachjournalistische Begleitung wie die von inspect ist ein entscheidender Faktor dafür, dass Fortschritt sichtbar, verständlich und übertragbar wird. Wir gratulieren herzlich zum 25-jährigen Bestehen und bedanken uns für die langjährige, konstruktive Partnerschaft.



Agnes Hübscher, European Marketing Director bei Edmund Optics

westermann DRUCK | **pva**

25 JAHRE

Vision auf
Papier
gebracht.

Wir gratulieren!

Auftrags- und Kundenbetreuung

Klaus-von-Klitzing-Straße 2
76829 Landau in der Pfalz
Tel: +49 (0) 6341 142-0

Produktion

Georg-Westermann-Allee 66
38104 Braunschweig



Das Baumer-Führungsduo im Jahr 2007: Dr. Joachim Ihlefeld (links) und Dr. Oliver Vietze, die Gründer und Geschäftsführer von Baumer Optronics.

„Bildverarbeitung: früher eine Domäne für Spezialisten – heute wesentlich leichter zugänglich“

Im Gespräch: Dr. Oliver Vietze, CEO der Baumer Group

28 Jahre Baumer Optronics, 25 Jahre inspect – zwei Gründe bei Oliver Vietze nachzufragen, was in den vergangenen Jahrzehnten überrascht, herausgefordert und sich hinsichtlich Technologien in der Bildverarbeitungen getan hat.

inspect: Mit 28 Jahren ist Baumer Optronics ein klein wenig älter als die inspect, die dieses Jahr 25 geworden ist. Was würden Sie sagen, ist die überraschendste Entwicklung über diese Zeitspanne hinweg?

Dr. Oliver Vietze: Richtig überrascht hat mich in dieser Zeit tatsächlich nichts. Nach der von Sony, Hitachi und Co. dominierten analogen, japanischen Kamerawelt in den 90ern gehörten wir bei Baumer zu den Allerersten, die Digitalkameras angeboten haben. Das war 1998. Damals waren die digitalen Schnittstellen noch nicht standardisiert. Mit unserer seinerzeit revolutionären Schnittstelle Baumer-Link konnten wir bereits 400 Mbit pro Sekunde über ein Standard-Ethernet-Kabel übertragen. Damit hatten wir große Erfolge. Erstaunlich war dann jedoch

für mich, dass sich bereits nach nur weiteren zehn Jahren GigE Vision als Standard durchgesetzt hat und mit seinen Co-Standards zum Beispiel für USB und CameraLink bis heute das Maß der Dinge ist. Diese frühe Standardisierung hat die Vision-Szene definitiv befeuert. Baumer war in all diesen Jahren als Technologieführer ganz vorn mit dabei – und auch heute sind wir bei der Entwicklung der aktuellen Standards wie bei GigE Vision v3 mit RDMA in den Kerngremien und bieten schon erste Produkte an.

inspect: Welche Entwicklungen ist Ihnen als besonders positiv in Erinnerung geblieben?

Vietze: Gefreut hat mich in all der Zeit die rasante Weiterentwicklung der industriellen Bildverarbeitung, sowohl die der Technologie als auch die enorme Verbrei-

terung der Einsatzszenarien, die auch heute noch unvermindert anhält. Neben „höher, schneller, weiter“ (mehr Bilder pro Sekunde, höhere Auflösungen) gibt es auch heute noch komplett neue Anwendungen. Früher war industrielle Bildverarbeitung fast ausschließlich etwas für große Produktionslinien in der Automobil- oder Halbleiterindustrie. Heute begegnet man ihr in vielen

Das Wichtigste kompakt

Die industrielle Bildverarbeitung hat sich von einer Spezialistendomäne zu einer breit zugänglichen Technologie entwickelt. Dr. Oliver Vietze, CEO der Baumer Group, betont die Bedeutung von Standardisierung, KI und Embedded Vision. Besonders hervorzuheben sind die gestiegene Benutzerfreundlichkeit, neue Einsatzfelder und die Demokratisierung der Technologie. Trotz Fortschritten bleibt die Integration komplex – Plug-and-Play ist noch Zukunftsmusik.



Viele Nutzer von industrieller Bildverarbeitung wünschen sich eine ‚Plug-and-Play‘-Lösung, aber in der Praxis ist die Bildverarbeitung immer noch stark anwendungsabhängig – von der optimalen Beleuchtung, der Objektivauswahl bis hin zur Programmierung der Software. Daran wird auch der Einsatz von KI in der industriellen Bildverarbeitung grundsätzlich nichts ändern.

kleineren Produktionsumgebungen, aber auch in der Landwirtschaft, Medizintechnik, Logistik oder Lebensmittelproduktion. Diese Demokratisierung der Technologie und die Integration in unterschiedlichste Branchen war so in diesem Ausmaß kaum vorherzusehen.

inspect: Was war aus Ihrer Sicht der Höhepunkt der Unternehmensentwicklung im Bereich Vision bei Baumer?

Vietze: Ein erster Höhepunkt war in den Anfangsjahren sicher unser großer Erfolg als einer der führenden Anbieter von Kameras in der Mikroskopie. Aber auch Erfolge in anderen Bereichen sind erwähnenswert, wie die Lieferung von vielen zehntausend smarten Lotterieterminals basierend auf Zeilenkameras. Neben unseren erfolgreichen Standardprodukten konnten wir auch immer wieder durch kundenindividuelle Sonderlösungen mit integrierter Optik und Beleuchtung große Kundenprojekte gewinnen, zum Beispiel die oben erwähnten Lotto-terminals oder spezielle High-End-Kameras für die Logistik.

inspect: Ende der 90er/Anfang der 2000er waren Monochrom-Kameras mit einfacher Beleuchtung und proprietärer Software Stand der Technik. Heute hat sich die Bildverarbeitung stark diversifiziert mit 3D- und Smartkameras, hyperspektraler Bildverarbeitung, KI und vielem mehr. Was aber ist aus Ihrer Sicht die bahnbrechendste technische Entwicklung?

Vietze: In der Vergangenheit war das die Ablösung der CCD-Bildsensoren durch die viel flexibleren und einfacher zu integrierenden CMOS-Sensoren. Was mich hier freut, ist, dass ich mit meiner Promotion über CMOS-Bildsensoren einen Beitrag zu dieser Erfolgsgeschichte leisten konnte.

Eine derzeitige bahnbrechende technische Entwicklung in der industriellen Bildverarbeitung wird der breite Einsatz von künstlicher Intelligenz. Grundsätzlich sind die KI-Algorithmen und Methoden nicht neu. Wir bei Baumer nutzen diese Ansätze bereits seit vielen Jahren in unseren Hochleistungs-Bildverarbeitungssystemen für die Oberflächeninspektion. In den vergangenen Jahren sind die dafür geeigneten Prozessoren exponentiell leistungsfähiger und kostengünstiger geworden. Dadurch ist der Einsatz von KI nun auch schon in kostengünstigen und kompakten Smart-Vision-Sensoren möglich, und es entstehen viele neue Anwendungsfelder.

Während frühere Systeme auf klar definierte Regeln und das Fachwissen eines erfahrenen Ingenieurs angewiesen waren, erlaubt KI heute die automatisierte Auswertung hochkomplexer Bildinhalte, selbst bei stark variierenden Szenen und unstrukturierten Objekten. Damit lassen sich Prüfaufgaben lösen, die früher der industriellen Bildverarbeitung schlicht nicht zugänglich waren.

Unsere AX-Kamerafamilie als frei programmierbares Embedded-Vision-Smart-Kamera-



Blick zurück: eine der ersten Baumer-Digitalkameras mit damals revolutionärem Baumer-Link Interface und entsprechender PCI-Interface-Karte.

System beinhaltet einen Nvidia-basierten Inferenzbeschleuniger und ist damit bestens für die vielfältigen Anwendungsgebiete der industriellen Bildverarbeitung mittels KI einsetzbar. Es eröffnen sich damit völlig neue Anwendungsfelder – von der Lebensmittelinspektion über die Medizintechnik bis hin zur Robotik.



EROS
10GigE
is for innovators.

29mm x 29mm



Low-Power
3W SFP+ Fiber
4.8W Base-T / RJ45 POE

Multi-Camera
50+ camera systems

Auto-Negotiation
to 5 / 2.5 / 1 GigE

emergentvisiontec.com/eros



Blick in die Gegenwart: Das heutige Portfolio von Baumer Optronik reicht von Smart-Vision-Sensoren bis zu 50 GigE-Kameras mit RDMA-Technologie.

inspect: Was ist aus Anwendersicht der größte Fortschritt in der Bildverarbeitung im Vergleich zur Jahrtausendwende?

Vietze: Das ist ganz klar die deutlich gestiegene Benutzerfreundlichkeit. Bildverarbeitung war früher eine Domäne für Spezialisten – mit komplexer Hardwareintegration, schwer zugänglicher Software und hohem Programmieraufwand. Heute sind Systeme wesentlich leichter zugänglich: Durch intuitive Softwareplattformen, grafische Benutzeroberflächen und standardisierte Schnittstellen können auch Anwender mit weniger tiefgehenden Vorkenntnissen in Bildverarbeitung leistungsfähige Lösungen umsetzen.

So bietet Baumer als einer der Pioniere der Branche mit seinen Programmierschnittstellen durchgängig Kameraschnittstellen auf Basis der Vision Standards GigE, USB oder CameraLink an. Zur Einbindung in die gängigen Softwarepakete in die PC-basierten Vision-Lösungen unserer Kunden setzen wir auf den dabei etablierten GenICam Standard.

Mit Smart-Vision-Sensoren gehen wir auch zusehends weg von der Programmierung hin zu Konfiguration der Lösung: Baumer gehörte mit seiner Produktfamilie VeriSens zu den Pionieren bei den Smart-Vision-Sensoren. Unsere aktuelle Plattform wird dabei auch wieder KI unterstützen. Wir planen, diese neue Generation bereits dieses Jahr im Herbst als neuen Standard mit deutlich einfacherer Benutzung vorzustellen. Gerade diese Einfachheit der Benutzung und Integration hat die Technologie aus der

Nische geholt und für viele Branchen und Kunden aller Unternehmensgrößen erst nutzbar gemacht.

inspect: In den bald drei zurückliegenden Jahrzehnten gab es einige Krisen. Welche davon war die schlimmste?

Vietze: Die Chipkrise in 2021/22 im Anschluss an die Covid19-Pandemie 2020 hat die Bildverarbeitungsbranche besonders getroffen. Dies sogar zweifach: Sowohl durch sinkende Nachfrage nach Kameras auf der Kundenseite in der Automatisierungstechnik als auch die Verfügbarkeit von essenziellen elektronischen Komponenten für die Kameras selbst, als die Nachfrage wieder anzog. Mittlerweile blicken wir bei Baumer jedoch wieder optimistisch in die Zukunft und sehen in Übereinstimmung mit den Analysten und Industrieverbänden einen weiter wachsenden Markt.

inspect: Was haben Sie aus dieser Krise/diesen Krisen gelernt?

Vietze: Jede Krise trägt auch Chancen in sich. So hat die Covid19-Pandemie auch neue Geschäftsmöglichkeiten für Bildverarbeitung entstehen lassen, wie zum Beispiel kamerabasierte automatisierte Diagnosegeräte in der Medizintechnik. Wir haben die Zeit aber auch anderweitig genutzt: So haben wir unsere Kamera-Plattformen modernisiert und unsere Technologie-Lieferketten diversifiziert, so dass wir gestärkt aus der Krise hervorgehen.

inspect: Was ist das aus Ihrer Sicht spannendste aktuelle Entwicklungsfeld?

Vietze: Ein besonders spannendes Entwicklungsfeld ist aktuell wie bereits geschildert der Einsatz von Deep Learning in der Bildverarbeitung. Damit lassen sich Anwendungen realisieren, die mit klassischen regelbasierten Ansätzen kaum oder gar nicht möglich waren, etwa bei komplexen Oberflächeninspektionen oder der Klassifikation organischer Formen. Weiter sehen wir große Fortschritte bei Embedded Vision, also leistungsfähigen, kompakten Systemen mit integrierter Bildauswertung und Maschinensteuerung direkt in der Kamera. Das reduziert nicht nur Kosten und Platzbedarf, sondern ermöglicht völlig neue Anwendungen – etwa in mobilen oder dezentralen Systemen.

inspect: Wo hat die industrielle Bildverarbeitung noch Nachholbedarf?

Vietze: Trotz aller Fortschritte bleibt die Komplexität in der Projektierung und Integration eine Herausforderung für viele Anwender. Viele Nutzer von industrieller Bildverarbeitung wünschen sich eine ‚Plug-and-Play‘-Lösung, aber in der Praxis ist die Bildverarbeitung immer noch stark anwendungsabhängig – von der optimalen Beleuchtung, der Objektivauswahl bis hin zur Programmierung der Software. Daran wird auch der Einsatz von KI in der industriellen Bildverarbeitung grundsätzlich nichts ändern. Industrielle Bildverarbeitung erfordert auch weiterhin Domänenwissen aus Optik, Beleuchtung und Bildanalyse.

Unabhängig davon wird die Erfolgsgeschichte „industrielle Bildverarbeitung“ weitergehen, auch bei Baumer. Meiner Meinung nach ist die industrielle Bildverarbeitung zu einem unverzichtbaren Tool im Werkzeugkasten der industriellen Sensorik geworden und wird dort auch weiter an Bedeutung gewinnen. Wir bei Baumer sehen uns dafür auf jeden Fall bestens aufgestellt.

Wir freuen uns, auch weiterhin ein Teil dieser dynamischen Branche zu sein und wünschen der Bildverarbeitung und der inspect eine spannende Zukunft.

AUTOR
David Löh
Chefredakteur der inspect

KONTAKT
Baumer Optronik GmbH, Radeberg
Tel.: +49 3528 43860
E-Mail: sales.cc-vt@baumer.com
www.baumer.com



Dr. Olaf Munkelt, Geschäftsführer von MVtec Software

Ich darf dem Redaktionsteam um David Löh sowie dem Wiley-Verlag meine besten Glückwünsche zum 25-jährigen Geburtstag aussprechen. Meine Hochachtung gilt dem gesamten Team dafür, dass es die inspect in den vergangenen Jahren so erfolgreich am Markt positioniert hat – nicht nur im deutschsprachigen Raum, sondern auch in Europa und Nordamerika.

Die inspect ist für mich das Medium der Wahl, wenn ich mich über technische Neuheiten oder Branchennews informieren möchte. Das Spektrum reicht jedoch weit darüber hinaus: Inspirierende Anwendungsberichte zeigen, in welche Richtung sich der

Markt entwickelt. Mit der inspect ist man stets am Puls der Zeit.

Besonders schätze ich den persönlichen Kontakt mit Chefredakteur David Löh – auf kaum einer Messe sind wir uns nicht begegnet. Dieser enge Austausch schafft Vertrauen und bietet einen Mehrwert für beide Seiten.

Ich wünsche der inspect als engem Partner der Branche alles Gute für die nächsten 25 Jahre. Mit neuen digitalen Formaten und ihrer starken Präsenz in zahlreichen Regionen hat die inspect die Weichen für eine erfolgreiche Zukunft gestellt.

2003 fragte mich ein früherer Weggefährte, ob ich mir vorstellen könnte, in die Bildverarbeitung zu wechseln. Ich kam aus der IT, hatte keine Ahnung von Framgrabbern, Kameras und Co. – und sagte trotzdem: warum nicht? Gelernt habe ich vor allem von Kunden und Kollegen. Die inspect half mir, die Branche besser zu verstehen.

Was mich bis heute fasziniert: Auch wenn es technisch „nur“ um Bilder geht – jede Anwendung ist anders. Es geht nicht nur um Technik, sondern vor allem um Vertrauen und langfristige Partnerschaften.

Der Wandel von analog zu digital, mein Wechsel zu MVtec, die Gründung von Lucid – all das hat mich geprägt. Besonders spannend: die rasante Entwicklung neuer Technologien – von 2D zu 3D, SWIR, UV, Polarisation, Event-based, AI. Heute bieten wir bewährte Kameras für all diese Anwendungen. Auch der Trend zu High-Speed Ethernet und RDMA zeigt, wie dynamisch unsere Branche ist.

Trotz aller Veränderungen bleibt die Bildverarbeitung eine große, internationale Familie. Ich habe Freunde auf der ganzen Welt gefunden – das macht sie so besonders.



Torsten Wiesinger, General Manager EMEA bei Lucid Vision Labs

Historische Anzeige aus dem Jahr 2008

wenglor®
Sensoren für Ihren Erfolg!
www.wenglor.com

High-Tech, Innovation und Qualität für Ihren Erfolg!

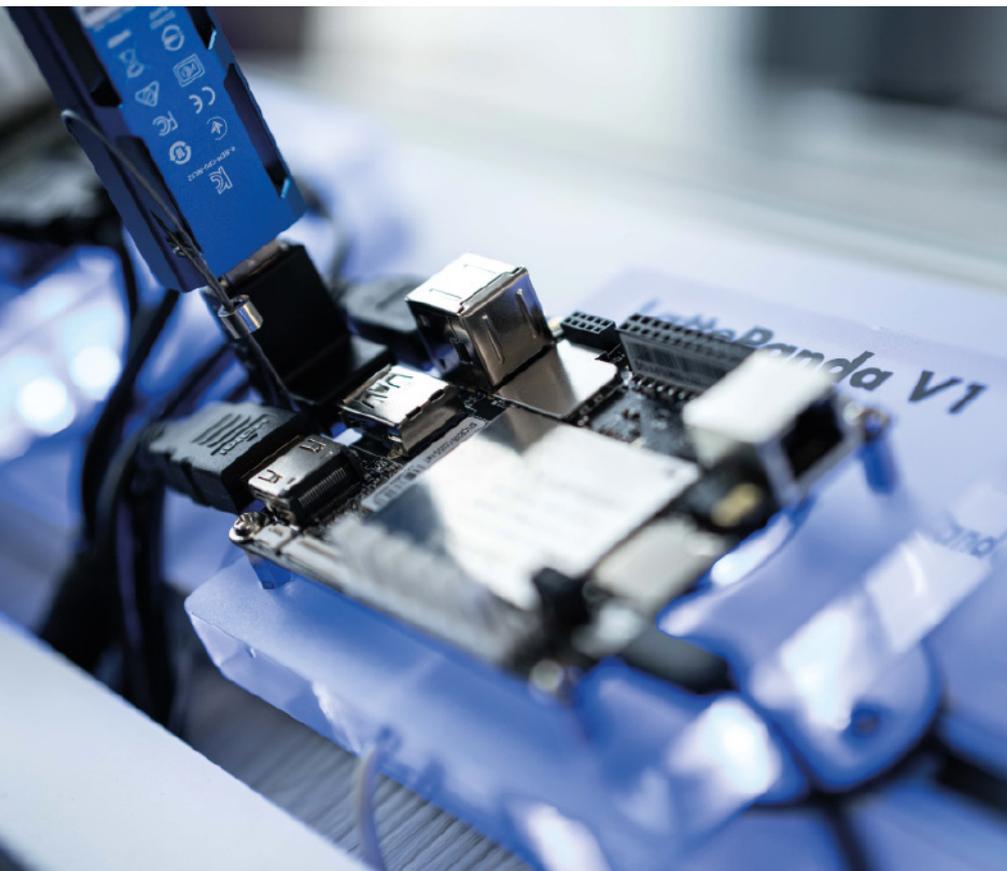
OCR Reader
Liest Ihre Daten, Texte und Zeichen

Optoelektronische Sensoren
Sicherheitstechnik
Induktive Näherungsschalter
Ident Produkte

25 Jahre Machine Vision: von Pixeln zur KI-getriebenen Zukunft

Wie Produktions- und Inspektionsprozesse von Machine-Vision-Software profitieren

Die industrielle Bildverarbeitung (Machine Vision) hat in den vergangenen 25 Jahren eine beispiellose Entwicklung durchlaufen. Dr. Maximilian Lückenhans, Director Marketing und Business Development bei MVTec Software, lässt das vergangene Vierteljahrhundert Revue passieren und wagt einen Blick in die zukünftige Entwicklung von Machine-Vision-Software.



Seit 2005 ist es möglich, anspruchsvolle Machine-Vision-Anwendungen auf industriellen Embedded-Systemen zu realisieren.

Die industrielle Bildverarbeitung (Machine Vision) hat sich heute als ein zentrales Verfahren für die Automatisierung und Optimierung von Wertschöpfungsprozessen im Industrieumfeld etabliert. Als „Auge der Produktion“ versetzt die Technologie Maschinen und Roboter in die Lage, alle denkbaren Objekte entlang der gesamten Prozesskette zu erkennen. Dies ebnet den Weg für verschiedene Anwendungen wie das automatisierte Handling von Bauteilen, die präzise Positionierung von Werkstücken oder die verlässliche und schnelle Inspektion von Produkten im Rahmen der Qualitätssicherung. Insbesondere software-seitig hat sich die industrielle Bildverarbeitung wie kaum eine andere Indusrietechologie in den vergange-

nen 25 Jahren in atemberaubendem Tempo weiterentwickelt. Zuvor, in den 1990er Jahren, beschränkte sich Bildverarbeitungssoftware auf ganz spezielle Anwendungsfälle. Dies resultierte vor allem aus der damals noch sehr begrenzten Hardware-Performance. So waren die gängigen Industrie-PCs in jener Zeit noch nicht in der Lage, anspruchsvolle Machine-Vision-Algorithmen zu verarbeiten. Auch kamen zur Jahrtausendwende gerade die ersten industrietauglichen Kameras mit digitaler Technik auf den Markt. Die zunehmende Performance der Hardware war eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung noch leistungsfähigerer Machine-Vision-Software und bereitete schließlich den Weg für neue Anwendungen.

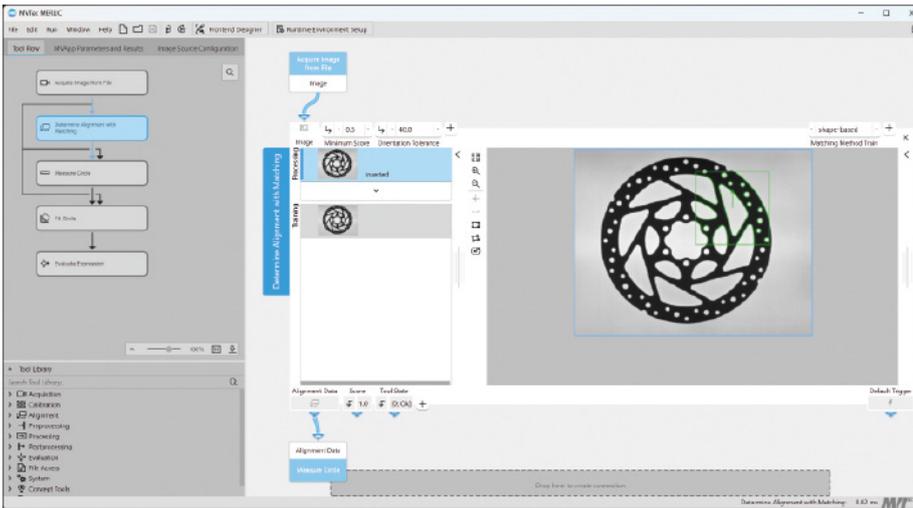
Das Jahr 2000: Regelbasierte Bildverarbeitungssoftware erobert den Markt

Ab dem Jahr 2000 nahm die Entwicklung der industriellen Bildverarbeitungssoftware deutlich an Fahrt auf. Führende Unternehmen der Machine-Vision-Branche wie etwa MVTec haben damals den Grundstein für klassische, regelbasierte Bildverarbeitungssoftware gelegt. Dazu zählen 2D- und erste 3D-Vision-Verfahren, Technologien für Matching, Blob-Analyse, OCR sowie das Lesen von Barcodes und Datacodes. Ab 2005 ließ sich dann durch entsprechend flexible Software-Architekturen auch der Betrieb anspruchsvoller Machine-Vision-Anwendungen auf industriellen Embedded-Systemen realisieren, was die Geburtsstunde von Embedded Vision einläutete. Von zentraler Bedeutung wurde dabei die Kompatibilität mit der im Embedded-Segment mittlerweile führenden Arm-Prozessorteknologie.

Ab Mitte der 2010er-Jahre wurde das Thema der Nutzerfreundlichkeit und einfachen Bedienbarkeit immer wichtiger. So veröffentlichte MVTec beispielsweise im Jahr 2014 die Easy-to-use-Software Merlic. Nun war es erstmals möglich, komplexe Machine-Vision-Applikationen schnell und einfach sowie ganz ohne Programmierkenntnisse zu erstellen. Erreichen lässt sich dies durch eine bildzentrierte WYSIWYG-Bedienoberfläche und eine intuitive, selbsterklärende Benutzerführung. Ab 2020 fand die Machine-Vision-Technologie dann schließlich ihren Weg in Edge-Ökosysteme sowie in die Cloud. Fortan ließen sich die Software und entsprechende Services hochskalierbar, flexibel, preisgünstig und besonders ausfallsicher nutzen.

Das Wichtigste kompakt

Seit 25 Jahren prägt MVTec die industrielle Bildverarbeitung entscheidend mit. Von regelbasierter Software bis hin zu KI-gestützten Lösungen hat sich die Technologie rasant entwickelt. Heute ermöglichen Cloud-, Edge- und Deep-Learning-Verfahren flexible, skalierbare Anwendungen. MVTec bleibt dabei ein Innovationstreiber – mit dem Ziel, klassische Bildverarbeitung und KI intelligent zu vereinen.



2014 veröffentlichte MVTec die Easy-to-use-Software Merlic, mit der erstmals komplexe Machine-Vision-Applikationen ganz ohne Programmierkenntnisse erstellt werden konnten.

Erst kam die Software, dann die Hardware

Betrachtet man die Geschichte der industriellen Bildverarbeitung, fällt eine Besonderheit auf: Ganz häufig kam der Software in der Forschung eine Vorreiterrolle zu, während eine geeignete, massenmarkt- und industrietaugliche Hardware meist erst später zur Verfügung stand. Ein Beispiel hierfür ist die automatische Parallelverarbeitung von Operatoren, die software-seitig bereits im Jahr 2000 möglich war. Die dafür passende Hardware erlangte jedoch erst 2005 Produktreife, als Intel den Dual-Core-Prozessor Pentium D2 für den Massenmarkt veröffentlichte.

Ein weiteres Beispiel für die Abhängigkeit der Machine-Vision-Technologie von der Hardware-Entwicklung ist die Nutzung von Graphics Processing Units (GPUs): Diese wurden vor 2010 hauptsächlich für Computer-Spiele und das Rendering von Grafiken verwendet. Einige Forscher begannen jedoch, sie für wissenschaftliche Rechenoperationen zu nutzen (GPGPU – General Purpose Computing on GPUs). Im Jahr 2011 ging MVTec eine Partnerschaft mit dem Hersteller Nvidia ein,

um dessen performante GPUs für schnelle Machine-Vision-Prozesse einzusetzen. Im Jahr 2012 kam schließlich die KI-Technologie Deep Learning mit dem Modell AlexNet ins Spiel. Dieses wurde auf GPUs von Nvidia trainiert, was den Beginn für den breiten Einsatz dieser Technologie im Rahmen von Deep-Learning-Anwendungen markierte. Im Jahr 2015 hielten Deep-Learning-Verfahren dann auch Einzug in die Bildverarbeitung.

Standardisierung sichert Hardware-Unabhängigkeit der Machine-Vision-Software

Eine zentrale Rolle in der 25-jährigen Geschichte der Machine-Vision-Software spielt die Standardisierung von Verfahren und Normen. Sie ermöglicht die Unabhängigkeit der Software von proprietären Systemen und Hardware-Plattformen verschiedener Hersteller. Dies fördert die flächendeckende Nutzbarkeit der Software. Sie lässt sich dadurch flexibel auf unterschiedlichen Komponenten betreiben. Als wichtiger Meilenstein zur Standardisierung wurde bereits in den 2000er-Jahren die Fachabteilung Bildverarbeitung

beim Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) im Rahmen des Fachverbands Robotik und Automation gegründet. Der VDMA unterstützt seit jeher viele wichtige Standards oder ist sogar maßgeblich an deren Entwicklung beteiligt. Dazu zählen beispielsweise OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture), GenICam (Generic Interface for Cameras), GigE Vision, USB3 Vision, CoaXPress sowie Camera Link HS.

Die Zukunft: „KI wird alle Technologien durchdringen“

Abzusehen ist, dass die Bedeutung von Künstlicher Intelligenz in immer höherem Tempo zunimmt. Sie wird alle Technologien durchdringen und insbesondere auch die Prozesse in der industriellen Bildverarbeitung maßgeblich verändern. Dies stellt auch neue Anforderungen an die Entwicklung von Machine-Vision-Software: So werden vor allem Deep-Learning-Algorithmen mehr und mehr in Machine-Vision-Anwendungen einfließen. Dabei wird es zunehmend wichtiger, dass die Software klassische Bildverarbeitungsmethoden nahtlos mit Deep-Learning-Verfahren verbindet. Nur so können sich Anwender der Software die Vorteile beider Welten optimal zunutze machen. Ein weiterer wichtiger Zukunftstrend ist die zunehmende Verlagerung von software-seitigen Machine-Vision-Ressourcen in Cloud- und Edge-Ökosysteme. Dies betrifft die Entwicklung sowie die Bereitstellung der Systeme gleichermaßen.

AUTOR

Dr. Maximilian Lückenhaus
Director Marketing und Business Development bei MVTec Software

KONTAKT

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

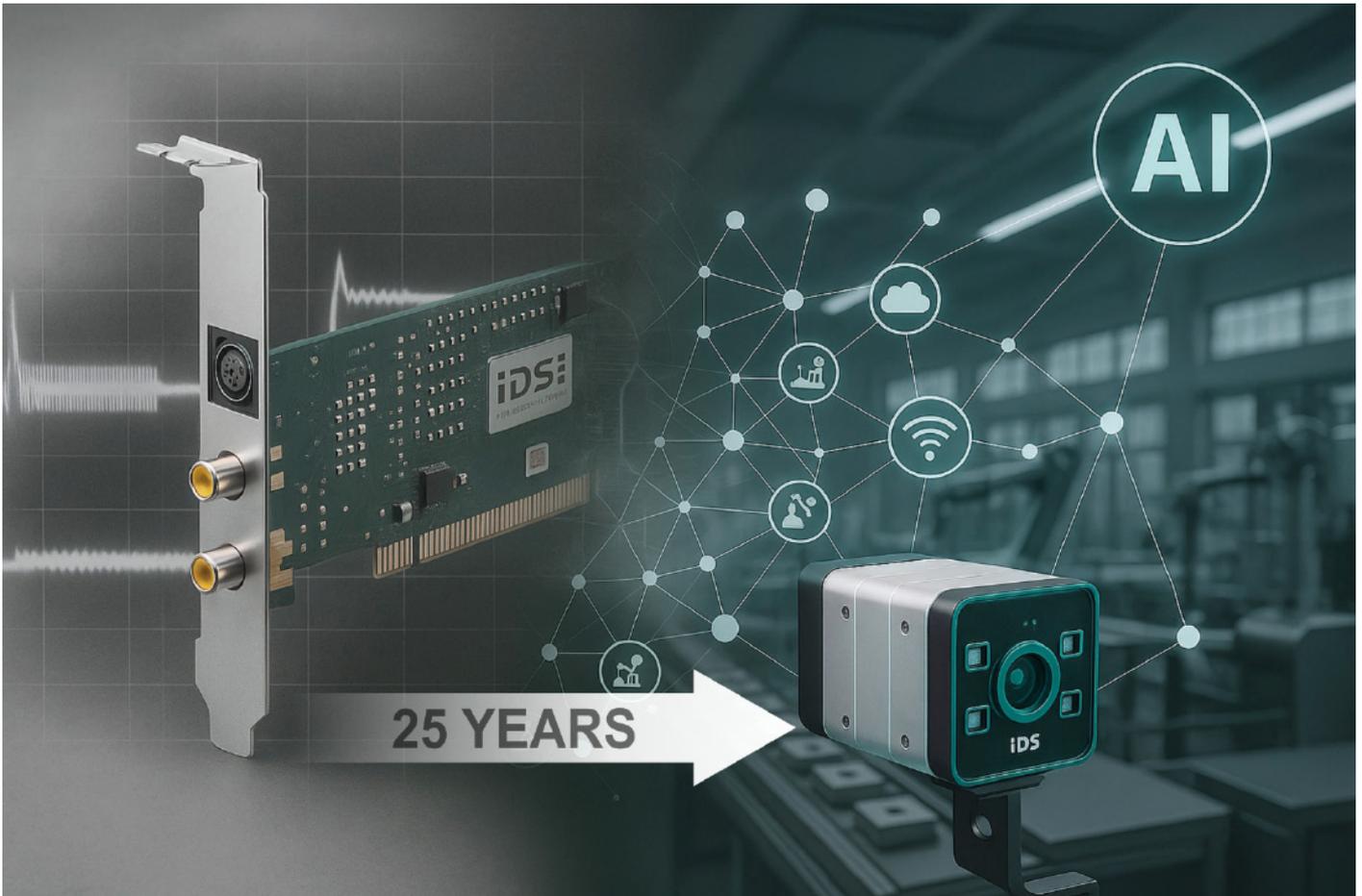
alle Bilder: MVTec

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

Herzlichen Glückwunsch

Ein Vierteljahrhundert inspect – Wir gratulieren herzlich zu dieser beeindruckenden Leistung und wünschen weiterhin viel Erfolg und begeisterte Leser:innen.





Vom analogen Videosignal zum smarten Vision-System

Ein Artikel über den Wandel der industriellen Bildverarbeitung in den vergangenen 25 Jahren

Vor 25 Jahren war industrielle Bildverarbeitung ein komplexes Spezialgebiet mit analogen Kameras und aufwändiger Signalverarbeitung. Digitale Schnittstellen steckten noch in den Kinderschuhen, eingebettete Systeme und KI galten als Zukunftsmusik. Heute ist daraus eine vielseitige Schlüsseltechnologie geworden – geprägt durch Standardisierung, neue Sensorformate und intelligente Auswertung direkt in der Kamera.

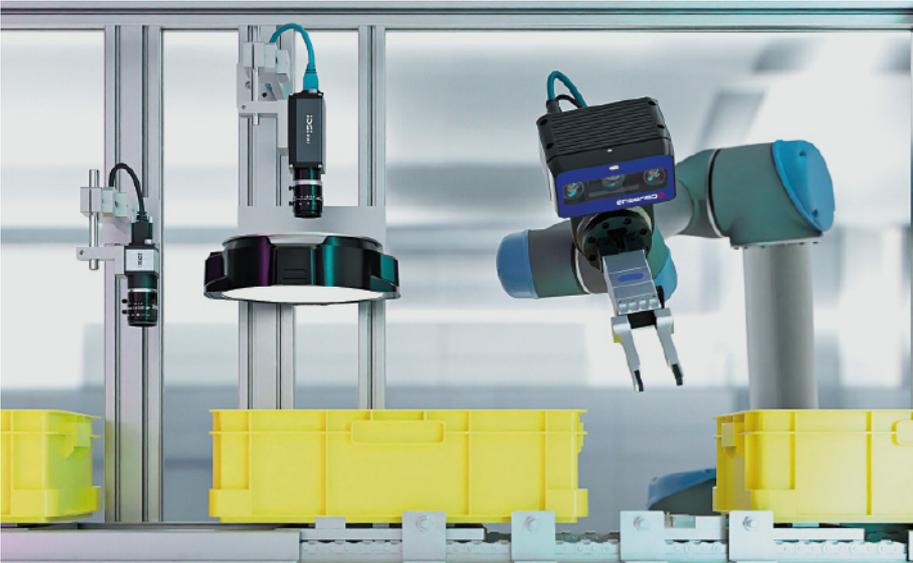
Vor 25 Jahren war industrielle Bildverarbeitung ein hochspezialisiertes Feld mit einfachen, aber technisch anspruchsvollen Systemen. Vor der breiten Einführung digitaler Schnittstellen waren analoge Kameras der etablierte Standard. Ihre FBAS-Video-signale wurden damals zeilenweise – oft im Halbbildverfahren – als elektrische Spannungskurven übertragen. Über spezielle Framegrabber-Karten im Host-PC erfolgte anschließend die aufwändige Digitalisie-

rung und Interpretation dieser Signale, um sie für die Bildverarbeitung nutzbar zu machen. Digitale Schnittstellen begannen gerade erst, sich im industriellen Umfeld zu etablieren. Die Bildverarbeitung war zu dieser Zeit noch stark Hardware-zentriert – eingebettete Systeme oder KI-basierte Auswertungen lagen weit außerhalb des damals technisch Machbaren und gehörten eher in den Bereich der Forschung als der industriellen Praxis.

Zu dieser Zeit stellte die industrielle Bildverarbeitung ein technisch anspruchsvolles Expertengebiet dar, das durch erhebliche technische Komplexität und einen geringen Grad an Standardisierung gekennzeichnet

Das Wichtigste kompakt

Von analogen Videosignalen bis zu KI-gestützten Smart-Kameras: Die industrielle Bildverarbeitung hat sich in 25 Jahren grundlegend gewandelt. Digitale Schnittstellen, Embedded Vision und Machine-Vision-Standards wie GenICam haben die Technologie zugänglicher und leistungsfähiger gemacht. Heute liefern intelligente Kameras direkt verwertbare Informationen für die Automatisierung – ein zentraler Baustein von Industrie 4.0.



Sehen, Analysieren, Greifen – verschiedene Kameratechnologien (2D, 3D, KI) arbeiten heute nahtlos zusammen und eröffnen neue Möglichkeiten in der industriellen Bildverarbeitung.

war. In den darauffolgenden Jahren ging jedoch ein umfassender Wandel auf technologischer, struktureller und strategischer Ebene vorstatten. Sowohl das Fachmedium inspect als auch der Technologieanbieter IDS haben diesen Transformationsprozess aktiv begleitet und mitgestaltet.

Der Sprung zur volldigitalen Bildverarbeitung

Mit FireWire und CameraLink kamen erstmals volldigitale Bildgebungssysteme auf den Markt. Die neuen Schnittstellen sorgten für höhere Bildraten, bessere Auflösung und einfachere Bedienung und eröffneten Sensorherstellern ganz neue Möglichkeiten. Sensoren wurden jährlich leistungsfähiger und lieferten hochauflösende Daten, sodass Kameras Objekte schneller und präziser erfassen konnten – oft besser als das menschliche Auge. Dadurch entstanden zahlreiche neue Anwendungen, die die Bildverarbeitung in den Mittelpunkt rückten. Gleichzeitig verlangte die enorme Datenmenge von der Erfassung bis zur Analyse ein Umdenken bei allen Beteiligten.

Für IDS Imaging Development Systems und Gründer Jürgen Hartmann stand früh fest: Industrielle Bildgebung braucht einfache, kompakte Lösungen. IDS verlagerte den Fokus schnell vom Hersteller für Bildverarbeitungskomponenten, wie etwa Framgrabber zur Digitalisierung von Videosignalen, zum Anbieter von digitalen Industriekameras und entwickelt seither konsequent USB- und Netzwerkkameras in Eigenregie – „Made in Obersulm“. Die Nutzung bewährter Schnittstellen wie USB und Ethernet ermöglichte eine unkomplizierte Bildverarbeitung und etablierte USB als Plug-and-Play-Lösung in der Industrieautomatisierung.

Die digitale Bildgebung wurde zunehmend leistungsfähiger und integrierte sich

in kompakte Geräte (Embedded Vision). Trotz begrenzter Rechenleistung bei Kleincomputern war das Ziel klar: direkte, anwendungsbezogene Bildergebnisse. Neue Bilddatenformate und 3D-Technologien gewannen an Bedeutung. Kameras, die Objekte in ihrer Form, Lage und Position im Raum erfassen konnten, wurden zu Schlüsselkomponenten in der industriellen Automatisierung und Robotersteuerung.

Der EMVA-Standard: Meilenstein für Vergleichbarkeit und Integration

Zu Beginn der 2000er Jahre zeichnete sich der Markt für Industriekameras durch eine Vielzahl von Geräten mit ähnlichen Funktionen aus. Die verschiedenen Hardwarelösungen, proprietären Softwarearchitekturen und fehlenden Schnittstellenstandards erschwerten sowohl die Integration als auch die Vergleichbarkeit der Systeme. Für Unternehmen führte dies zu erhöhten Einstiegshürden, längeren Entwicklungszeiten und einem Bedarf an Fachkräften mit spezifischen Kenntnissen in Bildverarbeitungs-Algorithmen, Softwareentwicklung und Systemintegration.

Die Einführung von Machine-Vision-Standards brachte erstmals eine herstellerübergreifende Schnittstelle für Industriekameras, unabhängig von Technologien wie GigE, USB oder Camera Link. Seit 2003 entwickelt die EMVA den Standard mit Modulen wie GenApi und GenTL, wodurch interoperable Bildverarbeitungssysteme möglich wurden. Die vollständige Umsetzung sowie die Einbindung der Nutzer dauerte mehrere Jahre und wurde regelmäßig in Fachmedien wie der inspect thematisiert. Heute ist der Standard etabliert, wird kontinuierlich weiterentwickelt und eingesetzt. Die Wahl der Schnittstelle und Geräte hängt letztlich vom individuellen Kundenbedarf ab.

YOUR VISION, OUR LENSES

High-performance optics for machine vision – standard and customized.



»» **Wir haben den Bildverarbeitungsmarkt aktiv mitgestaltet – stets mit dem Anspruch, leistungsfähige Technologie einfach zugänglich zu machen. Als Familienunternehmen mit einem klaren Fokus auf Qualität und Kundenorientierung.**

Embedded Vision als Wegbereiter der vierten industriellen Revolution

Seit etwa 2011 ist mit dem Schlagwort „Industrie 4.0“ die tiefere Integration von Hardware und Embedded-Auswertesoftware in Geräte wie Kameras vorangetrieben worden. Deutschland verfolgte das Ziel, eine führende Rolle bei Cyber-Physical Systems einzunehmen – der intelligenten Vernetzung von Maschinen und IT in der Produktion. Das Magazin inspect reagierte und erweiterte seinen Themenfokus auf autonome Systeme, Robotik, KI und industrielle Bildverarbeitung und markierte damit einen wichtigen Schritt in der redaktionellen Weiterentwicklung des Magazins.

Auch IDS hat diesen Wandel vollzogen und sich frühzeitig mit den Anforderungen moderner, vernetzter Produktionsumgebungen beschäftigt. Ein wesentlicher Aspekt von Industrie 4.0 ist, dass industrielle Bildverarbeitung zunehmend direkt nutzbare Informationen für automatisierte Prozesse bereitstellen soll, anstatt nur Rohdaten zu liefern. Auf Basis der in der Embedded-Vision-Technologie gewonnenen Erfahrung entwickelte IDS mit Plattformen wie IDS NXT ein Kamerasystem, das mithilfe KI-basierter Auswertung direkt

auf der Kamera eine neue Form der Benutzerführung ermöglicht.

Neue Perspektiven – jenseits klassischer Bilddaten

Die Leistungsfähigkeit einer Industriekamera wurde lange Zeit vor allem an der Qualität und Geschwindigkeit ihrer 2D-Bilddarstellung gemessen. Hohe Auflösung, schnelle Bildraten, zuverlässige Schnittstellen – das waren die zentralen Kriterien. Doch mit dem technologischen Fortschritt und der zunehmenden Anwendungsvielfalt hat sich der Fokus verschoben: Entscheidend ist heute nicht mehr das Bild selbst, sondern die Information, die es liefert.

Moderne Bildverarbeitung denkt über das klassische 2D-Bild hinaus. Je nach Anwendung stehen heute ganz unterschiedliche Datenformate und Ausgabemodi im Vordergrund. Neue Sensortechnologien und KI verändern grundlegend die Art und Weise, wie Bildinformationen erfasst und verarbeitet werden. KI-gestützte Auswertungen revolutionieren klassische Sichtweisen und automatisieren komplexe Entscheidungsprozesse direkt in der Kamera – oft beschleunigt durch spezialisierte Hardware. Die Kamera wird

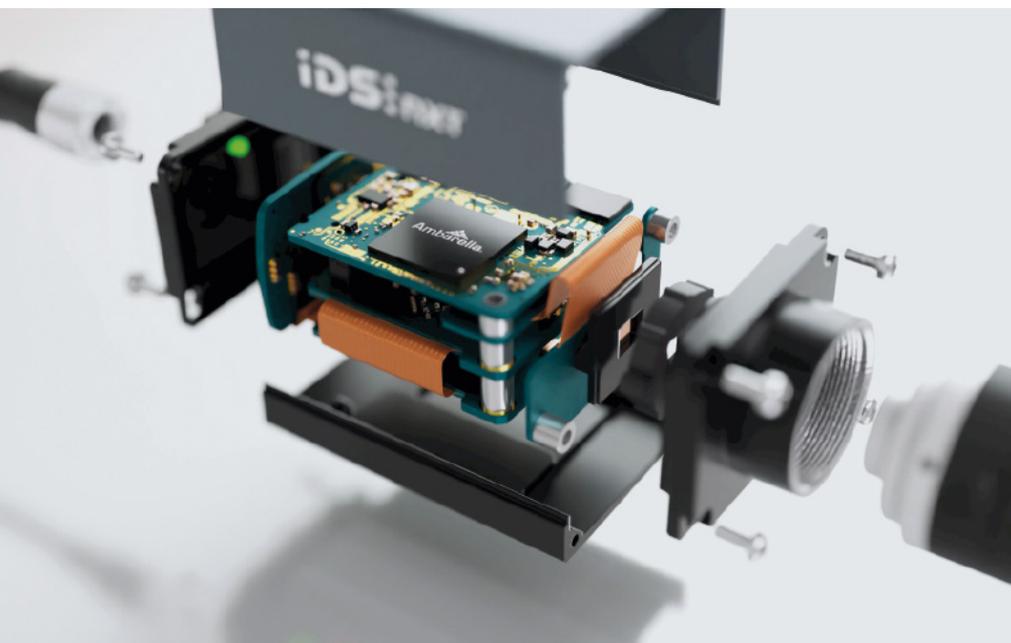
damit zum intelligenten Sensor, der nicht nur Rohdaten liefert, sondern direkt verwertbare Informationen für die Automatisierung.

Eventbasierte Sensoren registrieren heute nicht mehr einzelne Bilder, sondern ausschließlich Bewegungen – ideal für dynamische Szenarien mit hoher zeitlicher Präzision und Bewegungsanalysen. Gleichzeitig ermöglichen Sensoren jenseits des sichtbaren Spektrums die Analyse von Materialeigenschaften und Oberflächenstrukturen, etwa durch multispektrale oder hyperspektrale Verfahren. Diese Entwicklung verändert auch die Auswahlprozesse: Entscheidend ist heute, welche Datenformate und Analysefähigkeiten eine Anwendung benötigt – nicht mehr allein Auflösung oder Bildrate.

Stabiles Fundament für Innovationen

Inmitten eines sich rasant entwickelnden Marktes sind es die Konstanten, die Orientierung geben und nachhaltiges Wachstum ermöglichen. Als Familienunternehmen aus Obersulm, setzt IDS seit 1997 auf Qualität, Innovation und Kundenorientierung. Eigene Produktion und die Nutzung bewährter Schnittstellen wie USB und GigE ermöglichen flexible, langfristig kompatible Lösungen mit hoher Investitionssicherheit.

Die inspect ist seit Jahrzehnten ein zentraler Kommunikationspartner für IDS und hat sich als zuverlässiges Fachmedium der industriellen Bildverarbeitung etabliert. Die Zeitschrift ist stets nahe an technologischen Entwicklungen, informiert präzise und begleitet den Wandel der Branche seit 25 Jahren. Als Informationsquelle und Impulsgeber traf inspect von Anfang an das Kernthema des Marktes und zählt bis heute zu den wichtigsten Fachmedien für IDS.



Intelligente SoC-basierte Kameras übernehmen Analyse und Bildverarbeitung direkt im Gerät – ganz ohne zusätzlichen PC.

AUTOR

Heiko Seitz

Product Marketing Manager

KONTAKT

IDS Imaging Development Systems GmbH, Obersulm

Tel.: +49 7134 961960

E-Mail: info@ids-imaging.com

www.ids-imaging.de



Robert Franz,
CEO von Allied Vision

25 Jahre inspect bedeuten 25 Jahre Innovation, 25 Jahre Fortschritt und 25 Jahre Engagement für die Bildverarbeitung und optische Messtechnik. Wir gratulieren der inspect zu diesem Meilenstein. Die technologischen Entwicklungen haben unsere Industrie für immer verändert. Von den ersten CCD-Sensoren zu den heutigen CMOS-Sensoren, die mit ihrer höheren Auflösung, spektraler Empfindlichkeit, Bandbreite und Effizienz die Grenzen des Möglichen neu definieren. Integrierte Lösungen haben nicht nur die Größe der Systeme verändert, sondern auch ihre Leistungsfähigkeit vervielfacht, und uns damit in die Lage versetzt, komplexe Aufgaben mit Präzision und Geschwindigkeit zu meistern. Als TKH Vision haben wir uns in diesen 25 Jahren zu einem der Top 3-Anbieter im Bereich Machine

Vision entwickelt. Was uns in dieser Zeit angetrieben hat, sind nicht nur technologische Trends, sondern die Möglichkeit, unsere Kunden in dem, was sie tun, zu unterstützen. Wir verstehen, dass jeder Kunde einzigartig ist, mit eigenen Anforderungen und Zielen. Deshalb arbeiten wir eng mit unseren Kunden zusammen, um ihre spezifischen Bedürfnisse zu verstehen und Lösungen aus einer Hand zu entwickeln, die genau auf ihre Anforderungen abgestimmt sind. Die Zukunft der Bildverarbeitung verspricht weitere rasante Entwicklungen, die die Industrie voranbringt und neue Chancen eröffnet. Wir freuen uns darauf, diesen Weg des Wachstums und der Innovation auch weiter gemeinsam mit der inspect zu gehen.

Seit der Gründung von Falcon Illumination im Jahr 2007 und meinem persönlichen Einstieg 2012 durfte ich die rasante Entwicklung der industriellen Bildverarbeitung miterleben – technisch ebenso wie in ihrer wachsenden Bedeutung für Qualitätssicherung und Effizienz. Die inspect war dabei stets ein verlässlicher Begleiter – der Innovationen sichtbar macht, den fachlichen Austausch in der Branche fördert und mit jeder Ausgabe aufs Neue zeigt, wie spannend und innovativ industrielle Bildverarbeitung ist.



Daniell Haug, Geschäftsführer von Falcon Illumination

Auch bei Falcon hat sich viel bewegt – von den ersten LED-Lösungen bis hin zu heutigen High-Power- und SWIR-Multispektralbeleuchtungen. Viele dieser Entwicklungen wurden von der inspect begleitet und veröffentlicht – so konnten unsere Erfahrungen und Produktlösungen nicht nur intern wirken, sondern auch für andere in der Bildverarbeitung zum Impuls werden.

Der Austausch mit der Redaktion war dabei immer herzlich, offen und von echtem Interesse geprägt.

Dafür sagen wir Danke – und gratulieren herzlich zu 25 Jahren voller Know-how, journalistischem Gespür und Leidenschaft!

Historische Anzeige aus dem Jahr 2016

MIDOPT FILTERS

with **StableEDGE**[®]
Superior Wavelength Control at any Angle

Visit us at VISION #1 G53
New Products. Live Demo. Filter Training.

MIDOPT FILTERS are the premier solution for industrial imaging to ensure flawless control, dependable results, unmatched repeatability and exceptional image quality for any vision system.

Get Started at
MIDOPT.COM
info@midopt.com | +1-847-359-3550



Vielfalt der Optik

Entwicklung industrieller Bildverarbeitungsobjektive – Ein Streifzug durch 25 Jahre

Wurde die industrielle Bildverarbeitung früher als spezialisiertes Verfahren in der Erprobungsphase oder als experimentelle Prüftechnik in kleinem Maßstab eingesetzt, so ist sie heute aus der Automatisierung nicht mehr wegzudenken. Dieser Wandel in der Bildverarbeitung veranlasste Objektivhersteller dazu, auf bestimmte Anwendungen zugeschnittene Objektive zu entwickeln. So haben Anwender präzise und effiziente Bildverarbeitungsmöglichkeiten an der Hand.

Neben den enormen Fortschritten in der Rechentechnik und der Sensortechnologie, vollzog sich im Bereich der Optik ein großer Wandel: Wurden zu Beginn des Jahrhunderts in nahezu allen Anwendungsbereichen Allround-Objektive verwendet, etablierte sich zunehmend die Verwendung hochspezialisierter Optiken für spezifische Einsatzzwecke. Universelle Objektive bieten zwar ein hohes Maß an Flexibilität, stoßen jedoch bei anspruchsvollen oder stark spezialisierten Anwendungen schnell an ihre Grenzen. Die Notwendigkeit, Bildverarbeitungslösungen differenzierter zu betrachten, wurde immer deutlicher. Während für die Überprüfung kleiner Details ein hohes Auflösungsvermögen der Optik erforderlich ist, werden für den Einsatz in der Robotik oder in rauen Industrieumgebungen besonders robuste Optiken benötigt. Während bei Beleuchtung im sichtbaren Bereich Standardobjektive mit breitbandiger Transmission zwischen 400 und 600 nm Wellenlänge ideale Ergebnisse liefern, zeigen sie im nahen oder kurzwelligen

Infrarotbereich deutliche Leistungseinbußen verglichen mit Objektiven, die für diese Wellenlängenbereiche optimiert sind. Mit immer spezielleren, hochauflösenden Messaufgaben wurde zudem deutlich, dass die Bildverzerrung der endozentrischen Objektive ein Hindernis darstellt. Sie erschwert die Auswertung der Bilder. Die logische Entwicklung war der Einsatz von telezentrischen Objektiven, die keine Verzerrung aufweisen und somit eine genaue Vermessung in Aufnahmen ermöglichen, bei denen die zu prüfenden Objekte in unterschiedlichen Entfernungen zur Kamera stehen.

Weiterentwicklung von Basisobjektiven

Dieser Wandel in der Bildverarbeitung veranlasste Objektivhersteller dazu, Basisobjektive für spezifische Bereiche zu optimieren. Für industrielle Einsätze entstanden so kompakte Serien mit vereinfachter Mechanik und fester Blende, die ein unbeabsichtigtes Verstellen verhindert und einen wartungsfreien Einsatz

über lange Zeit garantiert. Um den hohen Anforderungen der Robotik sowie rauen Industrieumgebungen gerecht zu werden, wurden Objektive mit fest verklebten Linsenelementen entwickelt, die eine hohe Fokusstabilität bieten und sich für den Einsatz unter starken Vibrationen eignen. Auch Objektivversionen, die auf bestimmte Spektralbereiche wie das NIR- oder SWIR-Spektrum optimiert

Das Wichtigste kompakt

In den letzten 25 Jahren hat sich die Optik in der Bildverarbeitung stark gewandelt: Statt universeller Objektive kommen spezialisierte Lösungen zum Einsatz, die auf konkrete Anforderungen wie hohe Auflösung, Robustheit oder bestimmte Spektralbereiche zugeschnitten sind. So ermöglichen telezentrische Objektive verzerrungsfreie Messungen, während Flüssiglinsen für eine schnelle und wartungsfreie Fokussierung sorgen. Zudem erfordern die Miniaturisierung und Leistungssteigerungen von Bildsensoren hochauflösende Optiken, die dem Nyquist-Kriterium entsprechen. Die Zukunft liegt in der Verzahnung von Optik, Sensorik und KI-gestützter Bildanalyse. Dabei spielen hochwertige Objektive von Edmund Optics eine wichtige Rolle.

sind, kamen hinzu. Gerade die Verwendung der kurzwelligigen Infrarotstrahlung (SWIR) eröffnete neue Anwendungsgebiete, wie zum Beispiel die Prüfung des Inhalts von im sichtbaren Licht undurchsichtigen Behältern. Mit der zunehmenden Beliebtheit und Nutzung von Drohnen stieg auch die Nachfrage nach speziell entwickelten Objektiven für hochwertige Luftbildaufnahmen. Objektivhersteller konzipierten kompakte Objektivserien, die durch geringes Gewicht, hohe mechanische Stabilität sowie eine hohe Lichtstärke überzeugen und dynamische Flug- und Fahrmanöver unbeschadet überstehen. Eine spezielle Schwärzung zur Streulichtreduktion im Inneren der Objektive ermöglicht auswertbare Bilder auch bei herausfordernden Lichtverhältnissen.

Flüssiglinsen für schnelle Fokussierung

Im Bereich der telezentrischen Objektive vollzog sich eine ähnliche Entwicklung: Sie wurden in den letzten 25 Jahren ebenfalls weiterentwickelt und spezialisiert. Standardserien wurden ausgeweitet und an größere Sensorformate, höhere Auflösungen und andere Spektralbereiche angepasst. Zudem wurden sowohl bei endozentrischen als auch bei telezentrischen Objektiven anstelle eines mechanischen Autofokus immer häufiger Flüssiglinsen eingesetzt – kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Zellen, die über eine elektronische Ansteuerung so verformt werden können, dass sie innerhalb von Millisekunden ihre Brechkraft und somit auch die Fokusebene des Objektivs ändern. Flüssiglinsen sind nahezu wartungsfrei, haben einen sehr geringen Stromverbrauch und eine lange Lebensdauer – Voraussetzungen für eine schnelle Fokussierung in Bildverarbeitungsanwendungen.

Innovationsschub durch Sensoren

Neben den spezialisierten Anwendungsbereichen hat auch die Entwicklung der Bildverarbeitungssensoren die Optik beeinflusst. Wurden anfangs Sensoren mit einigen hunderttausend Pixeln eingesetzt, so beläuft sich die Zahl der Pixel heute auf mehrere Dutzend Megapixel. Zudem hat sich die Pixelgröße stark verkleinert und liegt aktuell im Bereich von unter 2 µm pro Pixel. Um diese kleine Pixelgröße voll ausnutzen zu können, muss ein Objektiv entsprechend dem



Die Explosionszeichnung eines Festbrennweitenobjektivs von Edmund Optics mit 3,5 mm Brennweite und einer Lichtstärke von f/2,0 veranschaulicht die Vielzahl mechanischer und optischer Elemente, die darin verbaut sind.

Nyquist-Kriterium mindestens die Nyquist-Frequenz des Sensors auflösen können ($f_{\text{Nyquist}} = 1 / 2 \times \text{Pixelgröße}$, angegeben in Linienpaaren pro Millimeter). Dies würde bei einer Pixelgröße von 2 µm einer Objektivauflösung von mindestens 250 Linienpaaren/mm entsprechen. In der Praxis wird aufgrund von Kosten, Designmöglichkeiten und Verfügbarkeit angenommen, dass auch ein Wert von 80 Prozent der idealen Objektivauflösung für die meisten Anwendungen ausreichend ist: Für Sensoren mit 2 µm Pixelgröße wäre die passende Wahl ein hochauflösendes Objektiv, das über die gesamte Sensorfläche eine Auflösung von 200 Linienpaaren pro Millimeter erreicht.

Ausblick

Der Wandel der letzten 25 Jahre führte zu einem immer größeren Angebot an verschiedenen Bildverarbeitungsobjektiven, die stetig weiterentwickelt und immer besser an bestimmte Anforderungen angepasst wurden. Heute haben Kunden die Qual der Wahl – profitieren aber auch von einer großen Auswahl an anwendungsspezifischen Objektiven, mit denen sich sowohl die Abbildungsqualität als auch die Effizienz der Bildverarbeitung signifikant verbessern lässt. Die kommenden Jahre werden von einer noch engeren Verzahnung zwischen Bildverarbeitung, Sensorik und intelligenten Automatisierungssystemen

geprägt sein. Objektive müssen nicht nur optisch überzeugen, sondern sich flexibel an unterschiedliche Einsatzszenarien und Umgebungsbedingungen anpassen. Parallel dazu gewinnt die Integration KI-gestützter Auswertungsalgorithmen zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglicht eine schnellere und tiefere Analyse von Bilddaten, stellt aber auch neue Anforderungen an optische Abbildungsleistung und Systemarchitektur. Hochwertige Optiken bleiben dabei ein zentraler Bestandteil leistungsfähiger Bildverarbeitungssysteme. Edmund Optics hat sich an den technologischen Fortschritt und die sich wandelnden Anforderungen in der Optikentwicklung angepasst. Heute verfügt das Unternehmen über ein breites Portfolio, das viele spezialisierte Anforderungen abdeckt. Auch künftig wird Edmund Optics diesen Weg fortsetzen – durch die Entwicklung neuer Objektivlösungen, die gezielt auf Marktanforderungen und individuelle Kundenspezifikationen zugeschnitten sind.

AUTOR
Anna Hetzelt

Technical Content Specialist bei
Edmund Optics Europe

KONTAKT

Edmund Optics Europe, Mainz
Tel.: +49 6131 5700 0
www.edmundoptics.de

Bilder: © Edmund Optics



building machine vision



**Bernd Stöber, Senior
Produktmanager Vision bei
Beckhoff Automation**

Die industrielle Bildverarbeitung hat im letzten Viertel Jahrhundert sowohl in Hard- wie auch in Software eine unglaubliche Entwicklung vollzogen. So waren vor ca. 25 Jahren VGA-Bildsensoren noch State of the Art und mit 1 MPixel wurde die Kamera als hochauflösend gefeiert. Über Kamera-Preise wurde wenig bis gar nicht diskutiert. Heute sind 5 MPixel eine normale, sehr erschwingliche Bildauflösung – aktuell sind sogar 8 MPixel dabei, diesen Stellenwert zu erlangen. Ähnliches gilt für die Bildwiederholraten. Zudem wurden viele neue Bildsensoren entwickelt, für die noch passende Aufgaben zu finden sind. Dadurch ergeben sich für innovative Firmen spannende Themen auch für die kommenden Jahre. Erwähnenswert ist weiterhin die rasche Entwicklung insbesondere bei den weißen Lichtquellen, von Halogen über Blitz- und Leuchtstofflampen bis hin zu den heute nicht mehr wegzudenkenden leistungsstarken LEDs.

Zusätzlich ein entscheidender Aspekt: Bildverarbeitung war über lange Zeit ein komplett separates Thema mit eigenen Spezialisten und das Zusammenspiel mit einer Maschine wurde nur punktuell angegangen. Mit dem Markteintritt von Beckhoff, zunächst nur mit der Softwareintegration direkt in die SPS, hat sich die Sicht im Markt verändert. Neben unseren eigenen Vision-Hardware-Produkten, die über die Integration von EtherCAT tief in die gesamte Maschinenautomatisierung integriert sind, sieht man vermehrt Feldebusschnittstellen in Bildverarbeitungsgeräten, mit denen die Verbindung zur Steuerung verbessert werden soll. Insgesamt bietet die moderne Vision-Software heute viel mehr Möglichkeiten als noch vor 25 Jahren. Besonders hervorzuheben ist das universell einsetzbare Werkzeug KI, das zunehmend auch im Vision-Bereich Einzug hält.



**Dr. Reinhold Guth, Managing
Director von Hamamatsu Photonics
Deutschland**

In den letzten 25 Jahren hat sich Hamamatsu Photonics stark gewandelt, von einem Anbieter einzelner Komponenten hin zu einem Hersteller integrierter Gesamtlösungen.

Im Fokus stehen heute kompakte Module, die Sensorik, Lichtquellen, Elektronik und Schnittstellen vereinen – zunehmend auch mit KI-gestützter Software. Besonders gefragt sind diese Systeme in Medizin, Biowissenschaften und der Halbleiterindustrie.

Die Covid-19-Pandemie beschleunigte Innovationen bei Röntgen-CT- und PCR-Systemen. Auch die Elektromobilität treibt die Nachfrage nach Röntgeninspektionen an, etwa bei Lithium-Ionen-Batterien. Unsere Micro Focus Röntgenquelle stellt hierbei eine Schlüsseltechnologie dar.

Großes Zukunftspotenzial sehen wir in der Quantentechnologie, die wir mit neuen Anwendungen in Sensorik, Kommunikation und Computing in Kooperationen mit Start-ups und etablierten Partnern verstärkt angehen.

Dabei ist Nachhaltigkeit ein zentraler Bestandteil unserer Unternehmensstrategie: Seit 2022 ist Hamamatsu Photonics Teil der RE100-Initiative und wir streben bis 2040 eine vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien an.



**Markus Riedi,
Geschäftsführer von Opto**

1980 als „Opto Sonderbedarf“ gegründet, begann alles mit Zubehör für Leitz-Mikroskope – inklusive selbstgebaute Kameramodule aus zerlegten Handycams.

1999 folgte in zweiter Generation die Entwicklung digitaler Mikroskope für Maschinenbauer sowie erste integrierte Imaging-Module für die LASIK-Chirurgie – bis heute im Einsatz.

Mit der Umfirmierung zu „Opto“ begann die Internationalisierung und Standardisierung. „Sonderbedarf“ war global nicht mehr vermittelbar.

2012 dann der Blick nach vorn: „Was braucht die Industrie 2025?“

Die Antwort: kompakte Mikroskopiesensoren – embedded, automatisiert, AI-ready.

Heute ist Opto ein globaler Anbieter von Imaging-Modulen und Software für Biomedizin und Industrie – mit fast 80 Mitarbeitenden. Und das Gefühl? Wir stehen erst am Anfang.

Die dritte Generation ist bereit. Der Plan steht.

Control, Vision und die inspect waren unsere Wegbegleiter.

Danke!

Laser Components gratuliert der inspect herzlich zu 25 Jahren professionellem Engagement in der industriellen Bildverarbeitung! Regelmäßige Veröffentlichungen unserer Machine-Vision-Experten in dieser Fachzeitschrift verbinden uns seit langem – vielen Dank für die jahrelange vertrauensvolle Zusammenarbeit!

Machine Vision gehört zu einem der Top-Märkte mit den meisten Innovationen weltweit. Dies zeigt die Vielfalt an Themen in der inspect genauso wie der Erfolg von Laser Components als Zulieferer von Laserkomponenten.

Seit 20 Jahren hat unser Unternehmen seinen Schwerpunkt auf Linienlaser für die 3D Triangulation gelegt und sein Sortiment

kontinuierlich ausgeweitet. Durch vielfältige Partnerschaften mit Kunden und Systemintegratoren entstehen häufig gemeinsame Entwicklungsprojekte, die immer wieder zu neuen Anwendungen führen bzw. Innovationen am Markt erst umsetzbar machen. Unsere Machine Vision-Lasermodule aller Größen und Spezifikationen produzieren wir ausschließlich inhouse – in großen Serien genauso wie als Einzelfertigung auf Kundenwunsch. Der technologische Wandel hin zur Miniaturisierung und zur Einbindung von KI und großen Datenmodellen stellt uns vor neue Herausforderungen. Der inspect wird es auch in Zukunft an spannenden Themen nicht mangeln!



Jochen Maier, Head of Business Unit Opto Systems bei Laser Components

Die letzten 25 Jahre waren ein wilder Ritt. Herrschte vor 25 Jahren mit Frame Grabbern für unterschiedliche Analogkameras, für diverse Bild- und Videoformate, mit proprietären Treibern von einer Vielzahl an Herstellern ein wahrer Wildwuchs vor, hielt eine Professionalisierung Einzug, die in 2024 für ein Gesamtvolumen des Bildverarbeitungsmarktes von ca. 14 Milliarden USD sorgte. Verantwortlich hierfür waren vor allem die Standardisierung der Hardware-Schnittstellen (USB, Ethernet, etc.), die Standardisierung der Bildverarbeitung (GenICam, Gige Vision, UB3 Vision), der technische Fortschritt (Bildsensoren, Embedded, Multi-Core CPUs, KI, etc.) und letztlich die Flexibilität sowie der

Erfindergeist der Branche. Auch wir bei Balluff und ehemals Matrix Vision haben u. A. als Mitglieder der Standardisierungsgremien aktiv diese Professionalisierung mitgestaltet und werden die Entwicklung weiterhin mit einem klaren Fokus auf Zukunftstechnologien kontinuierlich vorantreiben.

Die industrielle Bildverarbeitung gilt als Innovationsmotor und in Verbindung mit der künstlichen Intelligenz sind mittlerweile Herausforderungen lösbar, die vor 25 Jahren undenkbar waren. Hierbei immer am Puls der Zeit: die inspect. Herzlichen Glückwunsch zu 25 Jahren mit gemeinsamen Berichten, Analysen, Artikeln, Interviews und News.



Ralf Grasmann, Vice President Custom Design & Engineering bei Balluff

Als das inspect-Magazin vor 25 Jahren zum ersten Mal erschien, stellte Vision Components gerade die VCM30/50E-Serie vor, den weltweit ersten Vision Sensor für die Industrie, mit Kamera, Beleuchtung und DSP-basierter Bildverarbeitung in einem kompakten Design. Vision-Anwendungen konnten damit deutlich preisgünstiger, schneller und einfacher umgesetzt werden als mit PCs und externen Kameras oder aufwendigen Spezialentwicklungen.

Heute sind Embedded Vision Systeme der Standard für die Integration von Kameras und Bildverarbeitung in Maschinen und Geräten. Immer leistungsfähigere Prozessoren ermöglichen immer anspruchsvollere Anwendun-

gen und Technologien wie Künstliche Intelligenz erschließen neue Einsatzbereiche. Damit hält der Embedded Vision Boom an – und auch unser Anspruch ist geblieben: Embedded Vision Systeme immer kleiner, kostengünstiger und einfacher integrierbar zu machen.

Zum 30. Geburtstag von VC im kommenden Jahr arbeiten wir derzeit an einer weiteren VC Smart Kamera Revolution. In diesem Sinne: Alles Gute an den „Jungspund“ und auf die nächsten 25 Jahre, liebe inspect!



Jan-Erik Schmitt, Vice President of Sales bei Vision Components



Christian Fiebach,
Geschäftsführer von ipf electronic

Mancher erinnert sich vielleicht noch an die Millennium-Angst zwischen 1999 und 2000, weil in vielen PCs das Jahr nur zweistellig gespeichert wurde, also „99“ statt „1999“. Mit dem Jahreswechsel „00“ konnten viele Programme das Datum nicht korrekt verarbeiten, wodurch umfangreiche Vorbereitungen und Korrekturen von etlichen IT-Administratoren erforderlich wurden. Im Vergleich hierzu waren allerdings die in der Coronakrise (2020 bis 2022) zu meisterten Herausforderungen schon weitaus größer.

Innovationen, stetiger Wandel und die zunehmende Digitalisierung bis hin zu bahnbrechenden KI-Entwicklungen prägten die

letzten 25 Jahre. Zu den Innovationen von IPF zählt die Entwicklung der besonders robusten, späneresistenten induktiven Sensoren mit metallischer Sensorfläche sowie weitere Fortschritte bei den induktiven Sensoren für erweiterte Temperaturbereiche über 200 °C. Hinzu kamen besonders einfache Bildverarbeitungssensoren, IO-Link-Sensoren und IO-Link-Logikmodule, bei denen wir sicherlich zu den Hidden Champions gehören. Vieles hat sich verändert, vor allem der Anspruch an das Applikationswissen, die Komplexität und nicht zuletzt die Geschwindigkeit, da heutzutage alles quasi sofort verfügbar und erledigt sein muss.



Dr. Jürgen Geffe,
Geschäftsführer von Vision & Control

Seit 25 Jahren begleitet inspect die industrielle Bildverarbeitung – und Vision & Control war von Anfang an ein engagierter Wegbegleiter. Bereits in der ersten Ausgabe im Jahr 2000 stand die Zukunft der Bildverarbeitung in Deutschland im Fokus. In einer Gesprächsrunde diskutierten vier Branchenkenner – darunter ich – über Trends, Herausforderungen und Perspektiven der Technologie. Bemerkenswert: Schon damals wurde der Fachkräftemangel als zentrale Herausforderung genannt – ein Thema, das auch heute die Branche beschäftigt. Ebenso zeichneten sich bereits erste Trends ab, die den Markt

bis heute prägen – von der zunehmenden Automatisierung bis hin zur Integration intelligenter Systeme.

Vision & Control hat diese Entwicklungen nicht nur begleitet, sondern aktiv mitgestaltet. Als Pionier und Innovationstreiber stehen wir auch künftig für zuverlässige Lösungen, technologischen Fortschritt und partnerschaftliche Zusammenarbeit.

Wir gratulieren inspect herzlich zum 25-jährigen Jubiläum – und sagen: Auf die nächsten 25 Jahre gemeinsamer Innovation!



Stefan Angele, Geschäftsführer
von Burger Engineering

Vor 25 Jahren waren Netzteile oft noch einfache Versorger im Hintergrund: Spannung liefern, Strom bereitstellen, ein paar Schutzfunktionen – linear geregelt, job done. Doch diese Zeiten sind längst vorbei.

Heute sind die Anforderungen komplex und vielfältig: Da fordert ein Projekt das niedrigste Rauschen für eine neue CT-Generation. Ein anderes benötigt eine Laserquelle, die 24/7 über Jahre hinweg stabil läuft – mit exakt regelbarer Spannung. Und erst kürzlich ging es um ein Netzteil, das auch im unmittelbaren MRT-Umfeld zuverlässig und störungsfrei arbeitet.

Als Spezialist für Netzteilösungen jenseits des Standards erlebe ich täglich, wie dynamisch sich diese Anforderungen weiterentwickeln. Genau hier wird die INSPECT für mich unverzichtbar: Sie hilft, neue Trends frühzeitig zu erkennen, technologische Entwicklungen einzuordnen und unser Portfolio strategisch weiterzudenken.

Für diese wertvolle Orientierung – gerade in einem so schnelllebigen Feld – meinen herzlichen Dank! Alles Gute zum 25-jährigen Jubiläum und weiterhin viel Erfolg!

„inspect“: Der Name ist Programm. Zum 25-jährigen Bestehen gratuliert Physik Instrumente (PI) herzlich! Seit einem Vierteljahrhundert begleitet inspect mit hoher fachlicher Qualität und technologischem Tiefgang die rasante Entwicklung in der Photonik, der industriellen Bildverarbeitung und der Automatisierung. Das Medium schafft es, komplexe Zusammenhänge verständlich darzustellen und so den Austausch zwischen Forschung, Entwicklung und Industrie zu fördern.

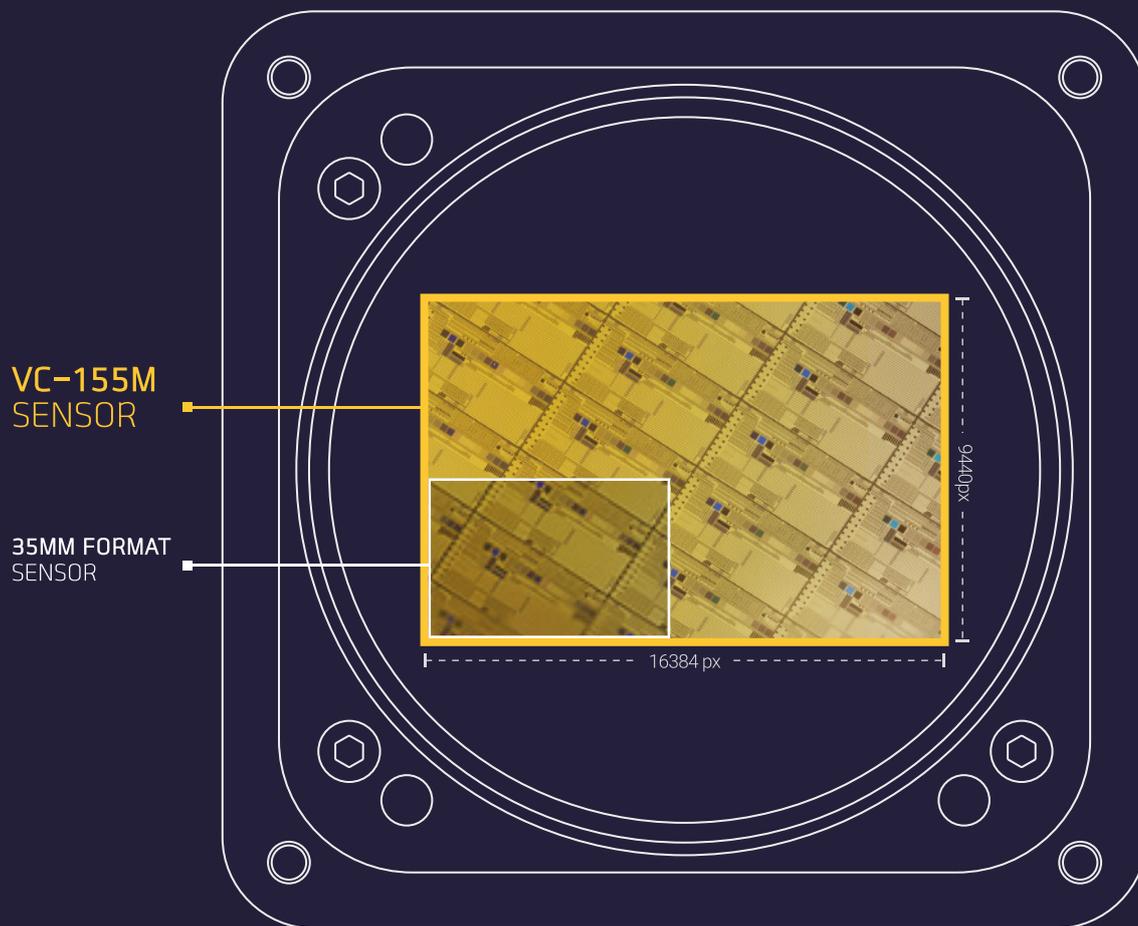
Mit einem hochwertigen Angebot, fundierten Berichten und zahlreichen Formaten hat sich die inspect zu einem Leitmedium der Branche entwickelt. Für uns als Technologieunternehmen ist sie ein geschätztes Medium, das Innovationen sichtbar macht – im wahren Sinne des Wortes.

Wir bedanken uns für die langjährige Zusammenarbeit und freuen uns auf viele weitere Ausgaben voller Inspiration und technischer Exzellenz.



PI Group

Capture every little detail that matters



VC-155M

World's Highest Resolution Area Scan



VHR Vieworks High Resolution

- 155 megapixels (16384 x 9440)
- 3.5 μm pixel size
- 66.1 mm sensor diagonal
- High frame rate up to 15 fps



Investieren trotz wirtschaftlicher Flaute

Interview mit Karl Holzer, Geschäftsführer von DK Fixiersysteme

Anlässlich des Umzugs in diesem Sommer erläutert Geschäftsführer Karl Holzer, warum der neue Standort mehr als nur mehr Platz bietet, wie Standard- und Sonderlösungen im Produktportfolio zusammenspielen und weshalb antizyklisches Handeln in diesen wirtschaftlich unsicheren Zeiten für ihn ein sinnvoller Schritt war.

inspect: Seit dem Jahr 2006 gehört DK Fixiersysteme zur Kipp Group. Welche Rolle spielt der Konzern für Ihr Geschäft?

Karl Holzer: Die Kipp Group beschäftigt im Moment 1.100 Leute und hat über 20 Auslandsniederlassungen. DK als kleinste Tochter hat zwölf Mitarbeiter. Also wir sind im Vergleich wirklich sehr, sehr klein. Aber das Funktionsprinzip in der Gruppe ist, dass zentrale Dienste, wie die Finanzbuchhaltung, das Marketing oder die IT- und Personalabteilungen zentral bereitgestellt werden. Das heißt, wir von DK Fixiersysteme sind sehr schlank unterwegs. Wenn ich also von zwölf

Leuten rede, dann muss man das schon noch gedanklich ergänzen durch die Leute, die von dort anteilig für uns arbeiten.

inspect: Kommen wir auf das neue Gebäude zu sprechen: Für zwölf Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erscheint mir der Platz schon überreichlich vorhanden. Beispielsweise dieser Besprechungsraum hat Platz für 20 Leute – und eine Tischtennisplatte. Warum diese großzügige Raumplanung?

Holzer: Ja, das stimmt schon. Das kommt uns auch so vor. Wir sind ja erst am 2. Juni hier eingezogen – vorher waren wir in Reutlingen-Betzingen. Das war ungefähr halb so groß. Darum hatten wir zum Beispiel sechs Lagerorte. Wenn also größere Lieferungen kamen, mussten wir wirklich schauen, wo es Platz gab. Und dann musste man das später ja wiederfinden. Das war also alles nicht wirklich gut.

Überaus wichtig war auch das Thema, wie wir wahrgenommen werden. Denn wenn wir Kunden im Haus hatten aus China, Indien, früher auch Russland – und natürlich auch heimische, wie Zeiss, Wenzel, Mahr, Werth, Hexagon, OGP und so weiter – konnten sie nicht glauben, dass wir hier top Qualität produzieren. Das war schon ein Kontrast zu dem Bild, das wir auf Messen und im Internet vermitteln.

inspect: Also ist ein repräsentatives Gebäude Teil des Geschäftserfolgs?

Holzer: Letztendlich können Sie auf einer Messe eine Schau abziehen, Sie können tolle Prospekte machen, tolle Außendienstler in tollen Autos vorfahren lassen und so weiter. Aber wenn ein potenzieller Kunde wirklich wissen will, was dahinter steckt, dann kommt er und guckt sich die Firma an. Und da haben wir ein extrem schlechtes Bild abgegeben: Man musste durch einen dunklen Gang rein, dann durch eine Stahltür, eine dunkle Treppe hoch, durch eine Tür, noch eine Tür und dann waren sie im Besprechungsraum – und der hatte ein Fünftel der Größe von diesem hier.

Hier aber können wir jetzt größere Meetings abhalten mit 20 Leuten an diesem Tisch, können remote noch zusätzliche hinzuschalten, die uns alle sehen können und auf einen großen Monitor übertragen werden. Der Showroom enthält zwar immer noch nicht unser gesamtes Programm. Aber dennoch das Vierfache von dem, was wir vorher zeigen konnten.

Das ist für mich der wichtigste Raum hier. Denn Unternehmen entscheiden sich für uns entweder als direkte Kunden oder aber als Handelspartner, Händler oder eben Multiplikatoren wie die Messmaschinenhersteller.

Das Wichtigste kompakt

Karl Holzer, Geschäftsführer von DK Fixiersysteme, erklärt im Interview, dass der Umzug in ein größeres, repräsentatives Gebäude trotz der wirtschaftlichen Flaute sinnvoll war: Der neue Standort bietet Platzreserven und stärkt das Vertrauen von Kunden. Darüber hinaus glaubt Holzer an den Wert von antizyklischem Handeln – und hofft, dass es das Risiko wert sein wird. Darum investiert er derzeit auch gezielt in Vertrieb und Automatisierung. Letzteres steht auch bei dem neuen Schnellwechselsystem SWA40 für Roboter im Fokus. Einen Aufschwung erwartet er ab Ende 2025.

Karl Holzer, Geschäftsführer von DK Fixiersysteme, erläutert im Interview mit der inspect, warum er trotz schwieriger Wirtschaftslage den Umzug in eine neugebaute Firmenzentrale für sinnvoll hält.





Ein kleiner Teil des Portfolios im Showroom von DK Fixiersysteme

Sie empfehlen uns häufig weiter. Das ist eine unserer großen Stärken, Und diese Unternehmen kommen und wollen sehen, was dahinter steckt, was wir produzieren und wie; oder ob wir einfach nur Komponenten aus China kaufen und wieder verkaufen.

inspect: Ok, das ist einzusehen. Aber das kann doch nicht der einzige Grund sein.

Holzer: Das stimmt. Wir haben ein großes Lager, weil wir über 1.000 Produkte verkaufen, von denen wir einen Großteil vorrätig haben. Außerdem haben wir die Fertigung hier. Das ist also schon alles vernünftig. Und ich will ja auch Reserven. So können auf den Büroflächen 30 Leute arbeiten. Also dort, wo jetzt ein Schreibtisch steht, könnten auch drei stehen. So lässt sich das hochskalieren. Außerdem haben wir das Gebäude so bauen lassen, dass wir auf die Verwaltung nochmal ein Stockwerk draufsetzen könnten. Und die Werkhalle lässt sich nach hinten verdoppeln. Last not least ist das Gebäude und dessen Ausstattung für alle Mitarbeiter attraktiver, ergonomischer und prozessorientierter.

inspect: Kommen wir auf die Produkte zu sprechen: Setzen Sie vor allem auf Standardprodukte, oder geht es Ihnen stärker um Sonderanfertigungen, um sich von der Konkurrenz abzusetzen?

Holzer: Ich denke, 95 Prozent der Fixieraufgaben lassen sich mit unserem Standardpro-

gramm umsetzen, das immerhin rund 1.000 Produkte enthält. Manche davon verkaufen wir in so niedrigen Stückzahlen, dass es betriebswirtschaftlich vielleicht erstmal nicht so prickelnd erscheint. Aber dass unser Programm möglichst viele Anforderungen erfüllt, das ist eben auch wichtig und ein Zeichen von Qualität, bezogen auf die verfügbaren Lösungen.

Darüber hinaus bieten wir Spezialanfertigungen an. Das kommunizieren wir aber nicht so sehr, weil unsere Kunden sowieso auf uns zukommen, wenn sie nicht weiterkommen. Und dann finden wir eine Lösung.

inspect: Wie hoch ist der Anteil an Sonderanfertigungen an Ihren Aufträgen?

Holzer: Ich würde sagen, zwei Drittel Standard, ein Drittel Sonderanfertigungen.

inspect: Warum sind Sie von Reutlingen ausgerechnet nach Dußlingen gezogen, also in eine Kleinstadt im Tübinger Speckgürtel?

Holzer: Der Grund ist relativ unromantisch. Denn wir wären sehr, sehr gerne in Reutlingen geblieben. Aber es gab absolut keine Bauplätze. Und dann habe ich alle Bürgermeister der umliegenden Orte kontaktiert, und der einzige, der was hatte, war der Bürgermeister von Dußlingen. Er hatte zwei Grundstücke, die nur reserviert waren. Auf einem davon befinden wir uns jetzt.

Ganz offen gesprochen: Hätte irgend ein Ort zehn Kilometer weiter einen Bauplatz gehabt, wären wir jetzt dort. Die Region spielte nur insofern eine Rolle als dass unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter damit zufrieden sein mussten. Das war für mich das Wichtigste. Die haben wir auch alle gefragt, bevor wir Dußlingen fix gemacht haben. Dabei ist es natürlich ein Vorteil, dass wir hier direkt an der B27 sind, über die wir gut zu erreichen sind.

inspect: Sie haben das alles vor der jetzigen Wirtschaftsflaute geplant. Wie groß waren die Bauchschmerzen, als Sie trotzdem die Bauarbeiten gestartet haben?

Holzer: Beim Beginn unserer Planung, war eigentlich alles ok. Aber als wir dem geplanten Termin immer näher kamen, waren die Vorzeichen schon schlechter. Aber das Grundstück für eine halbe Million Euro war gekauft und letztendlich wäre abzuwarten die einzige Alternative gewesen – also dort zu verharren, wo wir waren: ohne Möglichkeiten und Bedingungen weiter zu wachsen. Am Ende war gar keine riesen Diskussion, sondern wir haben gesagt: „In einem guten Markt haben wir uns extrem steil bewegt. Jetzt sehen die Zahlen grad nicht so gut aus, aber das wird wieder.“ Letztendlich haben wir uns also für dieses antizyklische Handeln entschieden, bei dem man sich später auf die Schulter klopft

Wir gratulieren zu 25 Jahren inspect

**PERFORMANCE
WITHOUT LIMITS.**

DE.AEROTECH.COM

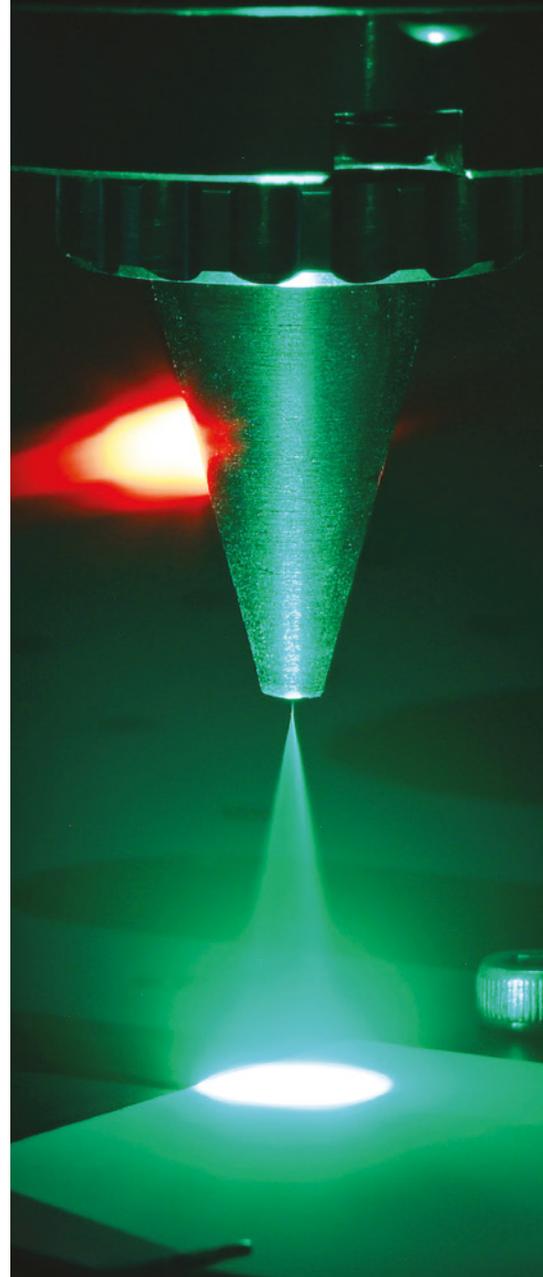




Bild: DK Fixiersysteme

Die Schnellwechselschnittstelle SWA40: Durch die konische Aufnahme zentriert und arretiert sie sich selbst, sollte der Roboter schräg ansetzen.

und sagt: „Ja, das war richtig mutig und so.“ Ich hoffe, dass es auch so kommt.

inspect: Was ist ihre Prognose, wann kommt die Branche wieder in Schwung?

Holzer: Es zieht im Moment schon wieder leicht an. Es ist natürlich schwer zu beurteilen, wie nachhaltig das ist, auch wegen der Urlaubszeit. Aber es gab früher mal einen Kollegen, der hat auf so eine Frage immer gesagt: „Es gibt keine Konjunktur am Markt, es gibt nur eine Firmenkonjunktur!“ Das heißt, du musst selbst was tun. Ich meine, es gibt ja nie null Aufträge. Es gibt auch immer Kunden. Und Innovation schafft Bedarfe. Deshalb bin ich im Moment sehr, sehr eng am Vertrieb dran.

Außerdem haben wir zur Control einen Shop gelauncht. Es ist im Moment so, dass ich tatsächlich für das ein oder andere Geld in die Hand nehme, um einfach Vertriebs- und Marketing-technisch stark zu bleiben. Ansonsten könnten wir nur abwarten. Wovon ich nichts halte.

Damit komme ich zu Ihrer Frage, wann es besser wird: In der Gruppe wird das immer diskutiert, und wir hatten Anfang 2024 gesagt, vielleicht Ende dieses, Anfang nächstes Jahr. Jetzt reden wir schon davon, dass 2026 besser wird. Von solchen Gedanken können Sie sich einfach nix kaufen. Dennoch: Zum Jahresende rechne ich mit einem Aufschwung, der dann 2026 weiter ansteigt. Aber das ist meine persönliche Einschätzung gemischt mit Wunschenken.

inspect: Sie haben ja auf der Control ein Schnellwechselsystem für Roboter vorgestellt, das SWA40. Ist das ein Schritt, um weiter in die Roboterautomatisierung vorzudringen?

Holzer: Unsere bisherigen Programme enthalten bereits Schnittstellen, mit denen sich Werkzeuge ganz schnell wechseln lassen. Aber eben nur von Hand. Und Automatisierung verbessert eben auch in der Messtechnik Prozesse. Wir brauchen also ein Hilfsgerät für Roboter. Der kann aber keine Schraub-

chen anziehen. Zudem muss es absolut zentriert und fixiert sein, sobald es abgesetzt ist. Also haben wir eine konische Aufnahme konstruiert, die sich selbst zentriert. Das ist umso spannender, wenn der Roboter eher zu den billigeren gehört und Positionen recht ungenau anfährt. Das ermöglicht es, mannos über die Nacht Teile zu messen. Das war die Anforderung aus dem Markt.

inspect: Was wird die nächste Innovation sein, die Sie vorstellen?

Holzer: Das wird noch nicht verraten.

AUTOR

David Löh
Chefredakteur der inspect

KONTAKT

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



KI-Kamera-Portfolio um IP69K-Schutz erweitert

IDS hat sein Angebot an KI-Kameras mit der IDS NXT Oslo erweitert. Diese kombiniert künstliche Intelligenz mit Bildqualität, Videostreaming und Aufzeichnungsfunktionen in einem kompakten Gehäuse, das nach dem IP69K-Standard gegen Staub und Hochdruckwasser geschützt ist. Der in der Kamera verbaute Ambarella-Chip ermöglicht komprimierte Videostreams in voller 5 MP-Sensoraufösung mit über 25 Bildern pro Sekunde, die direkt auf Endgeräte übertragen werden können. Der integrierte Image Signal Processor (ISP) bietet Automatik-Features für Helligkeit, Linsenverzerrung und Farbkorrektur, was zusammen mit dem lichtempfindlichen Onsemi-Sensor AR0521 für eine hohe Bildqualität sorgt. Die IDS NXT Oslo eignet sich für Anwendungen, die Livebilder mit KI-basierten Overlays erfordern.

www.ids-imaging.de



Innovative Industriekamera-Technologien

JAI bietet eine breite Auswahl an Industriekameras an, darunter prismenbasierte Multi-Sensor-Flächen- und -Zeilenkameras sowie kompakte und hochauflösende Single-Sensor-Modelle. Zu den Neuheiten gehören die 2K-, 4K- und 16K-Zeilenkameras, die Hochgeschwindigkeitsschnittstellen wie 5GiG Vision und CoaXPRESS unterstützen. Diese Kameras, erhältlich in mehreren Farb- und Monochromkonfigurationen, eignen sich für präzise Hochgeschwindigkeitsanwendungen. Zudem stellt JAI Farb- und Multispektralbildungslösungen der Serien Sweep+ und Apex vor, die durch die Multi-Sensor-Prismentechnologie eine hohe Farbbildqualität bieten. Die Serie Sweep+ umfasst auch eine prismenbasierte Kamera mit InGaAs-Sensor für R-G-B- und SWIR-Bilder.

www.jai.com

Advertorial



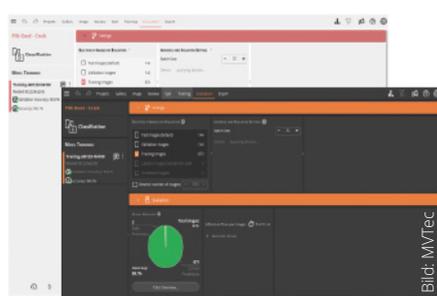
Optische Filter für präzise Farbmessungen

Mit den neu erhältlichen optischen Tristimulus-Filtern können jetzt standardisierte Farbmessungen noch präziser durchgeführt werden. Die Filter sind speziell auf das CIE 1931 Normalbeobachter-System abgestimmt und gewährleisten nur geringste f1'-Fehler. Dadurch eignen sie sich besonders gut für den Einsatz bei Farbmessgeräten und Photometern und sind ideal für anspruchsvolle Anwendungen in der maschinellen Bildverarbeitung, Medizin und Forschung, wenn beispielsweise die spektralen Reaktionen des menschlichen Auges nachgeahmt werden sollen. Die Tristimulus-Filter sind als Farbfilter für die drei Grundfarben Rot, Grün, Blau erhältlich. Sie sind hartbeschichtet und dadurch besonders langzeitstabil.

www.ahf.de

Deep-Learning-Tool für Machine Vision

MVTec erweitert sein Deep Learning Tool. Neben der kostenfreien Basisversion werden ab dem 30. April 2025 zwei kommerzielle Versionen angeboten: Professional und OEM. Diese neuen Editionen bieten erweiterte Funktionen und ermöglichen Maschinenbauern und Lösungsanbietern, das Tool als Teil ihrer Produkte weiterzuverkaufen. Das Tool erleichtert das Labeln von Bilddaten, ein entscheidender Schritt für die Qualität und Robustheit von Deep-Learning-Anwendungen. Die Professional Edition bietet eine dauerhafte Lizenz und einfache Integration, während die OEM-Edition tiefere Anpassungen wie White-Labeling ermöglicht. Beide Editionen versprechen eine kosteneffiziente Möglichkeit, Produkte um umfangreiche Deep-Learning-Funktionen zu erweitern und bleiben mit zukünftigen MVTec-Produkten kompatibel. Kontinuierliche Updates sorgen dafür, dass Anwender stets auf dem neuesten Stand der KI-Technologie bleiben.



www.mvtec.com

Angebote für fortgeschrittene Bildgebung

Excelitas hat Komponenten und Systeme für vielfältige photonische Anwendungen im Angebot, die Technologien für Lidar, Laserbearbeitung, analytische Verfahren sowie Hochgeschwindigkeits- und multispektrale Bildgebung umfassen. Ein besonderes Highlight ist ein System zur optischen Kohärenztomographie (OCT) mit einem durchstimmbaren 1060-nm-Laser aus der Axsun Azmyth-Reihe. Dieses System, ausgestattet mit präziser Optik, einem Roboterarm und Bildanalysesoftware, untersucht Oberflächen und Schichten verschiedener Materialien wie Kunststoffe, Keramiken und Silizium. Der Laser bietet eine hohe Abstimmbandbreite und Sweep-Geschwindigkeit.



www.excelitas.com

Made in Germany

LED-Beleuchtungen...

www.beleuchtung.vision

IMAGING LIGHT TECHNOLOGY

BÜCHNER



Die Lumimax-Ringbeleuchtungen der LRHP-Serie sind in den Lichtfarben weiß, rot, blau, grün und Infrarot erhältlich.

Eine neue Generation Ringlichter

High-Performance-Ringbeleuchtungen mit anpassbarer Lichtcharakteristik

Ringbeleuchtungen sind ein zentrales Element in der industriellen Bildverarbeitung. Mit einer neuen High-Performance-Serie erweitert Lumimax sein Portfolio. Die Serie wurde hinsichtlich Lichtleistung, Bauform und Flexibilität optimiert und bietet damit eine zuverlässige Grundlage für vielfältige Prüfaufgaben.

Ringbeleuchtungen kommen typischerweise bei Auflichtanwendungen zum Einsatz, bei denen eine kompakte Anordnung des Machine-Vision-Systems gefragt ist. Entscheidend für eine vollständige und homogene Ausleuchtung des Prüfbereichs sind die Geometrie und Lichtcharakteristik der Beleuchtung. Diese wiederum hängen von mehreren Faktoren ab: vom Abstand zum Prüfobjekt, dem relevanten Prüfbereich (AOI) sowie den Montagemöglichkeiten an Objektiv

und Kamera. Lumimax hat seine bestehenden Ringbeleuchtungen überarbeitet. Mit der neuen High-Performance-Serie LRHP sind Anwender jetzt auch für zukünftige Herausforderungen in der Bildverarbeitung vorbereitet.

Die vier Beleuchtungsgrößen bieten Möglichkeiten für verschiedene Einsatzzwecke. LR45 und LRHP66, die Zahl im Namen steht für den freien Innendurchmesser, sind kompakt konzipiert und erlauben eine direkte

Das Wichtigste kompakt

Lumimax hat eine neue Serie an Ringbeleuchtungen auf den Markt gebracht – speziell für kompakte Auflichtanwendungen. Die Ringlichter leuchten den Prüfbereich homogen aus und sind in vier Größen erhältlich – von kompakten Varianten für direkte Kameramontage bis hin zu Modellen für größere Arbeitsabstände. Die zweireihige High-Power-LED-Anordnung sorgt im Blitzbetrieb für bis zu 4 Millionen Lux. Die Lichtcharakteristik lässt sich flexibel anpassen – durch Vorsatzoptiken, Diffusoren, Polarisationsfilter oder Domaufsätze. Ein 3D-Kabelausschluss erleichtert zudem die Integration.



Die neuen Ringlichter sind IP64 geschützt und weisen daher eine hohe Industrietauglichkeit auf.

Montage an den Schutztuben zahlreicher Kameramodelle. Für Anwendungen mit größeren Arbeitsabständen, ausgedehnten Prüfbereichen oder größer dimensionierten Bildverarbeitungssystemen eignen sich die Modelle LRHP100 oder LRHP160. Das Modell

LRHP160 wurde beispielsweise für die Positionierung an Laserköpfen entwickelt.

Kompakt konstruiert

Alle Varianten eint ein kompaktes, aber leistungsoptimiertes Design. Zwei Reihen



Das Wärmemanagement der Beleuchtungslösungen wurde optimiert. Dies erhöht nicht nur die Lebensdauer, sondern auch die Lichtleistung.

High-Power-LEDs mit integrierter Controlertechnologie schaffen im Blitzbetrieb bis zu 4 Millionen Lux. Möglich macht das die effiziente Leistungselektronik in Kombination mit einem optimierten Wärmemanagement. Größe und Gewicht der Ringbeleuchtungen wurden reduziert und erleichtern die mechanische Integration. Darüber hinaus weist die Serie einen 3D-Kabelausschlag auf, sodass die Versorgungsleitung flexibel verlegt werden kann. Standards der Lumimax-High-Power-Beleuchtungen wie der M16-Anschluss, das robuste Aluminiumgehäuse und die Schutzart IP64 bleiben erhalten.

Mit anpassbarer Lichtcharakteristik

Die zweireihige LED-Anordnung erhöht nicht nur die Helligkeiten der LRHP-Serie im Vergleich zu Vorgängermodellen, sondern minimiert auch die Abbildung der LED-Hot-Spots (insbesondere in Kombination mit den satinierten ALD-Diffusoren). Mithilfe von Vorsatzoptiken kann die Breite des Leuchtfeldes individuell auf Objektgröße und Arbeitsabstand ausgerichtet werden. Für einen einfachen Austausch sind die Optiken in Lens Arrays vormontiert. Zudem lässt sich die Lichtcharakteristik mit Polarisationsfiltern oder Diffusoren je nach Beschaffenheit des Prüfobjekts adaptieren. Domaufsätze für LR45 und LRHP66 bieten eine besonders diffuse, homogene Ausleuchtung stark reflektierender oder gewölbter Oberflächen. Der dreidimensionale Diffusor streut das Licht aus allen Winkeln des Halbraums auf das Prüfobjekt. Durch aktives Hinterleuchten mit High-Power-LEDs sind die Beleuchtungen deutlich heller im Vergleich zu klassischen Dombeleuchtungen, aber auch in beengten Bauräumen einsetzbar. Die LRHP-Ringbeleuchtungen sind in den Lichtfarben weiß, rot, blau, grün und Infrarot sowie im Permanent- und Schalt- oder Blitzbetrieb erhältlich.

KONTAKT

IIM GmbH, Suhl
Tel.: +49 3681 45519 0
www.lumimax.de



Optical Filters

For applications in research and industry



Wide filter selection · Customized filter designs · OEM

www.ahf.de

„Selbst die beste Hardware ist nur so gut wie die zugehörige Software“

Interview mit Martin Czommer, Produktmanager Machine Vision bei Di-Soric

Im Interview erläutert Martin Czommer, Produktmanager Machine Vision bei Di-Soric die zentrale Bedeutung der Firmen-eigenen Software für Vision-Sensoren. Czommer erklärt, wie eine leistungsfähige und intuitiv bedienbare Software komplexe Bildverarbeitungsaufgaben automatisiert, die Rolle des Anwenders vereinfacht und neue Möglichkeiten für Prozessoptimierung und Qualitätssicherung eröffnet. Zudem gibt er einen Ausblick auf kommende Entwicklungen und die Integration in weitere Hardware-Plattformen.

Martin Czommer, Produktmanager
Machine Vision



inspect: Welche Rolle spielt die Software Nvision-i 25.1 im Gesamtkonzept des CS-62?

Martin Czommer: Selbst die beste Hardware ist am Ende nur so gut wie die zugehörige Software: Im Kontext mit dem neuen Vision Sensor CS-62 spielt die Nvision-i 25.1 von Di-Soric die entscheidende Rolle. Das Visualisierungssystem eröffnet Nutzern ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Auch komplexe Aufgaben lassen sich damit schnell und prozesssicher lösen. In Kombination mit der optimierten Sensor-Hardware führt die leistungsfähige Software im Ergebnis zu einer deutlich besseren Performance.

inspect: Wird die Weiterentwicklung eines BV-Systems künftig zunehmend von der Software getragen?

Czommer: Eindeutig ja: An der Schnittstelle Mensch-Maschine entscheidet der Kunde, ob die Software auf Akzeptanz stößt. Bezogen auf Leistungsumfang und Effizienz geht es längst um viel mehr als um die Unterscheidung zwischen Gut- und Schlechtheiten. Intelligente Software wie die Nvision-i 25.1 liefert weit tiefgreifendere Erkenntnisse und Daten und muss in der Lage sein, diese visuell und prozessverwertbar zur Verfügung zu stellen.

inspect: Inwiefern verändert sich durch die Software die Rolle des klassischen Applikationsingenieurs: Wird dieser zunehmend zum Software-Architekten?

Czommer: Nicht mit Nvision-i 25.1, denn die ist ganz einfach und zugänglich aufgebaut.

Sämtliche Standardanwendungen werden durch reine Parametrierung gelöst. Selbst bei komplexen Bildverarbeitungsaufgaben ist keine Kenntnis einer Hochsprache erforderlich. Anspruchsvolle Anwendungen sind mittels grafischer Programmierung (Smart-Lizenz) ohne Programmierkenntnisse umsetzbar. Im Hintergrund übernimmt die Software zahlreiche Aufgaben, die für den Nutzer nicht sichtbar sind. Der konzentriert sich voll auf die jeweilige Applikationslösung und nicht auf Programmcodes. Die Software ist für jeden technisch versierten Anwender verständlich und erfordert keine Ingenieurskenntnisse.

inspect: Wie weit ist die Software bereits in der Lage, klassische Bildverarbeitungsaufgaben durch Algorithmen zu automatisieren?

Czommer: Nvision-i automatisiert bereits heute klassische Bildverarbeitungsaufgaben durch vordefinierte Tools. Dieses Tool-Set ist vollständig (Lokalisieren, Messen, Zählen, Code-lesen, etc.), jegliche Programmierung entfällt. Dabei steckt die lösungsbezogene Intelligenz in den Algorithmen. Das macht die Bedienung für Anwender ohne technische Detailkenntnisse einfach und fehlersicher.

inspect: Wie wichtig ist die grafische Benutzeroberfläche für die Akzeptanz bei Anwendern – insbesondere in nicht-technischen Bereichen wie Montagearbeitsplätzen?

Czommer: Wie bereits angesprochen, entscheidet die grafische Benutzeroberfläche

Das Wichtigste kompakt

Martin Czommer, Produktmanager bei Di-Soric, erläutert im Interview die zentrale Rolle der Software Nvision-i 25.1 für den Vision Sensor CS-62. Dabei betont er deren einfache Bedienbarkeit ohne Programmierkenntnisse und erläutert, wie sich klassische Bildverarbeitungsaufgaben durch vordefinierte Tools automatisieren lassen. Daneben geht er auf die vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten der gewonnenen Bilddaten für Prozessoptimierung und Qualitätssicherung ein und kündigt zukünftige Erweiterungen der Software und deren Integration in weitere Hardware-Plattformen an.

beziehungsweise die intuitive Bedienbarkeit ganz wesentlich über die Akzeptanz beim Kunden. Die Benutzeroberfläche der Nvision-i ist klar strukturiert und selbsterklärend aufgebaut. Das macht Einstieg und Anpassung für Anwender in allen Branchen leicht. Ein Umstieg auf diese Software erfordert keine Hochsprachenprogrammierung und lässt sich schnell und problemlos bewerkstelligen. Die einfache und schlüssige Konfiguration reduziert Fehlbedienungen und Schulungsaufwand. Ein weiterer Vorteil ist, dass Nvision-i auf verschiedene Hardware-Produkte angewendet werden kann. Nutzer müssen sich somit nur mit einer einzigen Software auseinandersetzen.

inspect: Wie wird sichergestellt, dass auch bei wachsender Komplexität die Bedienbarkeit und Parametrierung intuitiv bleibt?

Czommer: Das ist quasi fest in der DNA von Nvision-i verankert. Die Software ist modular aufgebaut, im Lizenzmodell erwirbt und bezahlt der Kunde nur das, was er tatsächlich braucht. Eine klar strukturierte Oberfläche mit Hilfefunktionen lenkt den Benutzer. Selbst komplexere Tools sind visuell im ersten Ansatz auf das Wesentliche beschränkt. Sie verwirren oder überfordern den Nutzer



Im Verbund mit der Software-Version Nvision-i 25.1 ist der Vision-Sensor CS-62 von Di-Soric Anwendern ein vielseitiges Bildverarbeitungssystem.

nicht mit unnötigen Details. Sofern notwendig, finden Anwender aber schnell alle Funktionsbausteine, um tiefer in die Materie einzusteigen.

inspect: Wie können durch die Software gewonnene Bilddaten für weiterführende Analysen (zum Beispiel Prozessoptimierung, Predictive Quality) genutzt werden?

Czommer: Wie erwähnt stellt die Nvision-i-Software neben klassischen IO/NIO-Ergebnissen vielseitig nutzbare Messwerte zur Verfügung, die nach Bedarf angepasst werden können. Bilddaten und Prüfergebnisse werden direkt in der Software aufbereitet und zum Beispiel über die SPS ausgeleitet. Di-Soric bietet dafür mehrere Schnittstellen an. Darüber hinaus lassen sich mit der Software Daten statistisch aufbereiten und Trendanalysen erstellen.

Zum Zwecke der Nachverfolgbarkeit oder Qualitätssicherung ist eine Bildspeicherung über FTP/SFTP möglich. Zahlreiche Visualisierungsoptionen unterstützen dabei, Fehler frühzeitig zu erkennen. Werden im Prozess zum Beispiel Codes genadelt, erkennt das Visualisierungssystem frühzeitig, wenn die Qualität nachlässt. Es initiiert den Tausch der Nadel, bevor NIO-Teile produziert werden.

inspect: Was werden die nächsten Schritte in der Entwicklung der Software sein?

Czommer: Wir werden unsere Software in Zukunft in weitere Hardware-Plattformen integrieren. Für Anwender bedeutet das einfache, schnelle und flexible Anwendungen mit ein und derselben Software und im Ergebnis mehr Leistung und Zuverlässigkeit. Darüber hinaus arbeiten wir daran, dass unsere Kunden künftig noch einfachere, vorkonfigurierte Tools mit geringem Parametrierungsaufwand nutzen können, so zum Beispiel im Bereich der Anomaly Detection und zur Zeichenprüfung.



Die aktuelle Version der Software Nvision-i 25.1: Durch eine klar strukturierte, selbsterklärende Bedienoberfläche können Anwender nahezu jede Anforderung ohne IT- und vertiefte Detailkenntnisse in Eigenregie ohne aufwändige Schulung ziel- und fehlersicher umzusetzen.



AUTOR
David Löh

Chefredakteur der inspect

KONTAKT

Di-Soric GmbH & Co. KG, Urbach

Tel.: +49 7181 98790

E-Mail: info@di-soric.com

www.di-soric.com

alle Bilder: Di-Soric

EyeSorter Checkbox – 100 % Kontrolle. Null Aufwand.



- ✓ Teile in Echtzeit erkennen, ausrichten und sortieren
- ✓ Ein-Knopf-Einrichtung – keine Programmierung erforderlich
- ✓ Ausschuss reduzieren. Betriebszeit maximieren. Qualität garantieren

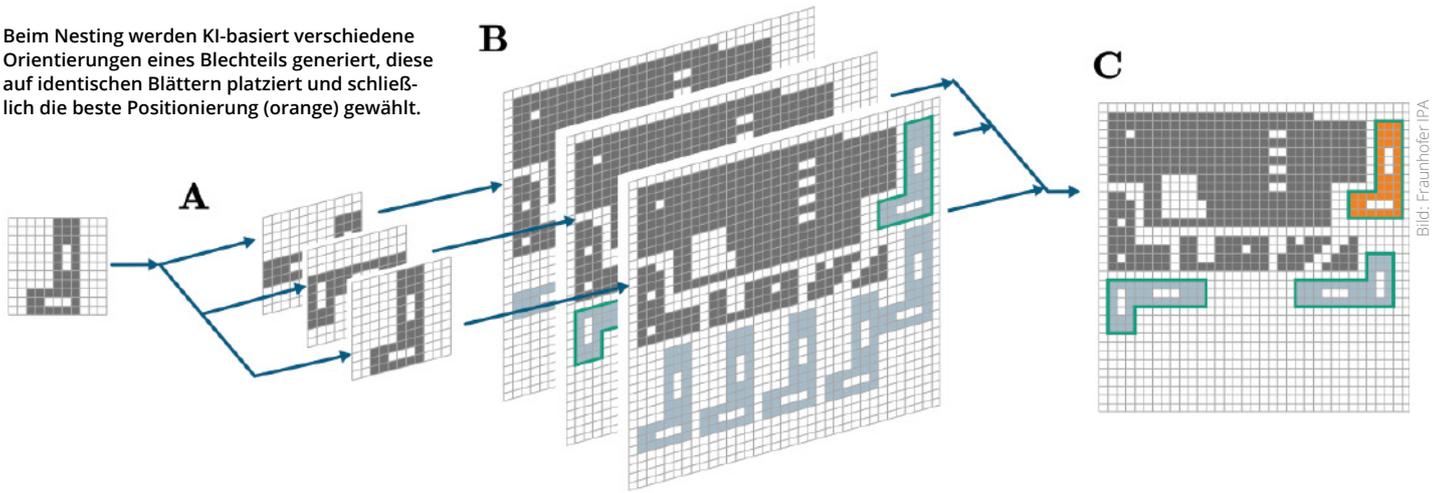
Sehen Sie es in Aktion:

www.evt-web.com



EVT

Beim Nesting werden KI-basiert verschiedene Orientierungen eines Blechteils generiert, diese auf identischen Blättern platziert und schließlich die beste Positionierung (orange) gewählt.



Effizienzsteigerung durch KI: Produktionsoptimierung und Bin Picking

Stand der KI im industriellen Umfeld

Künstliche Intelligenz (KI) ist in aller Munde, aber noch längst nicht in allen Produktionen ankommen. Dabei ergeben sich bereits heute zahlreiche Mehrwerte und das vom Wareneingang bis zur Qualitätssicherung. Aber es gilt auch, Hürden zu meistern, denn eine Lösung von der Stange ist oft noch nicht verfügbar. Eine Einordnung.

Es kommt nicht von ungefähr, dass die Nachrichten rund um KI stetig anwachsen. Denn ihre Verbreitung und viele beeindruckende Ergebnisse, im privaten wie beruflichen Umfeld, nehmen immer noch massiv zu. Und auch für das industrielle Umfeld gibt es zahlreiche erfreuliche Beobachtungen. So ermittelte das österreichische „Industriemagazin“ im April dieses Jahres Zahlen, die aufhorchen lassen. Kommt beispielsweise KI-basierte Qualitätskontrolle zum Einsatz, reduzierte sich bei den Befragten der Ausschuss um bis zu 30 Prozent. Um ein Fünftel stieg die Produktivität, wenn KI für die Optimierung von Fertigungsprozessen genutzt wurde, und die Wartungskosten wiederum sanken um ein Fünftel. Durch vorausschauende Wartung gab es 15 Prozent weniger Stillstandszeiten.

Industrieller Einsatz kommt in Schwung

Diese Zahlen zeigen: Künstliche Intelligenz kommt zunehmend in der industriellen Praxis an und sorgt dort für Verbesserungen. Das ist allerdings noch ein recht neues Phänomen,

obschon die Grundlagen heutiger KI bis in die 50er Jahre zurückreichen. Es folgten einige technologische Meilensteine, aber natürlich ist erst kürzlich, am 30. November 2022, der iPhone-Moment für die KI gekommen, als Chat GPT vorgestellt wurde. Nach nicht einmal drei Jahren nutzen bereits eine Milliarde Menschen weltweit den Chatbot. Im industriellen Einsatz beflügeln neue, leistungsstarke Algorithmen sowie die massiv gestiegene Verfügbarkeit von Daten bei gleichzeitig wachsenden und einfacher zugänglichen Rechenkapazitäten den KI-Einsatz.

Chat GPT und viele verwandte Modelle haben die generative KI (Gen AI) populär gemacht, also KI-Technologien, die nicht mehr nur Daten verarbeiten und daraus Schlüsse ziehen, sondern Inhalte generieren können wie Text, Bild, Musik und einiges mehr. In der industriellen Praxis ist Gen AI auch bereits angekommen, aber sie ist bei weitem nicht die einzige oder wichtigste Technologie. Es kommt maßgeblich auf den Anwendungskontext, den Bedarf des Unternehmens und auch die Kosten an, wenn sich ein Unternehmen für eine Technologie entscheiden muss.

Und mögliche Einsatzszenarien für KI in der Fertigung gibt es wahrlich genug. Diese reichen vom Wareneingang und der Auftragsplanung über die visuelle Prüfung, logistische Abläufe, Fertigungsschritte wie die Optimierung von Maschinenparametern, das Automatisieren mit Robotern oder das Nesting und die Terminierung, bis hin zur finalen Qualitätskontrolle des fertigen Bauteils. Drei Beispielentwicklungen vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA zeigen, welche Mehrwerte KI für die Produktion bieten kann.

Das Wichtigste kompakt

Künstliche Intelligenz gewinnt im industriellen Umfeld zunehmend an Bedeutung, indem sie durch Anwendungen wie Produktionsplanung, Parameteroptimierung und robotergestütztes Bin Picking Effizienzsteigerungen, Qualitätsverbesserungen und Kostensenkungen ermöglicht. Weiter bestehende Probleme sind unter anderem eine häufig fehlende Dateninfrastruktur sowie mangelnde Qualifikationen der Mitarbeiter. Diese Hürden lassen sich durch eine strukturierte Einführung, ggf. mit externer Unterstützung, überwinden.

Produktionsplanung und -steuerung

So lässt sich beispielsweise die Produktionsplanung mithilfe von KI optimieren. Die zentrale Frage im Kontext Automotive war in diesem Projekt, welcher Auftrag an welchem Tag produziert werden sollte. Die Kunden sollten dabei die größtmögliche Flexibilität für den gewünschten Liefertermin haben, der Hersteller wiederum Stabilität durch möglichst wenig Verschiebungen in den Auftragsbüchern. Gemeinsam mit Porsche analysierte ein IPA-Team die Prozesse der kompletten Auftragsabwicklungskette. Durch einen interdisziplinären Ansatz wurden Probleme aufgedeckt, Lösungen gesucht und KI-gestützte Werkzeuge entwickelt, die alle Schritte von den Planungsprozessen bis hin zur Auslieferung der Fahrzeuge an die Kundschaft abdecken.

In der ersten Projektphase wurde dazu ein KI-Modul entwickelt, der Konfigurationsgenerator. Dieser Konfigurator generiert auf Basis von Vertriebs-, Entwicklungs- und Marktdaten vollständig spezifizierte fiktive Fahrzeugkonfigurationen. Anschließend wurde ein Software-Prototyp erarbeitet, mit dem die generierten Planaufträge bestmöglich in die Produktion eingelastet werden können. Dieser ermöglicht es, auch Flottenszenarien zu planen, etwa um den Deckungsbeitrag oder den CO₂-Flottenverbrauch zu optimieren.

In der letzten Projektphase wurde ein Algorithmus entwickelt, der den Planaufträgen reale Kunden- und Händleraufträge zuordnet. Nach erfolgreicher Validierung der Konzepte und Prototypen zeigte sich, dass diese die Kundenauftragssteuerung bei Porsche deutlich optimieren können, indem sie gleichzeitig die Flexibilität und Stabilität der Produktion erhöhen.

Parameteroptimierung

Ein weiteres Problem, das die anwendungsorientierte Forschung aktuell adressiert, ist die automatische Optimierung von Maschinenparametern. Dies begründet sich darin, dass Produktionsanlagen meist mithilfe von viel Erfahrungswissen konfiguriert werden. Zugleich steigt die Komplexität der Anlagen kontinuierlich. Somit ist nicht garantiert, dass die Anlagen am optimalen Betriebspunkt lau-

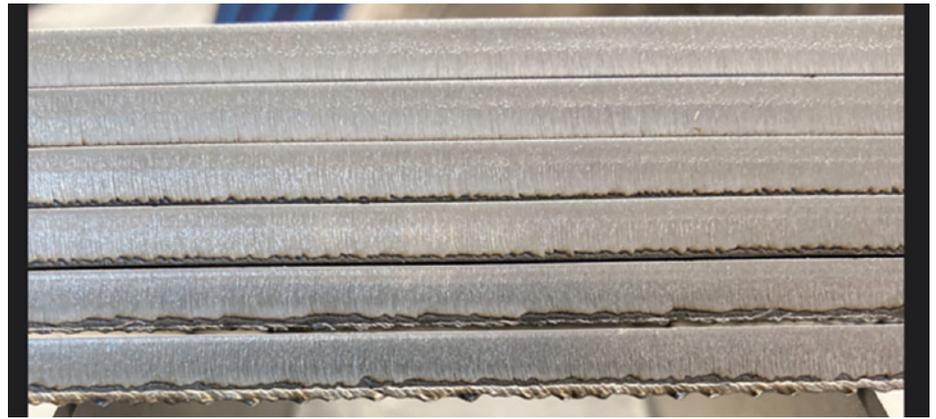


Bild: Trumpf

Automatisierte Parameteroptimierung für das laserbasierte Schneiden von Blechen in Zusammenarbeit mit der Firma Trumpf: Mit den Standardparametern (unten) entsteht ein sehr großer Grat, der sich schrittweise reduziert und nach fünf Iterationen eine ideale Qualität erreicht (oben).

fen. KI kann dies, basierend auf Produktionsdaten, beheben.

Hier kommt ein Optimierungszyklus zum Einsatz: Der KI-Algorithmus stellt passende Parameter bereit, die Produktionsanlage erfasst Produktmerkmale, und die Sensorik für Qualitätsgrößen prüft, inwieweit diese eingehalten wurden. Indem dieser Dreischritt kontinuierlich läuft, lassen sich die Maschinenparameter ans Optimum bringen. Für Unternehmen ergeben sich daraus weniger Ausschuss, eine höhere Anlageneffektivität (OEE) sowie ein schnellerer Produktionsanlauf. Eine solche indus-

trielle Lösung hat das Fraunhofer IPA beispielsweise gemeinsam mit der Firma Trumpf entwickelt. Hier werden die Maschinenparameter KI-basiert so eingestellt, dass es optimale Kanten beim laserbasierten Schneiden von Blechen gibt.

Roboterbasiertes Bin Picking und Packing

Die Entwicklung des Bin Picking, also der automatisierten Entnahme von Teilen aus unsortierten Kisten, gilt als anspruchsvolle Aufgabe der Robotik. Herausforderungen wie spiegelnde Oberflächen, verhakete oder

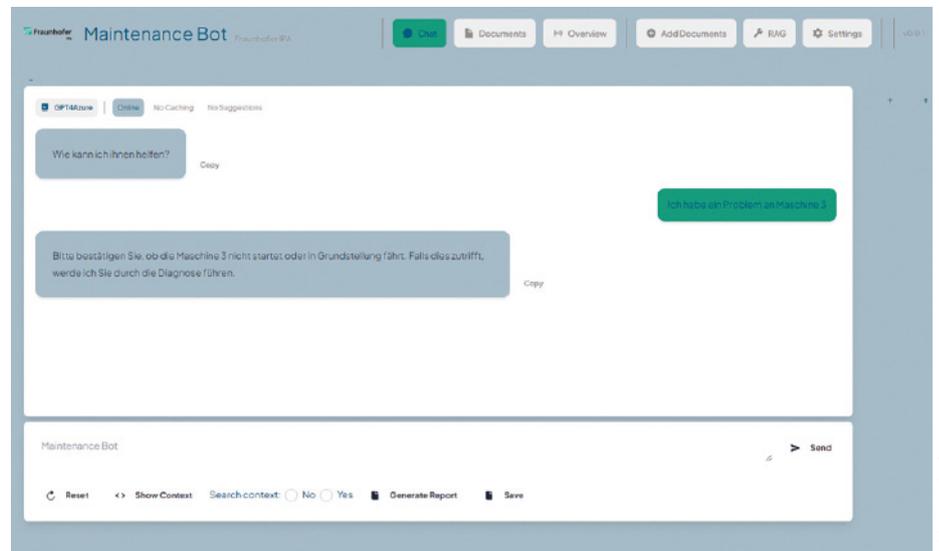


Bild: Fraunhofer IPA

Am Fraunhofer IPA entstehen basierend auf Gen-AI-Technologien Anwendungen, wie dieser Wartungs-Chatbot, die Produktionen effizienter nutzbar machen.

Photonic-based Solutions

Ihr OEM-Partner für optische Systeme



schwer erkennbare Bauteile sowie aufwendige Konfigurationen haben die breite Nutzung bislang erschwert. Moderne KI-basierte Lösungen wie „AI Picking“ des Fraunhofer IPA erzielen durch maschinelles Lernen deutliche Fortschritte: Sie erkennen auch komplexe Objekte und planen effiziente Greif- und Bewegungsabläufe, um Bauteile sicher zu entnehmen. Zudem vereinfacht eine webbasierte Anwendung die Konfiguration erheblich, sodass Unternehmen nun flexibler und ohne Expertenwissen von dieser Technologie profitieren können.

Das Forschungsteam hat zudem einen Packplaner entwickelt, der es Robotersystemen ermöglicht, Objekte ohne vorherige Stammdaten flexibel und effizient zu verpacken. Mithilfe schneller Scans und KI-basierter physikalischer Simulationen lässt sich der Packvorgang dynamisch an wechselnde Bedingungen und spezifische Kundenanforderungen anpassen, wobei Kriterien wie Packdichte, Stabilität und maximale Höhe berücksichtigt werden. Die Lösung eignet sich für verschiedene Behältnisse und Objekttypen, unterstützt

individuelle Packregeln und nutzt bei Bedarf auch vorhandene 3D-Stammdaten, um eine global optimierte Packkonfiguration und effiziente Roboterbahnen zu ermöglichen.

Hürden überwinden

Auch wenn sich noch zahlreiche weitere erfolgreiche Beispiele für KI im industriellen Einsatz nennen ließen, gibt es auch noch Hürden, die Unternehmen überwinden müssen. Denn tatsächlich scheitern je nach Untersuchung etwa 60 bis 80 Prozent der KI-Projekte beziehungsweise kommen diese nicht über den Status eines Proof of Concept hinaus. Gründe hierfür gibt es einige und diese vier sind die hauptsächlichsten: eine fehlende Datengrundlage und IT-Infrastruktur, wirtschaftlich nicht tragfähige Use Cases, mangelhafte Organisations- und Governance-Strukturen sowie fehlende Qualifikationen seitens der Mitarbeiter.

Unternehmen sind deshalb gut beraten, wenn sie die Einführung von KI-Anwendungen strukturiert angehen und sich bei Bedarf externe Unterstützung holen. Es

gibt zahlreiche Beratungs- und Fördermöglichkeiten, die mit umfänglicher Erfahrung unterstützen können. Ein Beispiel ist das KI-Fortschrittszentrum „Lernende Systeme und Kognitive Robotik“ des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO sowie des Fraunhofer IPA. Es hat bereits über 300 Projekte mit Unternehmen durchgeführt, die von der ersten Ideenfindung bis zur Umsetzung prototypischer Anwendungen reichen – damit KI im industriellen Umfeld weiter Fahrt aufnimmt und den Wirtschaftsstandort nachhaltig stärkt.

AUTOR

Prof. Dr. Marco Huber
Wissenschaftlicher Direktor für Digitalisierung und Künstliche Intelligenz am Fraunhofer IPA

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
E-Mail: marco.huber@ipa.fraunhofer.de
Tel.: +49 711 9701960
www.ipa.fraunhofer.de



Kompaktes Mehrkamerasystem für die Industrie

Das Vicosys 6100 von Vision & Control ist ein kompaktes, robustes Mehrkamerasystem im Taschenbuchformat, das für anspruchsvolle Inspektions- und Überwachungsaufgaben in der Industrie entwickelt wurde. Mit einem Gewicht von 800 g und der Fähigkeit, bis zu 16 Kameras gleichzeitig zu unterstützen, bietet es Flexibilität für Anwendungen wie optische Positionierung und Qualitätskontrolle. Das System ist kompatibel mit über 300 Industriekameramodellen führender Anbieter und verfügt über einen Intel Atom-Prozessor, 8 GB RAM und eine 32 GB Compact-Flash-Karte. Es arbeitet lüfterlos und benötigt im Betrieb 21 Watt. Das Linux-basierte Betriebssystem sorgt für Stabilität, während die Software-Plattform vcwin die Erstellung komplexer Bildverarbeitungsaufgaben erleichtert. Mit zahlreichen Anschlüssen und der Fähigkeit, in einem Temperaturbereich von 10 bis 50 °C zu arbeiten, erfüllt es hohe Sicherheits- und Qualitätsstandards. www.vision-control.com



Bricks-System mit längeren Kabeloptionen

Vision Components hat sein VC-MIPI-Bricks-System um Kabeloptionen mit Micro-Coax und GMSL2 erweitert, die eine Kabellänge von bis zu 10 Metern zwischen Kameramodul und Prozessorboard ermöglichen. Die Micro-Coax-Kabel sind mit I-PEX-Steckern ausgestattet und unterstützen Längen bis zu 100 cm ohne zusätzliche Hardware. Für Anwendungen, die längere Verbindungen erfordern, sind GMSL2-Optionen verfügbar, die eine Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung über serielle Signale erlauben. Diese Lösungen eignen sich besonders für Smart Devices, humanoide Roboter und andere Anwendungen, die flexible und abgesetzte Sensorköpfe erfordern. Das System bietet zudem eine Vielzahl von Zubehörteilen und ermöglicht die einfache Integration und Anpassung von Embedded-Vision-Systemen.

www.vision-components.com



Industriekamera mit 245,8 Megapixeln für präzise Inspektionen

Die shr811 von SVS-Vistek ist eine neue Industriekamera, die mit einer Auflösung von 245,8 Megapixeln und einer CoaXPress-12-Schnittstelle mit vier Kanälen ausgestattet ist. Diese Kamera ist ideal für Anwendungen, die extrem hohe Genauigkeit erfordern, wie die Inspektion von Wafern, Solarpanels und Displays. Der CMOS-Sensor IMX811 von Sony mit Rolling Shutter sorgt für hohe Auflösung und Dynamikumfang, während das massive, thermisch optimierte Gehäuse und die Defect Pixel Correction rauschfreie Bilder garantieren. Der große M72 Objektiv-Mount ermöglicht den Anschluss vielfältiger Objektive. Die CoaXPress-12-Schnittstelle gewährleistet verzögerungsfreien Datentransfer und hervorragendes Latenzverhalten. Mit Funktionen wie Weißabgleich, AOI, LUT, Binning und PoCXP bietet die Kamera umfassende Möglichkeiten für zuverlässige Ergebnisse in anspruchsvollen optischen Aufgaben. www.svs-vistek.com



Bild: Hamamatsu

Kamera für Forschung und OEMs

Hamamatsu Photonics stellt die Orca-Halo C17440-20U als neuestes Mitglied der bekannten Orca-Familie wissenschaftlicher CMOS-Kameras vor. Diese Kamera ist speziell für akademische Forscher und Original Equipment Manufacturers (OEMs) konzipiert und vereint Technologie mit Bildqualität. Zu den Hauptmerkmalen gehören ein rückseitig beleuchteter Sensor mit einer Spitzenquanteneffizienz von 86 Prozent, der für geringe Geräuschkentwicklung und verbesserte Signal-Rausch-Verhältnisse sorgt, eine hohe Auflösung von 9 MP und ein breites Sichtfeld, geringe Auslesegeräusche, flexible Einstellungen zur Optimierung der Leistung bei spezifischen Proben sowie erweiterte Kühloptionen. Die patentierte Technologie des Light Sheet Readout Modes synchronisiert die Auslesezeit mit dem Anregungslicht und verbessert die Ergebnisse in der Lichtblatmikroskopie. www.hamamatsu.de



Bild: Autovimaton

Hygieneschutzgehäuse für rechtwinklige Kameras

Autovimaton hat ein Schutzgehäuse für rechtwinklige Kameras und Vision-Sensoren entwickelt, das speziell für Anwendungen mit hohen hygienischen Anforderungen konzipiert ist. Das Chamäleon M verfügt über ein Hygieneschutzgehäuse und entspricht der Schutzart IP69k. Die Gehäusewände sind um 5° geneigt, um das Abfließen von Reinigungswasser zu erleichtern. Ein spezielles Schlauchsystem ermöglicht die hygienische und geschützte Verlegung mehrerer Kabel bis zum Schaltschrank. Für die Wandmontage sind hygienegerechte Abstandhalter erhältlich. Das Gehäuse ist in Höhen von 80 und 110 mm verfügbar, sodass Kameras mit integrierter Optik und Beleuchtung direkt hinter der Sichtscheibe platziert werden können. Der extraflache, doppelt abgedichtete Fensterdeckel bietet zusätzlichen Platz für C-Mount Objektive. www.autovimaton.com



Bild: Edmund Optics

Infrarot-Sichtgeräte für Laseranwendungen

Edmund Optics hat sein Sortiment an tragbaren Infrarot-Sichtgeräten ausgebaut. Die erweiterte Produktlinie umfasst verschiedene Vergrößerungs-, Wellenlängen- und Empfindlichkeitsoptionen. Darüber hinaus bietet Edmund Optics ein umfassendes Portfolio an Infrarotoptiken und Zubehör. Mit kompatiblen C-Mount-Objektiven, IR-Filtern und Kameraadaptern lassen sich Setups leicht anpassen. Die schnelle Lieferung durch umfangreiche Lagerbestände minimiert Ausfallzeiten. Unternehmen aus der Halbleiter-, Kommunikations-, Biomedizin- und Industrieforschung profitieren von der erweiterten Auswahl und der 24/7-Anwendungsberatung. Die neuen Ergänzungen ermöglichen eine sichere und effiziente Ausrichtung, Überwachung und Anpassung von IR-Systemen. www.edmundoptics.de

Hochauflösende 127 MPix-Kameras

Ximea erweitert seine XIX-XL-Familie um hochauflösende Kameras mit dem globalen Shutter-Sensor Sony IMX661. Diese Farb- und Monochromkameras bieten Bildqualität und Leistung und erfüllen die hohen Anforderungen industrieller Anwendungen. Die MX1276-Modelle verfügen über eine Auflösung von 127,6 MPix mit 13.400 x 9.528 Pixeln, ideal für präzise Inspektionen und Analysen oder Luftbildkartierungen. Mit über 20 Bildern pro Sekunde unterstützen die Kameras schnelle Bildaufnahmen. www.ximea.com



Bild: Ximea

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

Der photoelektrische „Hightech-Blick“

Überblick über optische Sensoren für Smart-Factory-Anwendungen

Optische Sensoren sind aus der Automatisierungstechnik nicht mehr wegzudenken: Sie zählen Glasflaschen auf Förderbändern, erfassen die Position von Platinen oder überwachen Temperaturen in der Konfitüre-Produktion. Ein Hersteller bietet hierfür ein breites Portfolio an Lösungen – von Miniatursensoren für enge Einbauräume bis hin zu Spezialtechnologien zur Erkennung transparenter Objekte.

Optische Sensoren sind sehr präzise. Der Grund dafür liegt in ihrer Funktionsweise: Eine Sendediode (LED) emittiert einen Strahl aus gepulstem Licht, der auf das zu erkennende Objekt trifft. Dadurch wird der Strahl unterbrochen und zum Teil reflektiert. Abhängig von der Art des verwendeten optischen Sensors wird entweder die Unterbrechung des Strahls oder das vom Objekt reflektierte Licht ausgewertet.

Der Sensorhersteller Contrinex fertigt ein großes Portfolio optischer Sensoren, das von Reflexions-Lichtschränken und

Einweg-Lichtschränken über Lichttaster mit und ohne Hintergrundaussblendung bis hin zu Sensoren mit Analogausgang reicht. Im Produktprogramm finden sich auch nicht alltägliche Sensortechnologien und -größen. Dazu zählen die TRU-C23-Sensoren für die Erkennung transparenter Objekte sowie kleine Miniatursensoren.

Auf engstem Raum

Ein gutes Beispiel für den Einsatz photoelektrischer Miniatursensoren sind intelligente

Förderbänder in Verpackungsmaschinen. Hier kommen Sensoren vom Typ LTI-D04MA-NSK-403 mit einem Durchmesser von 4 mm zum Einsatz. Die Sensoren erkennen vorbeifahrende Kunststoff-Trays von unten und stoppen sie, damit die jeweilige Charge gescannt und eingelesen werden kann. Da die zu erfassenden Trays aus dunklem Kunststoff bestehen, wähle der Anwender die Infrarot-Ausführung der Sensoren. Mit einem Infrarot-Messstrahl können – anders als mit Laser oder einer Standard-LED – dunkle Objekte detektiert werden, da diese deutlich mehr Wärme abgeben als helle Objekte. Diese Wärme wird dann vom Sensor erfasst und in ein Schaltsignal umgesetzt. Das Funktionsprinzip von Lichttastern oder Laser-LEDs ist dagegen anders: Sie erkennen Objekte anhand der Reflexion eines emittierten LED-Strahls. Da dunkle Gegenstände aber kaum Licht reflektieren, kamen diese Technologien für die Detektion der Kunststoff-Trays nicht in Frage.

Der LTI-D04MA-NSK-403 kann Objekte in einem Abstand zwischen 0 und 12 mm erfassen (Infrarot-LED 880 nm) und ist bei Umgebungstemperaturen im Bereich von –25 bis +65 °C funktionsfähig. Mit einer Ansprechzeit von ≤ 500 ms und einer Schaltfrequenz von <1 kHz (Normal-Modus) detektiert der Sensor schnell vorbeifahrende Objekte. Für Applikationen, in denen der Hintergrund vom Sensor nicht erkannt werden soll, liefert Contrinex auch eine Teach-Variante (IO-Link oder Wire-teach). Hier lässt sich die gewünschte Entfernung exakt einstellen.

Das Wichtigste kompakt

Optischen Sensoren arbeiten mit gepulstem Licht, das durch Objekte unterbrochen oder reflektiert wird. Das Portfolio von Contrinex hierzu reicht von Reflexions- und Einweg-Lichtschränken bis zu Miniatursensoren und Speziallösungen wie den TRU-C23-Sensoren zur Erkennung transparenter Objekte mittels polarisiertem UV-Licht. In Verpackungsmaschinen kommen beispielsweise 4-mm-Infrarotsensoren zum Einsatz, die dunkle Kunststoff-Trays detektieren. Dank integrierter ASICs und IO-Link-Schnittstellen sind die Sensoren intelligent vernetzbar, einfach kalibrierbar und ideal für Smart-Factory-Anwendungen geeignet.

alle Bilder: Contrinex

Die photoelektrischen Sensoren von Contrinex bieten eine hohe Schaltfrequenz und erfassen selbst kleinste Objekte.

3D Time-of-Flight Cameras

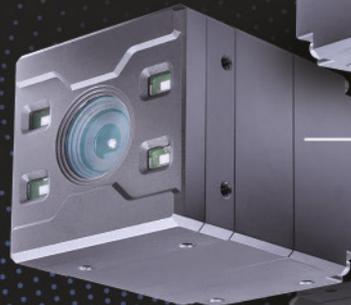
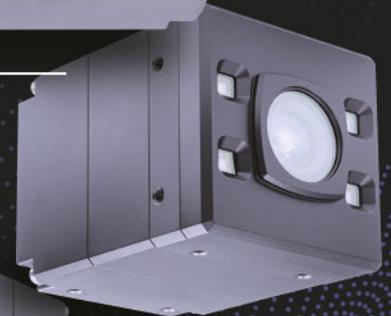
Helios2 Ray

For outdoor lighting conditions



Helios2+

Sub-millimeter precision
HDR & High Speed Mode



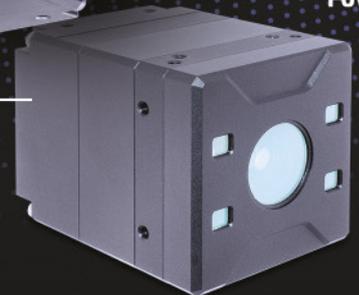
Helios2 Wide

108° x 78° Field of View
4x larger than Helios2



Helios2 Narrow

31° x 24° Field of View
Ultra-sharp point clouds



Helios2 – 3D Cameras are Built Factory Tough®

- Sony DepthSense™ IMX556PLR CMOS sensor
- IP67 protection, industrial immunity
- Robust industrial M8/M12 connectors



Der TRU-C23-Sensor nutzt UV-Licht und erkennt transparente Objekte mit hoher Zuverlässigkeit.

Erfassung transparenter Objekte

Ein Alleinstellungsmerkmal von Contrinex sind seine TRU-C23-Sensoren zur Erfassung transparenter Objekte (Erfassungsbereich: 1.200 mm). Die Sensoren basieren auf einer patentierten UV-Technologie, die sich die Eigenschaften durchscheinender Materialien zunutze macht. Anders als das Licht anderer Wellenlängen wird polarisiertes UV-Licht selbst von transparenten Objekten größtenteils absorbiert. Deshalb kann der Schwellenwert, an dem die Sensoren schalten sollen, vom Anwender gesetzt werden. Weder die Dicke noch die Form des zu erkennenden Objektes haben dabei Einfluss auf das Messergebnis. Das Herzstück der TRU-C23-Sensoren bilden eine LED, die polarisiertes UV-Licht aussendet, und ein UV-Reflektor. Damit erfassen die Sensoren selbst dünne transparente Gegenstände.

Neue Optik für höhere Genauigkeit

Contrinex entwickelt seine photoelektrischen Sensoren ständig weiter. Seit dem letzten Re-Design wird beispielsweise statt Saphir eine Kombination aus PBT/PMMA verwendet. Der Strahl der Infrarot-, Laser- und Pinpoint-LED ist dadurch fokussierter und erkennt kleinere Objekte. Für eine einfache Handhabung gibt es die Miniatursensoren auch als Rotlicht-Ausführung: Hier ist der Lichtpunkt sichtbar und kann deshalb mit geringem Aufwand auf die zu erkennenden Objekte ausgerichtet werden.

IO-Link-Schnittstelle für mehr Flexibilität

Die Signalaufbereitung der photoelektrischen Sensoren erfolgt auf einem komplexen applikationsspezifischen Chip (ASIC) aus eigener Entwicklung. Alle optischen Sensoren der Baureihen C23, C55 und M18 verfügen über eine IO-Link-Schnittstelle und eignen sich damit für intelligente Smart-Factory-Anwendungen. IO-Link ermöglicht nicht nur eine kontinuierliche Überwachung der Prozessdaten, sondern auch das ständige Monitoring des Sensorstatus, die Empfindlichkeits-einstellung und die Überprüfung der Sensor-ID. So kann sichergestellt werden, dass der richtige Sensor am richtigen Ort ist.

AUTOR

Norbert Matthes

Technical Sales Manager bei Contrinex

KONTAKT

Contrinex Sensor GmbH,
Leinfelden-Echterdingen
Tel.: +49 711 220 988 0
E-Mail: info@contrinex.de
www.contrinex.de

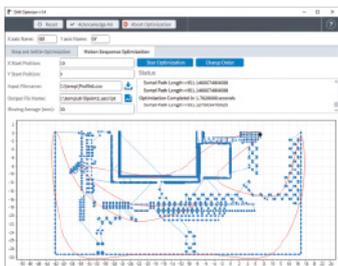


Bild: Aerotech

Aerotech verbessert Laserbohren

Aerotech hat mit Drilloptimizer ein neues Feature für seine Steuerungslösung Automation1-iSMC eingeführt, das für das hochdynamische Laserbohren mit Galvo-Scannern entwickelt wurde. Dieses Programm verkürzt die Zykluszeiten beim Bohren großer Stückzahlen von Durchkontaktierungen erheblich, auch bei Millionen von Bohrungen, und hilft dabei, eine gleichbleibend hohe Bearbeitungsqualität zu erhalten. Drilloptimizer ist Teil der Aeroscriptplus-Bibliothek und kann über eine Oberfläche in Automation1 Studio oder als .NET-DLL verwendet werden, was eine einfache Integration in bestehende Maschinen-HMIs ermöglicht. Das Programm nutzt einen zweistufigen Optimierungsansatz, der sowohl die Pfadplanung als auch die Bewegungsparameter berücksichtigt. de.aerotech.com



Bild: EVT

Integration von Sensoren in Vision-Software

Micro-Epsilon-Surfacecontrol-Snapshot-Sensoren sind jetzt auch in die Eyevision Software von EVT integriert. Diese Erweiterung nutzt die VIC-Schnittstelle, um eine schnelle und stabile Kommunikation zwischen Sensor und Software zu gewährleisten. Eyevision 3D bietet über 40 Werkzeuge für die 3D-Inspektion, wie Profilauswertung und Roboterführung, und unterstützt mehr als 80 Hersteller. Mit der Unterstützung des Surfacecontrol-Sensors profitieren Anwender von einem Fringe-Projektionssensor mit Submikrometer-Z-Auflösung und schneller Datenerfassung. Die Integration ermöglicht die nahtlose Verarbeitung von Punktwolken und Bildern der Sensoren in Eyevision 3D. www.evt-web.com



Bild: PI

Präzisionstechnologien auf der Laser

Physik Instrumente (PI) stellte auf der Messe Laser World of Photonics ihr Portfolio an Hightech-Lösungen vor. Zu den Highlights gehörten der Industrie-Hexapod H-815 für den 24/7-Betrieb, der Miniaturlineartisch B-421 für nanometergenaue Bewegungen und der PI-Line Kreuztisch U-781 mit hoher Stabilität für die Mikroskopie. Die FMPA-Lösung reduziert die Ausrichtungszeit in der Siliziumphotonik um 99 Prozent, was erhebliche Kosteneinsparungen ermöglicht. In der Future Zone präsentierte PI zukunftsweisende Technologien wie die Maglev-Plattform mit Pikometerauflösung und einen Hebel-Hexapod für schnelle, dynamische Bewegungen. www.pi.de

Historische Anzeige aus dem Jahr 2007



DAS KOMPLETTE MACHINE-VISION-PAKET OHNE PC

EYESPECTOR-VOLLELEISTUNGSBEI EINFACHEM HANDLING FÜR SÄMTLICHE AUFGABENBEREICHE INDUSTRIELLER BILDVERARBEITUNG





Bild: Hexagon

Station für automatisierte Qualitätsprüfung

Hexagon hat zwei neue Konfigurationen der Presto Quality Station vorgestellt, die auf die automatisierte Qualitätsprüfung großer Bauteile abzielen. Die Systeme, ausgestattet mit Hyperscan für optisches Tracking und 3D-Scans sowie dem Leica Absolute Tracker ATS800 für direktes Scannen, bieten Herstellern kostengünstige, schlüsselfertige Lösungen zur Effizienzsteigerung. Die Systeme sind flexibel einsetzbar und erfordern minimale Schulungen, was sie auch für Unternehmen mit begrenztem Budget und Fachwissen zugänglich macht. Die Presto Quality Station mit Hyperscan ermöglicht Hochgeschwindigkeits-3D-Scans und präzise, berührungslose Prüfungen. Die ATS800-Variante kombiniert Lasertracking mit direktem Scannen.

www.hexagon.com



Bild: Wenglor

Sensorik mit blauem Laserlicht

Die P1PY21x-Serie von Wenglor verbindet Time-of-Flight-Technologie mit blauem Laserlicht. Diese Sensoren bieten präzise Messergebnisse auch unter extremen Bedingungen und sind ideal für komplexe Anwendungen in der Automatisierungstechnik. Blaues Laserlicht mit einer Wellenlänge von 445 nm ermöglicht eine stabile Erkennung bei dunklen, glänzenden, organischen oder transparenten Materialien und ist sicher gemäß Laserklasse 2. Die Sensoren bewältigen unebene Oberflächen und bieten Funktionen wie dynamische Sprungerkennung und berührungslose Geschwindigkeitsmessung. Mit einem Arbeitsbereich von fünf Metern und der Fähigkeit zur transparenten Objekterkennung liefern sie genaue Ergebnisse.

www.wenglor.com



Bild: Hikmicro

Neue Algorithmen für Wärmebildtechnik

Der Anbieter von Wärmebildlösungen Hikmicro hat mit den Algorithmen Superscene und Superscene+ neue KI-gesteuerte Technologien entwickelt, die Inspektionen in Wohnungsbau, Elektrotechnik und Industrie optimieren. Diese Algorithmen ermöglichen auch unerfahrenen Anwendern eine hohe Genauigkeit. Superscene ist für die Erkennung von Luftlecks, Wärmeverlusten und Feuchtigkeitsschäden konzipiert und vereinfacht Inspektionsprozesse durch einen Deep-Learning-Algorithmus. Superscene+ bietet automatisierte Risikoerkennung bei der Inspektion von Schalttafeln und Platinen und verbessert Arbeitsabläufe und Sicherheit. Beide Algorithmen bieten farbkodierte Warnungen und Sofortdiagnosen.

www.hikmicrotech.com

Verbesserte AR-Objektverfolgung für anspruchsvolle Bedingungen

Bild: Visometry



Visometry hat Visionlib 4.0 veröffentlicht, eine erweiterte Version ihrer AR-Tracking-Lösung, die fünf neue Funktionen bietet. Besonders das Feature „Stationäres Objekt“ und die einfache Wiederverwendung von Tracking-Referenzen verbessern die Nutzung unter schwierigen industriellen Bedingungen. Visionlib 4.0 optimiert die Tracking-Stabilität bei großen Bauteilen durch die Kombination von SLAM-basierter Kameraposition und modellbasierten Ergebnissen. Entwickler können Tracking-Anker nun direkt aus Unity exportieren, was die Einrichtung und Verwaltung von Tracking-Setups vereinfacht. Benutzerdefinierte Tracking-Parameter sind intuitiver festzulegen, was den Entwicklungsprozess beschleunigt. Verbesserte Parameter-Validierung reduziert unerwartetes Verhalten und erleichtert das Debugging. Optimierte Benutzeroberflächen und APIs vereinfachen die Nutzung des SDK, wodurch die Entwicklung effizienter und benutzerfreundlicher wird. Diese Neuerungen stärken VisionLibs Position als bevorzugte Lösung für AR-Tracking.

www.visometry.com

Innovative Roboterprogrammierung

Bild: Vision Online



IT+Robotics stellt Eye T+ Adapt Finishing vor, ein fortschrittliches Bildverarbeitungssystem zur automatisierten Werkzeugweggenerierung für Oberflächenbearbeitungsprozesse. Diese Innovation ermöglicht die automatische Erstellung von Werkzeugbahnen aus der 3D-Rekonstruktion eines Werkstücks, wodurch die traditionelle Punkt-zu-Punkt-Programmierung entfällt. Dies führt zu einer gesteigerten Produktivität, Qualität und Flexibilität bei Prozessen wie Schleifen und Polieren. Das System reduziert Rüstzeiten drastisch und gewährleistet konsistente Ergebnisse, selbst bei Prozessabweichungen. Die Software kombiniert intelligente Algorithmen mit 3D-Vision, um manuelle Verfahren in automatisierte Zyklen zu verwandeln. Hauptvorteile sind verkürzte Rüstzeiten, automatische Anpassungen an die Form des Teils und verbesserte Endqualität. Eye T+ Adapt wird auf der Messe live präsentiert, wo Besucher seine Leistungsfähigkeit in einer Roboter-Arbeitszelle erleben können.

www.vision-online.eu

– Historische Anzeige aus dem Jahr 2013 –



Messsysteme für die Echtzeitüberwachung

Hochgeschwindigkeits-Nahinfrarot-Spektrometer für die Echtzeitüberwachung in Inline-Prozessen

In der industriellen Prozesskontrolle gewinnen kompakte Spektrometer zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglichen präzise Analysen direkt in der Produktionslinie und lassen sich flexibel in bestehende Systeme integrieren – für eine zuverlässige Überwachung verschiedenster Materialien.

Hamamatsu Photonics präsentiert das – laut eigener Aussage – derzeit kompakteste am Markt verfügbare Fourier-Transform-Nahinfrarot Spektrometer C16511-01. Dieses FT-NIR Spektrometer ergänzt die Produktpalette von Hamamatsu um ein leistungsstarkes, schnelles und zugleich preislich attraktives Spektrometer. Das C16511-01 basiert auf fortschrittlicher Fourier-Transformationstechnologie und integriert einen Halbleiterlaser, der präzise Messungen mit hoher Wellenlängengenauigkeit erlaubt – ohne Kompromisse zwischen Lichtintensität und spektraler Auflösung eingehen zu müs-

sen. Mit einem Spektralbereich von 1.100 nm bis 2.500 nm und der Fähigkeit, bis zu 275 Spektren pro Sekunde zu generieren, eignet sich das Gerät besonders gut für industrielle Inline-Anwendungen und analytische Tests.

Das optische Interferometer verfügt über einen integrierten Lichteingang, einen Strahlteiler, einen festen Spiegel, einen beweglichen Spiegel ($\varnothing 3$ mm) und einen Hamamatsu-Fotodetektor. Dieser Fotodetektor erfasst Lichtintensitätssignale, die je nach Position des beweglichen Spiegels variieren. Das optische Spektrum wird durch Verarbeitung

Das Wichtigste kompakt

Ein kompaktes Nahinfrarot-Spektrometer ermöglicht präzise Echtzeitmessungen in Inline-Prozessen. Durch Fourier-Transformation und integrierten Halbleiterlaser wird eine hohe Wellenlängengenauigkeit erreicht. Es analysiert Feststoffe, Flüssigkeiten und Pulver und lässt sich einfach in bestehende Systeme integrieren. Typische Anwendungen sind Materialprüfung, Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle in verschiedenen Industrien.

(Fourier-Transformation) dieser Lichtintensitätssignale ermittelt.

Integration in bestehende Systeme

Aufgrund seiner kompakten Bauweise von $68 \times 124 \times 66$ mm lässt sich das Spektrometer in bestehende Analyse- und Überwachungssysteme integrieren. Es unterstützt sowohl diffuse Reflexions- als auch Transmissionsmessungen und kann somit flüssige, feste oder pulverförmige Proben analysieren. Die Ethernet-Schnittstelle sowie die Kompatibilität mit Windows- und Linux-Betriebssystemen ermöglichen eine einfache Einbindung in OEM-Geräte.

Die mitgelieferte Auswertungssoftware erlaubt die Konfiguration von Messparametern, die Datenerfassung und Visualisierung. Zusätzlich stehen Dynamic Link Library (DLL)-Spezifikationen zur Verfügung, mit denen Anwender eigene Softwarelösungen entwickeln können.

Anwendungsbereiche

Das FT-NIR C16511-01 bietet eine hohe Empfindlichkeit und spektrale Auflösung für präzise Analysen, Materialtests und Qualitätskontrollen – insbesondere dort, wo Mobilität und Effizienz gefragt sind. Typische Einsatzgebiete sind die verfahrenstechnische Analytik, die Prüfung und Sortierung von Agrarprodukten und Lebensmitteln, die Arzneimittelprüfung sowie die Prüfung und Sortierung von Kunststoffen und anderen Materialien.



„Präzision direkt in der Linie“

Im Interview: Kilian Höfling, Sales Engineer Academic, spricht über das neue Spektrometer C16511-01 von Hamamatsu

inspect: Herr Höfling, wie trägt der integrierte Halbleiterlaser des C16511-01 zur Verbesserung der Wellenlängengenauigkeit bei – und welche Vorteile ergeben sich daraus für industrielle Anwendungen?

Kilian Höfling: Der integrierte VCSEL-Laser spielt eine zentrale Rolle bei der präzisen Überwachung der Position des beweglichen Spiegels im Interferometer. Dadurch wird die Wellenlängengenauigkeit deutlich verbessert. Das hat gleich mehrere Vorteile für die Industrie: Die Messstabilität bleibt auch bei Vibrationen und Temperaturschwankungen erhalten, was besonders in rauen Produktionsumgebungen entscheidend ist. Zudem reduziert sich der Kalibrierungsaufwand erheblich, und die kontinuierliche Qualitätskontrolle kann direkt in der Produktionslinie erfolgen – ohne Unterbrechung oder manuelle Eingriffe.

inspect: Welche Branchen profitieren Ihrer Meinung nach am stärksten von den neuen Funktionen des Spektrometers?

Höfling: Das Spektrometer ist vielseitig einsetzbar und bringt für mehrere Branchen Vorteile. In der Lebensmittelindustrie etwa ermöglicht es eine präzise Sortierung und Qualitätskontrolle sowie die frühzeitige Erkennung von Verunreinigungen. In der Biotechnologie kann es zur Echtzeitüberwachung biologischer Prozesse wie Fermentation eingesetzt werden. Auch die Landwirtschaft



profitiert durch die Analyse von Böden, Pflanzen und Düngemitteln. Zudem unterstützt es die Kunststoffindustrie bei der Materialprüfung und Sortierung.

inspect: Was sind typische Anwendungsfälle für das Spektrometer im industriellen Alltag?

Höfling: Das Spektrometer eignet sich für die Inline-Prozessüberwachung in Produktionsanlagen, etwa an Förderbändern oder in Rohrleitungen. Es prüft Feststoffe, Flüssigkeiten und Pulver. In der Lebensmittel- und Agrarbranche wird es zur Authentifizierung und Sortierung eingesetzt, während es in der Pharmaindustrie bei der Inhaltsstoffbestimmung eine wichtige Rolle spielt. In der Bioprozessanalyse, etwa bei Zellkulturen oder Fermentationsprozessen, liefert es wertvolle Daten.

inspect: Welche Trends beobachten Sie aktuell bei Spektrometern und deren Anwendung?

Höfling: Ein klarer Trend ist die Miniaturisierung. Tragbare und sogar Smartphone-basierte Spektrometer gewinnen an Bedeutung. Gleichzeitig sehen wir eine zunehmende Integration in automatisierte Systeme, etwa Roboterlösungen. Besonders spannend ist der Einsatz von Künstlicher Intelligenz zur Spektrenauswertung und Mustererkennung – das eröffnet ganz neue Möglichkeiten in der Prozessoptimierung.

inspect: Was dürfen wir als nächstes von Hamamatsu in diesem Bereich erwarten?

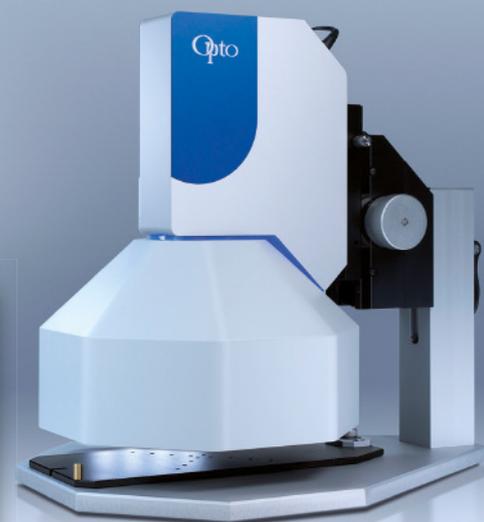
Höfling: Wir arbeiten intensiv an der Verbreiterung des Wellenlängenbereichs, um noch weitere Anwendungen abdecken zu können. Zudem entwickeln wir unsere firmeneigene Software Tokuspec weiter, mit dem Ziel, die Datenverarbeitung noch schneller und effizienter zu gestalten. Damit möchten wir unseren Kunden nicht nur präzise, sondern auch besonders benutzerfreundliche Lösungen bieten.

KONTAKT
Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH,
Herrsching
ftirengine.hamamatsu.de

solino®

- Detects ALL surface characteristics and anomalies
- AI ready sensor

We Automate Microscopy





Ein digitaler Zwilling der Maschine erlaubt die digitale Nachverfolgung und Simulation von Messungen in Echtzeit.

Bottleneck Qualitätssicherung

Koordinatenmessgerät nimmt Kombination aus Vernetzung, Bedienbarkeit, Präzision und Geschwindigkeit die Komplexität

Messtechnik gilt in der Produktion oft als notwendiges Übel: Selbst mit nur stichprobenartigen Qualitätskontrollen und schnellstmöglichen Messmitteln kann sie selten mit der Geschwindigkeit vorgelagerter Werkzeugmaschinen mithalten. Das Bottleneck Qualitätssicherung intensiviert sich durch immer komplexere Teile bei gleichzeitig kürzeren Entwicklungszyklen und einem Mangel an qualifiziertem Fachpersonal. Ein Koordinatenmessgerät zeigt, wie neue Entwicklungen in der Messtechnik diesen Herausforderungen begegnen können.

Jede produzierende Branche stellt andere Anforderungen an die Messtechnik: Wo der Formenbau mit einer Vielzahl unterschiedlicher Teile hohe Flexibilität und schnelle Programmierbarkeit verlangt, sind in den großen Serienfertigungen der Elektronik- und Automobilindustrien Lösungen mit hoher Geschwindigkeit und weitreichender Automation gefragt. Sicherheitsrelevante Branchen wie Medizintechnik und Luftfahrt bedürfen hingegen maximaler Präzision und hohe Adaptierbarkeit für individuell produzierte Bespoke-Teile.

Doch welchen spezifischen Fokus auch immer eine Branche in der Qualitätssicherung setzt, die Herausforderungen der Messtechnik anwender bleiben gleich: Sie stehen unter zunehmendem Druck, Produktivität und Flexibilität zu steigern, Mitarbeiterengpässe auszugleichen und gleichzeitig sehr hohe Qua-

litätsstandards einzuhalten. Zudem steigt die Anzahl an hochkomplexen Teilen, die gemessen werden müssen, während Entwicklungszyklen immer kürzer werden. So wird die Messtechnik immer mehr zum Bottleneck, das die Produktion verlangsamt. Verstärkt wird dieses Problem durch den wachsenden Mangel an qualifiziertem Fachpersonal, das Messtechnik bedienen sowie programmieren und die erhobenen Daten auswerten kann.

Das Ziel: eine Demokratisierung der Messtechnik

Umso wichtiger werden flexible Messtechniklösungen, die digitale Vernetzung mit einfacher Bedienbarkeit kombinieren. Das Ziel: eine Demokratisierung der Messtechnik – weg von hochkomplexen Systemen, hin zu Systemen, die für alle Anwender nutzbar und skalierbar sind. Ein Beispiel für eine

Messtechniklösung, die sich an genau diese komplexe Kombination aus Vernetzung, Bedienbarkeit, Präzision und Geschwindigkeit wagt, ist Hexagons kürzlich erschienenen Koordinatenmessgerät Maestro. Statt eine Weiterentwicklung bestehender Koordinatenmessgeräte darzustellen, entwickelten die Experten von Hexagon es von Grund auf entlang der Anforderungen ihrer Kunden. Anwendung findet es in der Geometrieprüfung komplexer Bauteile zur finalen Teilekontrolle oder als Teil des Entwicklungsprozesses, bei Serienmessungen in Produktionsnähe sowie für automatisierte Nahprozess-Kontrollen in Fertigungsumgebungen.

Das Wichtigste kompakt

Hexagon begegnet dem Bottleneck in der Qualitätssicherung mit dem Koordinatenmessgerät Maestro. Es vereint Präzision, Geschwindigkeit, einfache Bedienbarkeit und digitale Vernetzung. Dank No-Code-Programmierung, Automatisierungsfähigkeit und digitalem Zwilling ist Maestro flexibel einsetzbar – von Serienfertigung bis Medizintechnik. So wird Messtechnik skalierbar und produktionsnah optimierbar.

Programmierung ohne Code

Die schnellste Maschine bringt keine Vorteile, wenn niemand sie programmieren und bedienen kann. Eine Lösung dafür: No-Code-Setup, das keine Programmierkenntnisse voraussetzt und ein schnelleres Einlernen ermöglicht. Maestro setzt dafür auf Hexagons eingebundene Metrology-Mentor-Software. Durch assistierte Programmierung können Bediener aller Qualifikationsstufen Messungen einrichten, ohne eine einzige Zeile Code schreiben zu müssen. Dabei empfiehlt das Programm zu jeder Aufgabe die am besten geeignete Messstrategie und gewährleistet konsistente, genaue Ergebnisse. Für ein prismatisches Werkstück analysiert die Software automatisch die Geometrie sowie die spezifizierten Toleranzen und empfiehlt dem Anwender geeignete Messstrategien, wie eine taktile Punkt-zu-Punkt-Messung für Bohrungen, eine 3-Punkt-Ebenheitsmessung zur Erfassung von Dichtflächen oder andere Positionsprüfungen.

Die Einbindung in Automationssysteme funktioniert ohne Programmierung durch ein speziell dafür entwickeltes Hexagon Metrology Communication Interface (MQTT). Visuelles Feedback direkt an der Maschine zeigt darüber hinaus jederzeit den Status der Maschine an und vereinfacht es, schnell auf etwaige Probleme – etwa in der Kalibrierung oder im Messvorgang – zu reagieren.

Fluide Bewegungen und Rotationen

Um den Geschwindigkeitsanforderungen moderner Produktionen gerecht zu werden, setzt Maestro auf mechanische Verbesserungen wie synchronisierte Multi-Achsenbewegungen und 360°-Rotation der B-Achse. Das reduziert Positionierungszeiten und macht Re-Tracking obsolet. Insgesamt erreicht die Maschine dadurch Beschleunigungen von bis zu 6.500 mm/s², in der Messung kommt sie auf eine Geschwindigkeit von bis zu 1.100 mm/s. Vereinfachte Einrichtungsprozesse, beispielsweise durch Einmessung der Tastwechselrichtung, und stark beschleunigte Kalibrierungsroutinen sorgen für zusätzliche Zeitersparnis.

Noch höhere Produktivität kann durch die Open-Plattform-Vernetzung und Cloud-Anbindung erzielt werden: Die einfache Integration in Automationssysteme ermöglicht Prozessoptimierungen und hilft so dabei, mit der Produktionsgeschwindigkeit vorgeschalteter Maschinen mitzuhalten.

Digitale Maschinenzwillinge als neuer Standard

Dafür ist Maestro vollständig digitalisiert und von einem digitalen Zwilling begleitet – inklusive digitalem Rack zur Aufbewahrung der einzelnen Sensoren. Die Maschine weiß jederzeit, welcher Sensor im Einsatz ist. Misst die Maschine ein Teil, werden jeder-



Fluide Bewegungen, vereinfachte Einrichtungsprozesse und verbesserte Kalibrierungsroutinen helfen Maestro dabei, hohen Geschwindigkeitsanforderungen gerecht zu werden.

zeit Daten zum Status des Controllers, der Sensorkonfiguration, der verbleibenden Zykluszeit und der Kalibrierungshistorie erfasst und in angebundenen Software-Lösungen visualisiert. In Echtzeit können Anwender so die Messung digital nachverfolgen und auch offline simulieren. Ein solches vollständig digitales System ermöglicht die unkomplizierte Anbindung in Automatisierungs- und IT-Systeme, und es vereinfacht nachträgliche Systemerweiterungen. Im Beispiel von Maestro können etwa modulare Upgrades zur Erhöhung der Präzision und Geschwindigkeit oder neue Sensoren jederzeit nachgerüstet werden.

Die Messergebnisse dienen aber nicht nur der Bewertung des Teils als IO oder NIO: Die erhobenen Daten erlauben langfristig Rückschlüsse auf die Fertigung – etwa zum Abnutzungsgrad der Werkzeuge – und ermöglicht so Optimierungspotenziale, beispielsweise beim Werkzeugeinsatz oder den verwendeten Frässtrategien.

Ein erster Schritt weg vom Bottleneck

Maestro wird insbesondere in Branchen mit hohen Anforderungen an Präzision, Geschwindigkeit und Digitalisierung Anwendung finden – darunter die Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Energiebranche, Medizintechnik und der Werkzeug- und Formenbau. Alle Herausforderungen der Messtechnik in der produzierenden Industrie wird das Koordinatenmessgerät nicht auf einen Schlag lösen können, doch das Beispiel zeigt, mit welchen Mitteln das Bottleneck Qualitätssicherung angegangen werden kann – und welche Optimierungspotenziale es aufdecken kann.

AUTOR

Manuel Müller

Senior Product Marketing Manager bei Hexagon

KONTAKT

Hexagon AB, Stockholm, Schweden
www.hexagon.com

alle Bilder: Hexagon

Historische Anzeige aus dem Jahr 1999

Maschinelles Sehen mit System und Kompetenz

+ Systeme*

+ Beleuchtung

Optik

VISION & CONTROL

– Komponenten für die industrielle Bildverarbeitung



Vision & Control GmbH
Pfütschbergstraße 16
D-98527 Suhl
Tel. 036 81 / 79 74 - 0
Fax 036 81 / 79 74 - 44

Besuchen Sie uns im Internet:
www.vision-control.com

* Bildverarbeitungs Hard- und Software Systeme



Inline-Dickenmessung für Band- und Plattenmaterialien

Die Thicknessgauge-Systeme von Micro-Epsilon bieten eine präzise Inline-Dicken- und 3D-Messung für Band- und Plattenmaterialien, ideal für Anwendungen in der Batterieproduktion und Metallherstellung. Mit vielen Sensormodellen, Messbereichen und Messbreiten sind diese Systeme flexibel anpassbar. Sie messen Materialien bis zu einer Stärke von 50 mm und sind als C-Rahmen- oder stabile O-Rahmensysteme erhältlich, die sich leicht in Produktionslinien integrieren lassen. Die Sensoren basieren auf verschiedenen Messprinzipien, darunter Laser-Profilesensoren, Laserpunktsensoren, konfokale, kapazitive und Wirbelstromsensoren. Die Systeme ermöglichen Festspur-, Mehrspur- und traversierende Dickenmessungen. Anpassungen sind schnell und kostengünstig möglich.

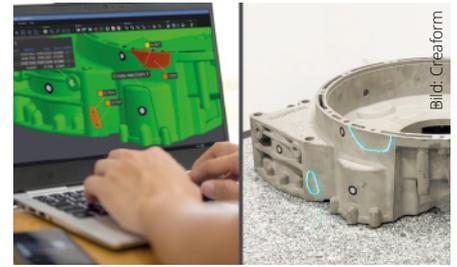
www.micro-epsilon.de



Automatisierte Präzisionsmessung

Smartmeasure-AL heißt ein neues System zur automatisierten Messung von Mitutoyo. Es ermöglicht einen durchgehenden Betrieb ohne Bedienerinfluss, was die Produktivität steigert und Ausfallzeiten reduziert. Messergebnisse werden direkt an CNC-Maschinen übermittelt, was Echtzeit-Anpassungen und optimierte Arbeitsabläufe ermöglicht. Das System sorgt für konsistente Messungen und reduziert Fehler durch wiederholte, gleichbleibende Abläufe. Die benutzerfreundliche Software erlaubt eine einfache Bedienung und erneute Messungen ohne vollständige Serienwiederholung, was Materialabfall und Zeit spart. Eine flexible Konfiguration und automatische Teileprogrammwahl durch RFID-Technologie machen Smartmeasure-AL vielseitig einsetzbar. Es bietet eine effiziente Möglichkeit, die Genauigkeit und die Maschinenlaufzeit zu erhöhen.

www.mitutoyo.de



Laserprojektion-Zusatzmodul für Creaform Inspektionslösungen

Creaform hat ein neues Laserprojektion Zusatzmodul für seine Inspektionslösungen vorgestellt, das Teil der Creaform Metrology Suite ist. Dieses Add-on verbessert die Scan > Analyse > Project-Funktionalität und adressiert kostspielige Nacharbeiten sowie Montageherausforderungen in verschiedenen Industrien. Durch die Übernahme von Virtek Vision erweitert das Modul die Funktionalität des Inspection-Moduls und bietet eine metrologische visuelle Führung. Es ermöglicht das Scannen von Bauteilen, die Analyse von Abweichungen und die Projektion von Informationen auf physische Bauteile. Die Pick-and-Project-Funktionalität und dynamisches Referenzieren bieten Echtzeitprojektionen aus der Inspektionssoftware.

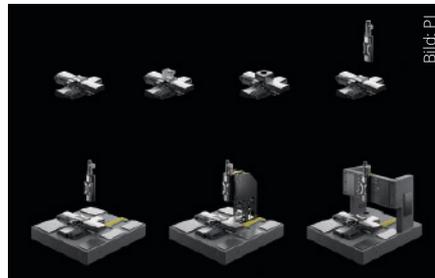
www.creaform3d.com



Effiziente Prozessoptimierung und Qualitätssicherung in der Medizintechnik

Kistler präsentierte auf der Automatica Lösungen zur Prozessoptimierung und Qualitätssicherung in der Medizintechnik. Das Unternehmen zeigt ein breites Spektrum an Produkten für automatisierte Fertigungen, darunter das High-Speed-Fügemodul NCFQ 2166A und das Prozessüberwachungssystem Maxymos BL 5867C. Diese Neuheiten unterstützen Hersteller bei der Einhaltung hoher Qualitätsansprüche und Dokumentationspflichten. Das High-Speed-Fügemodul bietet eine hohe Präzision und Dynamik für Anwendungen mit kleinen Kräften. Die Smart Single Station erleichtert die Prozessentwicklung und ermöglicht höchste Präzision und Rückverfolgbarkeit. Das Maxymos BL 5867C bietet schnelle Prozessbewertung und Anlagenintegration.

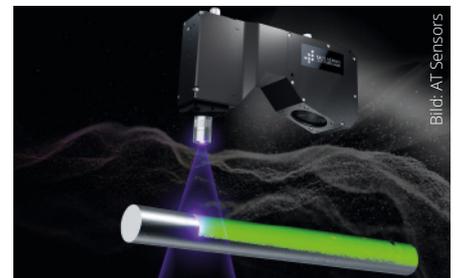
www.kistler.com



Skalierbares Multiachssystem

Physik Instrumente (PI) präsentiert das integrierte Multiachssystem X-417, das für industrielle Anwendungen entwickelt wurde, die hohe Präzision, schnelle Einsatzbereitschaft und Flexibilität erfordern. Das System basiert auf einer standardisierten, konfigurierbaren Architektur und bietet mehrere Ausbaustufen, die vollständig vorkonfiguriert geliefert werden. Es ist als XY-Hochlastsystem mit Stellwegen von 102 bis 407 mm konzipiert und kann um eine Z-Achse oder einen Präzisionsrotationstisch erweitert werden. Drei Performanceklassen mit dem G-901 Controller von ACS bieten Optionen für unterschiedliche Präzisions- und Durchsatzanforderungen. Die Servoboost-Technologie verbessert die Konturierungsleistung. X-417 eignet sich für Anwendungen wie Lasermikrobearbeitung und Elektronikfertigung.

www.pi.de



3D-Sensor für anspruchsvolle Industrieanwendungen

Der MCS High-Power Laser von AT Sensors ist ein hochleistungsfähiger modularer 3D-Sensor, der für herausfordernde Industrieanwendungen entwickelt wurde. Er verfügt über ein leistungsstarkes Lasermodul, das auch unter extremen Bedingungen präzise Messergebnisse liefert. Mit einer optischen Leistung von 2,5 Watt, siebzehnmals stärker als Standardvarianten, ermöglicht er stabile 3D-Scans bei schwierigen Lichtverhältnissen, wie direkter Sonneneinstrahlung oder reflektierenden Metalloberflächen. Der Sensor ermöglicht eine Arbeitsdistanz und Scanbreite von bis zu 2,8 m. Er ist in vier Wellenlängenvarianten erhältlich. Er eignet sich für Anwender mit hohen Anforderungen an Geschwindigkeit, Präzision und Integrationsfähigkeit.

www.at-sensors.com



Bild 1: Fasern von veraschtem kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff



Bild 2: Mit der CLT bearbeitete Durchlichtaufnahme von Buchenholzfasern

Bild: Michael Busch/Joachim Ohser

Die Sehnenlängentransformation

Eine neue Methode der Bildverarbeitung zur Analyse von Faserstrukturen

Die Fourier-, Wavelet-, Radon-, Hough-, Wasserscheiden- und Distanztransformation sind etablierte Werkzeuge der Bildverarbeitung mit breiter Anwendbarkeit. Weniger bekannt ist dagegen die Sehnenlängentransformation (chord length transform, CLT), die auf Binärbilder angewendet werden kann und daher eine gewisse Verwandtschaft zur Distanztransformation aufweist. Mit der CLT wird jedem Pixel des Vordergrundes die Länge der längsten Sehne (chord, intercept) zugeordnet, die durch dieses Pixel verläuft, wobei eine diskretisierte Sehne als Bresenham-Linie verstanden wird. Die CLT kann z.B. dahingehend modifiziert werden, dass jedem Vordergrundpixel statt der Länge die Richtung der längsten Sehne zugeordnet werden kann.

Zu den Anwendungsgebieten der CLT gehört die Trennung (Segmentierung) sich kreuzender, lang gestreckter Objekte (z.B. Fasern). Bei der industriellen Qualitätskontrolle von Faserverbundwerkstoffen nach DIN EN ISO 6427:2014-08 wird unter anderem die Verteilung der Faserlängen bestimmt, indem

das Material verascht oder die Kunststoffmatrix mit einem geeigneten Lösemittel aufgelöst wird und die verbliebenen Fasern auf einen Objektträger gebracht werden. Dabei ist man bestrebt, die Fasern auf dem Objektträger präparativ zu vereinzeln, um eine nachträgliche Objektrennung mit Methoden der Bildverarbeitung zu vermeiden. Die präparative Vereinzeln der Fasern ist jedoch oft unzureichend. Durchlichtmikroskopische Aufnahmen von Fasersystemen veraschter kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe (carbon fiber reinforced polymer, CFRP) sind in der Regel sehr kontrastreich, sodass sich das Fasersystem problemlos segmentieren lässt. Die Trennung der sich gegenseitig überlappenden Fasern stellt jedoch eine Herausforderung für die Bildverarbeitung dar. Erfolgversprechend ist die Anwendung der CLT. In Bild 1 sind die maximalen Sehnenlängen (pseudocoloriert) dargestellt, die den Faserlängen entsprechen. Das Grauwert histogramm des CLT-Bildes entspricht daher dem Histogramm der (längengewichteten) Verteilung der Faserlängen. Auf ähnliche Weise kann mit der CLT

auch die Richtungen der maximalen Sehnen generiert werden. Das zugehörige Grauwert histogramm wäre das Histogramm der Richtungsverteilung der Fasern.

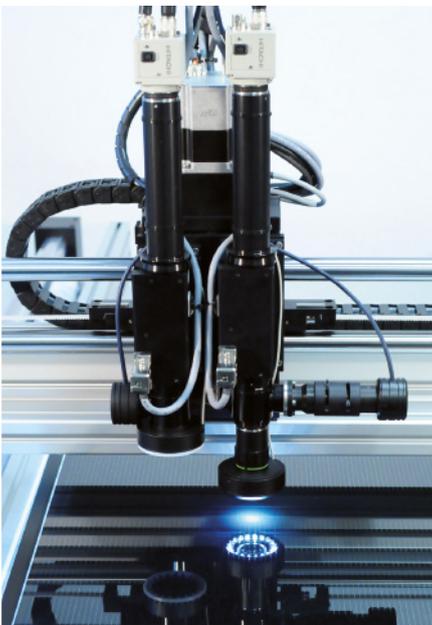
In ihrer Standardversion kann die CLT allerdings nur sinnvoll auf Systeme gerader Fasern angewendet werden. Für Systeme gekrümmter Fasern ist zusätzlicher Aufwand erforderlich. Eine Expansion der CLT in die dritte Dimension ist dabei zielführend. Bild 2 zeigt eine mit der CLT bearbeitete Durchlichtaufnahme von Buchenholzfasern, wobei die pseudocolorierten Pixel der Länge der Fasern entspricht.

Abschließend sei darauf verwiesen, dass die CLT darüber hinaus erfolgreich zur Messung der Richtungsverteilung (in Form des Strukturensors) und zur Trennung von Fasern in mikrotomographischen Aufnahmen von Faserverbundwerkstoffen angewendet werden kann.

AUTOR

Prof. Dr. Joachim Ohser

Historische Anzeige aus dem Jahr 2011



solino™

Lösungen für die Oberflächeninspektion

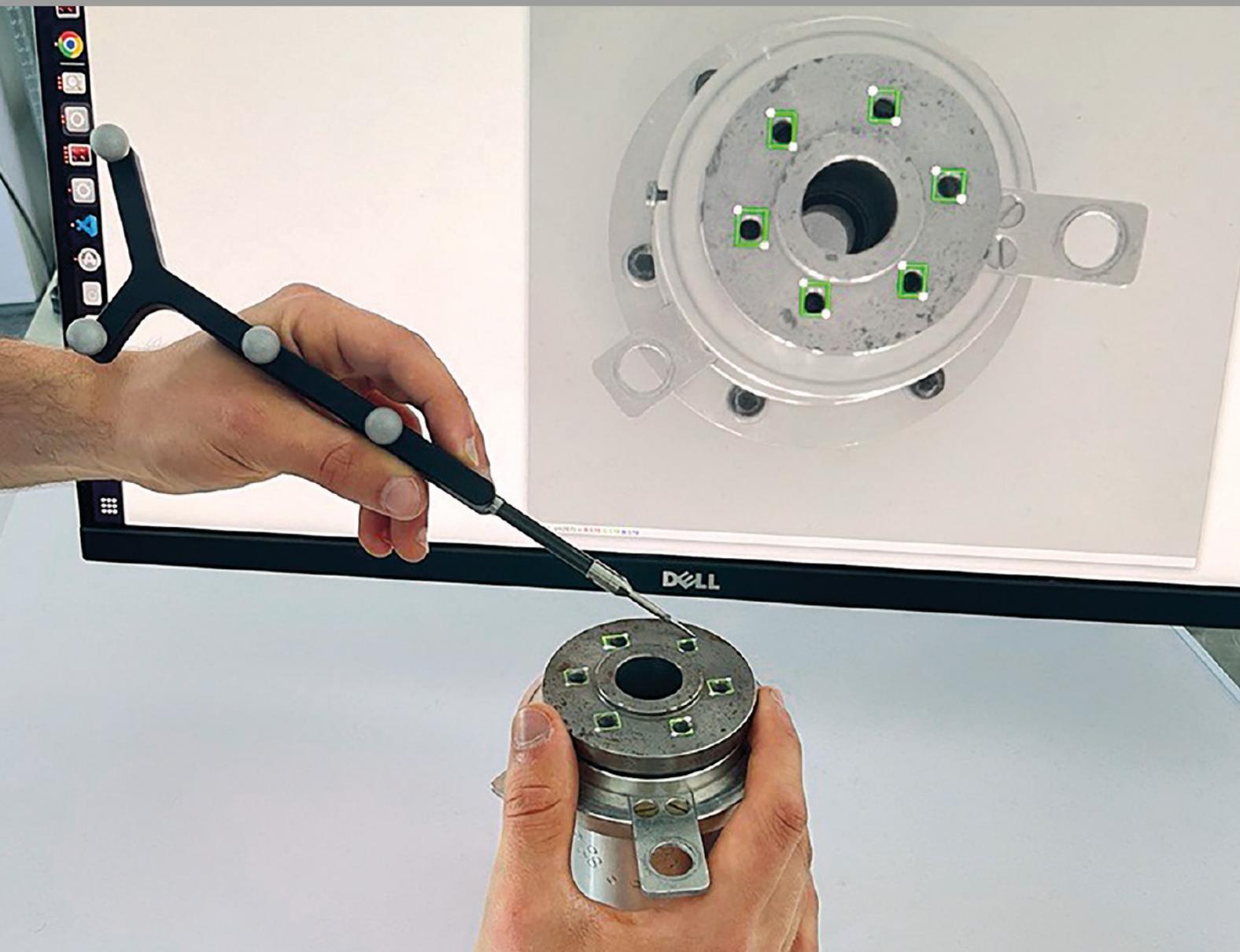
- ➔ Stand Alone Materialanalyse
- ➔ Komponenten für Maschinenintegration
- ➔ Mikroskopische Inspektionssysteme

Opto Solutions in Optics,
Designed by Opto

www.solino.com

inspect

BLICK IN DIE FORSCHUNG



66 Wie Anomaliedetektionsmethoden die Automatisierung der manuellen Inspektion unterstützen
Selbstlernende Prüfsysteme mittels künstlicher Intelligenz

68 Durchfahrt durch die Röntgenanlage
Hochenergie-Computertomographiesystem für großvolumige Objekte

In Kooperation mit:



Bild: EMVA

Methoden zur Anomaliedetektion und Röntgen-Anlage XXL



Bild: EMVA

Thomas Lübke,
Geschäftsführer des EMVA

Die aktuelle Ausgabe der EMVA „Research meets Industry“-Reihe stellt einen weiteren interessanten Ansatz vor, wie KI in der Qualitätskontrolle weiter integriert werden kann; und spannt im zweiten Beitrag den Bogen zum Hauptthema „Imaging the Invisible“ des diesjährigen European Machine Vision Forum der EMVA vom 16.-17. Oktober in Fürth.

Komplexe Inspektionsprobleme sind auch für KI-basierte Systeme noch immer eine Herausforderung und bedürfen vielfach noch der manuellen Unterstützung. Einen Lösungsansatz dazu beschreibt der erste Beitrag dieser Rubrik. Forschende am Fraunhofer IPK in Berlin haben ein mehrstufiges System entwickelt, das mittels Prozessbeobachtung und der Anwendung von KI-basierten Assistenzsystemen Mitarbeiter entlastet und gerade solche komplexen Prüfprozesse zuverlässiger macht. Verwendet wird dazu eine Kombination aus Inline-Datenannotation und leistungsfähigen Clustermethoden zum aussagefähigen Defektclustering. Dies ermöglicht die Generierung von Defektlabeln. Zudem könnte dieser Ansatz mit der zukünftigen Einbeziehung von synthetischer Datengenerierung die automatische optische Inspektion ab Losgröße 1 ermöglichen.

»» **Das Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS entwickelt eine neue Generation von großräumigen CT-Anlagen, durch die Batteriespeicher oder sogar ganze Fahrzeuge in ihrer natürlichen Lage hindurchfahren können.**

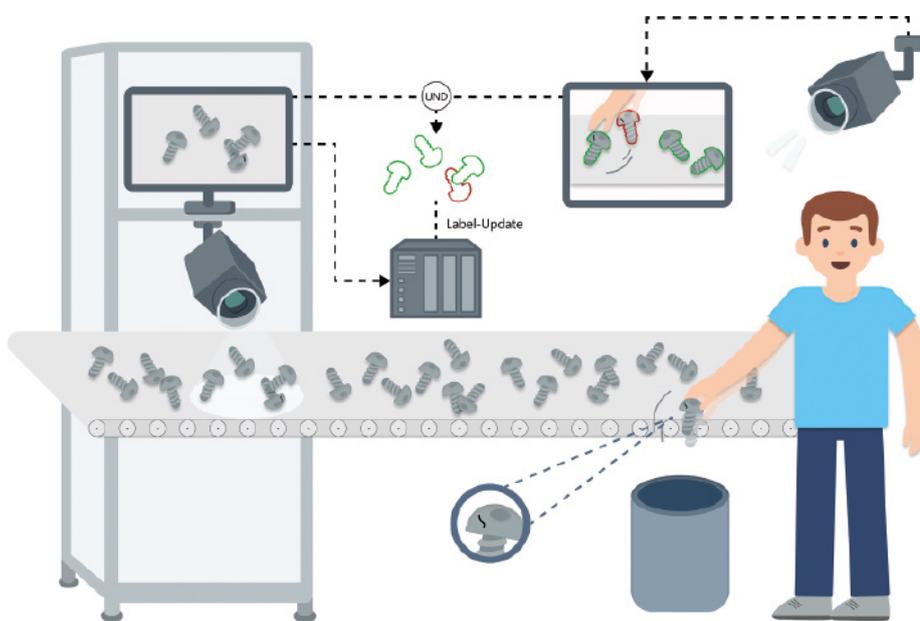
Der zweite Fachbeitrag kommt vom gastgebenden Institut des diesjährigen European Machine Vision Forum 2025 [siehe hierzu das Interview ab Seite 8 in dieser Ausgabe], dem Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS in Fürth. Moderne Computertomographie verwendet hochenergetische Röntgenstrahlung und ermöglicht die vollständige Analyse beispielsweise ganzer Batteriesysteme, ohne sie zerlegen zu müssen. Dafür entwickelte das Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS eine neue Generation von großräumigen CT-Anlagen, durch die Batteriespeicher oder sogar ganze Fahrzeuge in ihrer natürlichen Lage hindurchfahren können. Die Methode erlaubt auch die Untersuchung von Batteriespeichern in kritischem Zustand, die in feuerhemmenden Transportbehältern aufbewahrt werden müssen. Zudem sollen die so gewonnenen Volumendaten künftig leichter zugänglich gemacht und verständlicher werden. Weitere Einblicke in diese spannende Technologie bietet der Autor persönlich als Referent auf dem European Machine Vision Forum 2025, der in unserer Branche einzigartigen „Research meets Industry“-Veranstaltung der EMVA!

Thomas Lübke
EMVA-Geschäftsführer

Wie Anomaliedetektionsmethoden die Automatisierung der manuellen Inspektion unterstützen

Selbstlernende Prüfsysteme mittels künstlicher Intelligenz

Forschende arbeiten an Lösungen, die auf Basis von Anomaliedetektionsmethoden den Aufwand zur Bearbeitung komplexer Inspektionsprobleme verringern. So können Prozessbeobachtung und die Anwendung von Assistenzsystemen Mitarbeiter entlasten und Prozesse zuverlässiger machen.



Die schematische Darstellung veranschaulicht die automatisierte Erfassung von Annotationen. Die rechte Kamera beobachtet den Sortierprozess und markiert aussortierte Produkte in den gespeicherten Daten des zukünftigen Sortiersystems (linke Kamera) als defekt.

Owohl leistungsfähige KI-gestützte Inspektionssysteme zunehmend verfügbar sind, bleibt die Qualitätskontrolle in vielen Unternehmen ein manueller Prozess. Die Vielfalt der Produktionsgüter mit komplexen Geometrien und Oberflächen machen die Einführung kompliziert. Zudem können sich, beispielsweise im Bereich der mobilen Robotik oder in der Lebensmittelproduktion, die zu betrachtenden Szenen stark unterscheiden. Bei kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) wird der wirtschaftliche Nutzen zusätzlich durch den hohen Aufwand für die Datenerhebung und deren Annotation eingeschränkt. Dabei ist eine belastbare Datengrundlage entscheidend für die breitere Einführung KI-basierter Methoden in der industriellen Qualitätskontrolle.

Darum werden Lösungen wichtiger, die den Produktions- und Qualitätssicherungs-

prozess selbst als Datenquelle nutzen. Dadurch lassen sich Datensätze mit geringerem manuellen Aufwand sammeln.

Label-Generierung durch Beobachtung

Durch die Beobachtung manueller Sortierentscheidungen erfahrener Qualitätsprüfer kann eine Datenbasis für KI-basierte Methoden generiert werden. Dazu überwacht ein Kamerasystem den Sortierbereich von oben und zeichnet kontinuierlich auf, wie die Prüfer:innen die Güter als „IO“ oder „NIO“ klassifizieren. Dies erfolgt, indem die Ware beim Durchlaufen des Qualitätssicherungsbereichs beobachtet wird und das System erkennt, wenn Produkte, die als defekt betrachtet werden, vom Förderband entnommen werden.

Ein visuelles Tracking der Güter entlang der Produktionslinie ermöglicht die Rückfüh-

rung der gewonnenen Sortierentscheidung auf die Perspektive des zukünftigen Inspektionssystems. So werden Inspektionsbilder und deren Labels ohne zusätzlichen manuellen Aufwand verknüpft und strukturiert gespeichert.

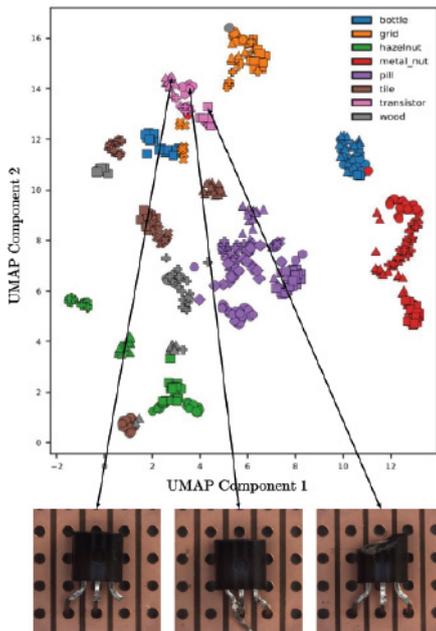
Die dabei gewonnenen Labels enthalten allerdings nur binäre Informationen (IO oder NIO), jedoch keine pixelgenaue Defektannotation. Für das Anlernen klassischer Defekterkennungsverfahren und klassifikationsbasierter KI-Methoden reicht dies nicht aus. Hier kommen die Vorteile von Anomaliedetektionsverfahren (AD) zum Tragen, da diese ohne Vorwissen über mögliche Defektcharakteristiken trainiert werden können. Dies ist möglich, da sie die Prüfaufgabe umformulieren. Anstelle dem Erkennen definierter Defekte soll das Verfahren alle Abweichungen vom Soll-Wert erfassen.

Clustern von Defekten

AD-Methoden können potenziell alle visuellen Abweichungen vom Sollzustand eines Produkts erkennen. Die Herausforderung besteht jedoch darin, dass sie nicht zwischen den Arten von Defekten unterscheiden können. Diese Information ist für das Optimieren von Produktionsprozessen oder für eine gezielte Nachbearbeitung jedoch oft entscheidend. Hier setzt der Ansatz des Defekt-Clusterings an: Dabei werden visuelle Merkmale der Defektstellen extrahiert und automatisiert in sich ähnelnden Gruppen

Das Wichtigste kompakt

Anomaliedetektionsmethoden ermöglichen die automatisierte optische Inspektion ohne aufwendige Datenannotation: Durch Beobachtung manueller Sortierprozesse mittels Bildverarbeitungssystem entstehen automatisch gelabelte Datensätze. Das sogenannte Clustering gruppiert die erkannten Defekte effizient. Einen weiteren Schritt geht das Projekt „KI-Photoline“, das 2D- und 3D-Analysen zur präzisen Defekterkennung verwendet. Ziel ist eine zuverlässige Qualitätskontrolle ab Losgröße 1 – für Unternehmen mit variantenreicher Produktion.



Die Abbildung zeigt verschiedene Objekte [MVTec AD] und die automatisch generierten Defektklassen am Beispiel defekter Transistoren.

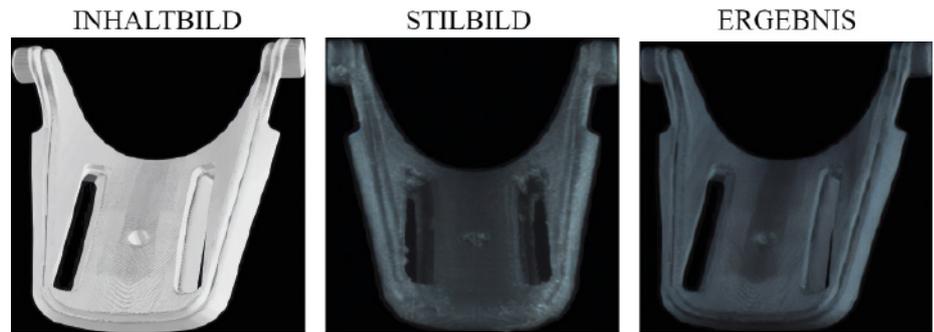
gesammelt. Für die manuelle Annotation genügt es anschließend, pro Cluster wenige repräsentative Beispiele zu sichten und mit dem entsprechenden Label zu markieren. Anschließend kann das Inspektionssystem im Betrieb detektierte Schadstellen bereits bekannten Defektklassen zuordnen. Auch das Training von detektionsbasierten KI-Methoden ist auf dem semi-automatisch generierten Datensatz möglich, da neben den IO/NIO-Labels der Produkte nun auch die Defektregionen erfasst sind.

Assistenzsysteme helfen bei komplexen Prüfobjekten

Komplexe Geometrien und Oberflächenstrukturen in Kombination mit engen Toleranzen beziehungsweise kleinen Defekten sind in der Regel eine Herausforderung für die automatisierte optische Inspektion (AOI). Modelle, die unter statischen Bedingungen und eindimensionalen Fehlerbildern gut funktionieren, verlieren hier oft an Leistungsfähigkeit.

Um KI-Systeme jedoch zuverlässig zu trainieren und die Herausforderungen komplexer Geometrien zu bewältigen, sind nicht nur viele, sondern vor allem aussagekräftige Daten erforderlich.

Assistenzbasierte Systeme können Qualitätsprüfer unterstützen, indem sie mittels Anomaliedetektion Defekte lokalisieren und bewerten. Ist der Defekt markant genug, kann das betroffene Produkt automatisiert ausgeschleust werden. Andernfalls werden dem Anwender die zu prüfenden Regionen angezeigt. Dieses Feedback fließt anschließend ins System zurück, sodass ein Kreislauf entsteht, der sich kontinuierlich an neue Fehler und Produktionsbedingungen anpasst.



Beispiel für das Generieren synthetischer Trainingsdaten aus Konstruktionsdaten. Hier werden neue Posen des zu prüfenden Objekts für das KI-Training generiert.

Globale Anomaliedetektion für die schnelle 2D/3D-Prüfung

In dem Projekt „KI-Photoline“ wird aktuell zusammen mit den Partnern ein multiperspektivischer Ansatz erforscht. Dabei erfassen mehrere Kameras das Objekt aus unterschiedlichen Blickwinkeln in hoher Auflösung. So werden auch schwer einsehbare Bereiche und komplexe Geometrien visuell erfasst. Hochaufgelöste Kamerabilder sollen zudem das Erkennen kleiner Defekte auf großflächigen Prüfobjekten ermöglichen. Die Herausforderung hierbei liegt vor allem im Erforschen von AD-Methoden, die solche Auflösungen noch verarbeiten können. Die Forschenden vom Fraunhofer IPK entwickeln derzeit Verfahren auf Basis von KI-Architekturen zur effizienten Auswertung globaler und lokaler Bildmerkmale.

Zudem ermöglicht das Multikamerasystem eine lokale 3D-Rekonstruktion der Defektstellen mittels Photogrammetrie. So lassen sich Defekte mit geringem Zeit- und Rechenaufwand vermessen.

Im ersten Schritt erfolgt hierzu eine 2D-Analyse mittels AD, bei der Abweichungen pixelgenau als auffällige Regionen markiert werden. Im Anschluss ermittelt eine 6D-Posenschätzung die exakte Lage und Orientierung des Objekts im Raum und referenziert die identifizierten Defektinformationen in den passenden CAD-Daten. Für eine detaillierte Beurteilung wird aus den entsprechenden Bildausschnitten eine lokale 3D-Rekonstruktion erstellt. Diese liefert präzise Informationen über die Oberflächenstruktur, die Tiefe und die Form der Defekte und schafft damit eine Grundlage für Qualitätsentscheidungen und Prozessoptimierungen.

Automatische optische Inspektion ab Losgröße 1

Da AD-Methoden keine Defektabbildungen für das Training benötigen und in Kombination mit der Generierung synthetischer Trainingsdaten das Potenzial bieten, die optische Inspektion bereits ab dem ersten produzierten Gut zu übernehmen, sind sie besonders vielversprechend. Die Verbreitung von Diffu-

sionsmodellen im Bereich der KI-basierten Bildgenerierung verleiht dieser Vision starken Auftrieb. Das Ziel dabei ist, neue Produkte auf Basis ihrer CAD-Daten mit der jeweiligen Zieltextur zu versehen.

Fazit

Mithilfe von Anomaliedetektionsystemen lässt sich der manuelle Aufwand für die Einführung von KI-Methoden in der Produktion bereits heute senken. Die Kombination aus Inline-Datenannotation und leistungsfähigen Clustermethoden ermöglicht dabei auch die Generierung von Defektlabeln. In Zukunft werden zudem neue Ansätze aus dem Bereich der synthetischen Datengenerierung in Kombination mit Anomaliedetektionsmethoden eine automatische optische Inspektion ab Losgröße 1 ermöglichen. Das ist vor allem für Auftragsfertiger mit kleinen Losgrößen und stetig wechselnden Produktionsgütern vorteilhaft, da sich so Automatisierungspotenziale heben lassen. Die Vision ist es, eine AOI bereits vor der Produktion des ersten Produkts, auf Basis der Fertigungsdaten, bereitzustellen.

Literatur

[MVTec AD] Paul Bergmann, Michael Fauser, David Sattlegger, Carsten Steger: MVTec AD — A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection; in: IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 9584-9592, 2019, DOI: 10.1109/CVPR.2019.00982

AUTOR

Martin Pape
Stellvertretender Abteilungsleiter am
Fraunhofer IPK

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik IPK, Berlin
E-Mail: martin.pape@ipk.fraunhofer.de
www.ipk.fraunhofer.de



Durchfahrt durch die Röntgenanlage

Hochenergie-Computertomographiesystem für großvolumige Objekte

Mit dem Computertomographiesystem Gianteye ist es jetzt möglich, großvolumige Objekte in horizontaler Ausrichtung mit hoher Röntgenenergie von 9 MeV zu untersuchen. Auflösungen bis zu 200 μm sind dabei möglich. Das Prüfsystem kann für die Untersuchung von Flugzeugtriebwerken oder für die Analyse von Batteriemodulen in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden.

Die zweidimensionale Röntgendurchstrahlungsprüfung ermöglichte es, Leichtmetallräder und -fahrwerkskomponenten flächendeckend auf die Straße zu bringen. Heute ist es die dreidimensionale Computertomographie (CT), die die Transformation des Automobils vorantreibt. Auch bei der Herstellung und Qualitätssicherung von Batteriezellen spielt die CT eine wichtige Rolle. Bei den neuen Zellgenerationen verlässt keine Zelle das Werk ohne mittels CT geprüft worden zu sein. Die CT-Systeme halten Einzug in die Fertigung: Die komplexer werdenden Produkteigenschaften, gepaart mit immer kürzer werdenden Entwicklungszyklen und neuen Herstellungsverfahren, führen den Anspruch

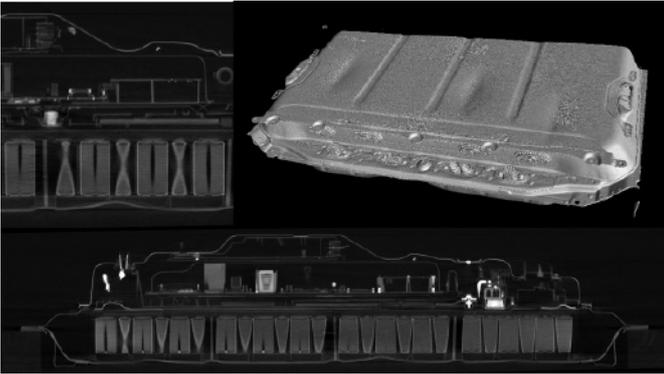
einer fehlerfreien Produktion an seine Grenzen. Gewinner sind die Hersteller, die über moderne Verfahren die Produktqualität absichern.

Typisches Einsatzgebiet: Batteriespeicher

Die XXL-CT analysiert Batteriemodule sowie gesamte Speichersysteme. Sobald die Zellen zu einem Modul und diese wiederum zu einem Batteriesystem zusammengebaut wurden, stoßen die konventionellen Methoden der Computertomographie an ihre Grenzen. Die XXL-CT überwindet diese und ermöglicht die In-situ-Analyse des inneren Zustands des Batteriesystems in Hinblick auf Lage, Form,

Das Wichtigste kompakt

Die moderne Computertomographie ermöglicht die Analyse ganzer Batteriesysteme, sogar im eingebauten Zustand im Fahrzeug. Sie erkennt Verformungen, Leckagen, Aufblähungen und andere Auffälligkeiten, ohne das System zerlegen zu müssen. Dafür entwickelt das Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS eine neue Generation von CT-Anlagen, durch die Fahrzeuge oder Batteriespeicher in ihrer natürlichen Lage hindurchfahren können. Sie nutzt hochenergetische Röntgenstrahlung und erlaubt auch die Untersuchung von Speichern in kritischem Zustand – etwa in feuerhemmenden Transportbehältern. Zudem sollen die so gewonnenen Volumendaten künftig leicht zugänglich und verständlich sein – auch für Nicht-Expertinnen und Experten.



Batteriespeicher nach erfolgreichem Intrusionstest: Die Tiefe der Intrusion lässt sich in den Schnittebenen genau analysieren. Das gerenderte Volumenabbild zeigt die drei Regionen mit der Intrusion deutlich. Die Darstellung der äußeren Verformungen ließe sich auch mit photogrammetrischen Methoden erzielen, die der inneren Strukturen ist nur mittels der XXL-CT-Methodik möglich.



Schnittbild durch ein 3D-Rendering eines Helikopters: Trotz der im Inneren verbauten, festen und schwer zu durchdringenden Werkstoffe ist die Abbildung nahezu frei von Artefakten, die bei der konventionellen CT weiterer Erläuterungen bedürften. Unten rechts ist der Messaufbau des Helikopters auf dem Drehteller der XXL-CT Anlage zu sehen.

Verklebung und Anbindung der einzelnen Zellen in unterschiedlichen Stadien des Lebenszyklus, ohne diese hierfür zerlegen zu müssen. Selbst vollmontiert im Fahrzeug kann das Batteriesystem auf innere Auffälligkeiten hin analysiert werden.

So wurde ein Batteriespeicher in der Erprobung über Fahrbahnschwellen gefahren, um die Auswirkungen einer Intrusion im Inneren des Speichers zu analysieren. An den Schnittdarstellungen kann die Eindringtiefe der Verformung analysiert sowie das Verhalten der darüber liegenden Zellverbände begutachtet werden. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Intrusion lediglich zu einer Verformung der Absorber-Schicht unterhalb des Zellpakets geführt hat und somit keine Deformation der Zellen an sich stattgefunden hat. Dies lässt sich auch gut in den anderen Blickwinkeln anhand der Lageauswertung aller Zellen nachweisen. Aber nicht nur die Zelllage ist hier von Interesse. Weitere zu analysierende Punkte sind Leckagen in Zellen, im Kühlsystem, Verformungen des Batterierahmens und Aufblähungen einzelner Zellen infolge einer Überlastung oder aufgrund von Herstellungsfehlern.

Doch selbst die XXL-CT stößt hier an ihre Grenzen: Für den Scan der flächig aufgebauten Batteriespeicher ist es erforderlich, den Speicher hochkant beziehungsweise angewinkelt aufzustellen, um eine ausreichende gute Durchdringung zu erzielen. Dies ist in manchen Fällen aufgrund des unklaren Zustands des Batteriespeichers nicht möglich. Besonders für vollständige Fahrzeuge bedarf es derzeit einer vollständigen Aufrichtung in einem speziell hierfür ausgelegten Metallgestell. Für Prototypenfahrzeuge, die sich in der Erprobungsphase befinden, wie in physikalischen Zyklastests ist diese Methode ungeeignet, da die Fahrzeuge der Belastung eines Aufrechtstellens nicht ausgesetzt werden sollten.

Weiterentwicklung des XXL-CTs

Deshalb entwickelt das Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS eine neue Generation der Prüftechnik, die es ermöglichen wird, das gesamte Fahrzeug oder den Batteriespeicher in seiner nativen Lage durch den Scanner hindurchzufahren. Damit wird das Röntgenverfahren in der Anwendung stark vereinfacht, sodass eine serienmäßige Nutzung erfolgen kann, beispielsweise im Produktionsanlauf. Besondere Vorteile ergeben sich für Speicher in kritischen Zuständen. Aufgrund der Durchdringungsfähigkeit der eingesetzten hochenergetischen Röntgenstrahlung im Bereich von 9 Megaelektronenvolt lassen sich auch Behälter sowie feuerhemmende Werkstoffe gut durchdringen. So können spezielle Transportbehälter und Einrichtungen zur Anwendung kommen, die selbst im Falle eines „thermal runaway“ ein sicheres Handling ermöglichen. Auch wird die neue Anlage in Zusammenarbeit mit den Anwendern für Lade- und Entlade-Untersuchungen in Echtzeit ausgebaut, sodass mechanische Verformungen über das gesamte Funktionsspektrum des Batteriespeichers erfasst werden. Die XXL-CT-Technologie ermöglicht dabei Auflösungen unterhalb eines halben Millimeters für Objekte mit Abmessungen von mehreren Metern. Dies reicht zwar nicht aus, um den inneren Aufbau einer jeden Zelle präzise zu analysieren, jedoch spielen gerade bei der Durchführung von Lastzyklustests makroskopische Veränderungen, wie das Aufblähen von Zellen infolge innerer chemischer Prozesse, eine wesentliche Rolle.

Nutzbarkeit der Daten für jedermann

Mit der neu errichteten Anlage setzt das Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer IIS auch in anderen Anwendungsfeldern neue Maßstäbe: So soll mit

Hilfe der Technologie ein Werkzeug entstehen, das die Erzeugung digitaler Zwillinge von nahezu jedem Objekt ermöglicht. Die Computertomographie wird dabei überführt von der bislang dominierenden Anwendung in der zerstörungsfreien Prüfung und Qualitätssicherung hin zur ganzheitlichen Dokumentation von Objekten, ähnlich den heutzutage fest etablierten photogrammetrischen Verfahren, jedoch mit dem Einblick in die für das optische Signal verborgenen Bereiche im Inneren des Bauteils. Hierfür bietet einerseits die hochenergetische Röntgentechnik gute Voraussetzungen, da die Bildqualität der gewonnenen Daten von so hoher Güte ist, dass die Volumendaten selbst für Laien gut verständlich sind. Andererseits entwickelt das Fraunhofer IIS ein Verfahren, welches die Nutzung der mittels der XXL-CT gewonnen, riesenhaften Daten „demokratisiert“. Das heißt, ein jeder Datensatz kann auf jeder Computerhardware geladen und intrusiv analysiert werden. Damit soll die Wertschöpfung der Daten auf eine breitere Basis gestellt werden, indem jeder Mitarbeiter im Konzern befähigt wird, die Daten in eingeschränktem Umfang zu nutzen. Bislang reduziert sich der Kreis der Nutzer der Daten auf wenige, die die Daten auswerten.

AUTOR

Michal Salamon

Gruppenleiter Hochenergie-Röntgensysteme
am Entwicklungszentrum Röntgentechnik
EZRT des Fraunhofer IIS

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Integrierte
Schaltungen IIS, Bereich Entwicklungszentrum
Röntgentechnik, Fürth
E-Mail: michael.salamon@iis.fraunhofer.de
<https://www.iis.fraunhofer.de/de/ffzfp.html>

Index

FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE
ABB	45	EVT Eye Vision Technology	49, 56, 62	Mitutoyo Europe	62
Aerotech	43, 56	Excelitas Technologies	45, 6	MVTec Software	29, 30, 45
AHF analysentechnik	45, 47	Falcon Illumination	35	Nürnberg Messe North America	3. Umschlagseite
Allied Vision	35	Fraunhofer Inst.f. integrierte Schaltungen IIS	68	Ohser, Joachim	63
Ametek	62	Fraunhofer-Institut f. Produktions- technik und Automatisierung IPA	50	Opto	6, 38, 59, 63
AT Sensors	62	Fujifilm Electronic Imaging Europe	53	P.E. Schall	7
Autovimation	37, 53, 57	Hamamatsu Photonics Deutschland	31, 38, 53, 58	Physik-Instrumente (PI)	21, 40, 56, 62
Balluff	39	Hexagon Metrology	57, 62	Pleora Technologies	7
Baumer Optronic	7, 26	Hikmicro HIKVISION Deutschland	57	RCT Reichelt Chemietechnik	Beilage
Beckhoff Automation	38	IDS Imaging Development Systems	24, 32	Stemmer Imaging	6
Büchner Lichtsysteme	45	IIM	5, 46	SVS-Vistek	52
Burger Engineering	40	IPF Electronic	40	Vieworks	23, 41
Comet Xylon	15, 2. Umschlagseite	JAI	45	Vision & Control	51, 52, 61
Contrinex	54	Jos. Schneider Optische Werke	9, 33	Vision Components	40, 52
Di-Soric	48	Kistler	62	Vision On Line	57
DK Fixiersysteme	42	Laser Components	39	Visometry	57
Edmund Optics	25, 36, 53	Lucid Vision Labs	11, 29, 55	Wenglor Sensoric	Titelseite, 16, 29, 57
Emergent Vision Technologies	24, 27	Micro-Epsilon Messtechnik	3, 6, 62	Westermann Druck	25
EMVA European Machine Vision Association	8, 24, 65	Midwest Optical Systems	35, 4. Umschlagseite	Ximea	53

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 2024

2025 erscheinen 9 Ausgaben
„inspect“
Druckauflage: 12.000 (1. Quartal 2025)



Abonnement 2024

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 gesell-
schaftsrechtliche 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/Datenträ-
gern 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 | j pva

Printed in Germany
ISSN 1616-5284



WILEY



The Future of Embedded Systems Arrives in Anaheim

Join us at embedded world North America (ewNA), the definitive event for professionals working in embedded systems, edge computing, AI, and IoT. This is more than a trade show. It's a dynamic meeting ground for engineers, developers, product managers, and decision-makers to explore the technologies shaping tomorrow's connected world.

Whether you're sourcing the next big breakthrough or showcasing your latest product, ewNA is where the embedded community comes together to share, learn, and lead. Don't miss your chance to be part of it.

Expected 2025 Demographics

5000+
Attendees

250+
Exhibitors

60+
Sessions

**Register
Now**

**Take your place at the center
of innovation.**





FILTERS: A NECESSITY, NOT AN ACCESSORY.

INNOVATIVE FILTER DESIGNS FOR INDUSTRIAL IMAGING

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

StableEDGE[®] Technology: superior wavelength control at any angle or lens field of view

Unmatched Durability: durable coatings designed to withstand harsh environments

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

Product Availability: same-day shipping on over 3,000 mounted and unmounted filters

