

Fachbericht

# Ich sehe was, was du nicht siehst

## Polarisationskameras für industrielle Applikationen

Mechanische Spannungen im Glas, Fabrikationsfehler bei Kohlefasergeweben, Qualitätsprüfung bei spiegelnden Metalloberflächen: die Bildgebung mit polarisiertem Licht erobert in der industriellen Bildverarbeitung neue Anwendungsfelder. Mit ganz vorn dabei: Baumer mit seinen Polarisationskameras der CX-Serie und das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS mit seinem langjährigem Know-how rund um Polarisationsbildgebung.

Der Effekt verblüfft: Blickt man an einem sonnigen Tag auf eine Wasseroberfläche, sind die Spiegelungen so stark, dass man die Augen zusammenkneifen muss. Setzt man eine Sonnenbrille mit Polfilter auf, sind die Spiegelungen wie weggezaubert und der Blick reicht plötzlich tief ins Wasser hinein. Auch Fotografen nutzen deswegen gerne Polfilter für ihre Objektive, um Spiegelungen auf Wasser, Glas oder Metall zu blockieren und kontrastreiche Bilder zu erhalten. Was im Alltag nützt, hat auch in industriellen Applikationen großes Potential. Aber erst seit einigen Jahren, denn vorher gab es kaum Kameras noch Know-how zum Einsatz von Polarisationsbildgebung. Der von Sony entwickelte Bildsensor IMX250MZR mit direkt auf dem Sensor integrierten Polarisationsfiltern leitete im vergangenen Jahr die Wende zur Entwicklung geeigneter Polarisationskameras wie die CX-Kameras von Baumer ein. Auch Know-how wurde kontinuierlich aufgebaut, wie am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen, das seit mehr als 20 Jahren zu neuen Methoden der Bildgebung forscht und für viele Unternehmen Pilotprojekte im Bereich Polarisation umgesetzt hat. Seit dem vergangenen Jahr tauschen Baumer und das Fraunhofer IIS ihre Erfahrungen aus.

### AOP, DOLP und ADOLP mit einer Aufnahme

Die GigE und USB 3.0 Polarisationskameras von Baumer nutzen die Polarisationsseigenschaften des Lichts. Dafür setzen die Kameras auf den 5 Megapixel Global Shutter Sensor IMX250MZR von Sony, der über eine zusätzliche Polarisationschicht verfügt. In dieser sitzen vor vier benachbarten Pixeln je ein Polarisationsfilter, der nur Licht einer bestimmten

Schwingungsrichtung – 0°, 45°, 90° oder 135° – durchlässt. Stabile Auswertelgorithmen im Software Development Kit Baumer GAPI bestimmen aus den Rohbilddaten automatisch den Polarisationswinkel (AOP, Angle Of Polarization), den Polarisationsgrad (DOLP, Degree Of Linear Polarization) oder beides zusammengefasst (ADOLP, Angle and Degree Of Linear Polarization). Statt eines komplexen Prüfsystems mit wechselnden Filtern oder eines Mehrkamerasystems

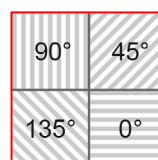
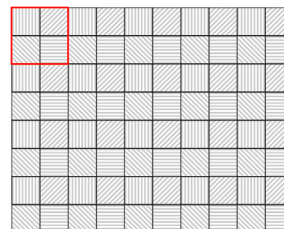
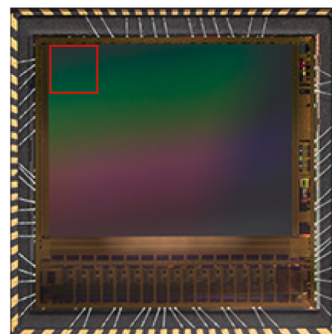


Bild 1

Bild 1: Der 5 Megapixel Global Shutter Sensor IMX250MZR von Sony integriert in einer zusätzlichen Polarisationschicht vier Polarisationsfilter mit 0°, 45°, 90° und 135° in einer 2x2 Anordnung über das gesamte Pixelarray.

reicht so eine Kamera und eine Aufnahme aus – das reduziert die Komplexität sowie die Systemkosten. So werden einfache und kostengünstige inline-Lösungen ermöglicht, bei denen der Anwender flexibel bestimmen kann, welche Informationen für seine weitere Bildauswertung benötigt werden.

### Verborgenes sichtbar machen

Mithilfe von Polarisationskameras werden physikalische, für das menschliche Auge nicht erfassbare Materialeigenschaften sichtbar und damit auswertbar – ein Ölfleck auf einer Metalloberfläche ist fürs Auge zum Beispiel fast unsichtbar, eine Polarisationskamera sieht dagegen einen hellen Kreis. Dank Polarisationsbildverarbeitung werden solche verborgenen Eigenschaften blitzschnell aufgedeckt. Die Bildgebung mit polarisiertem Licht eröffnet auch für andere industrielle Bereiche ganz neue Applikationen, um Fertigungsprozesse zu optimieren, Ausschuss zu reduzieren oder die Qualität zu verbessern. Grosses Potential besteht zum Beispiel in der Glasindustrie. Steht Glas unter mechanischer Spannung, kann es bei Erschütterung, Hitze oder beim Schneiden brechen. Diese unsichtbaren Spannungen entstehen schon beim Abkühlen des Glases, besonders aber wenn es in einen Rahmen mit einer anderen Wärmeausdehnung eingefasst wird. Kritisch ist das beispielsweise bei Fenstern in sicherheitsrelevanten Bereichen, etwa in der Medizin oder in der chemischen Industrie. Bisher werden zur Messung der Restspannung häufig vor und

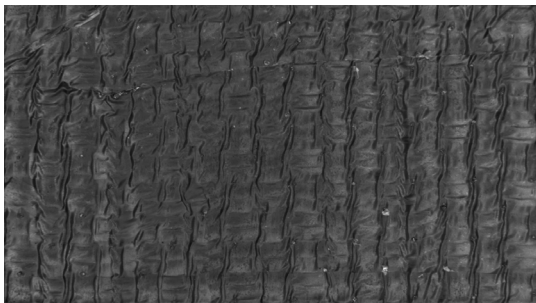


Bild 4

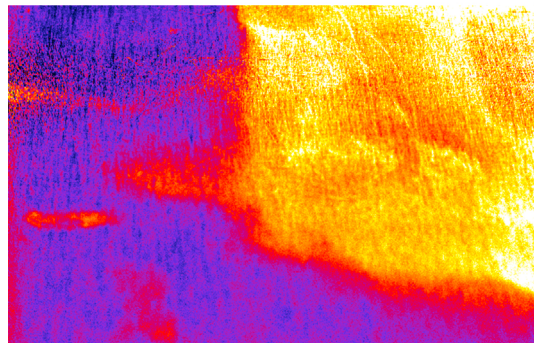


Bild 2

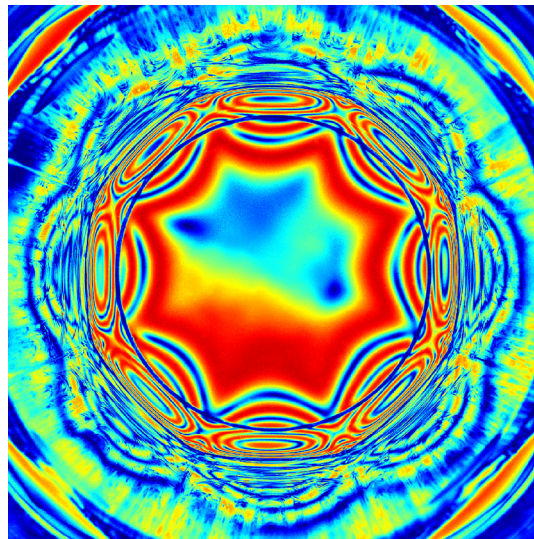


Bild 3

hinter dem Glas gekreuzte Polarisationsfilter eingesetzt. Mit weissem Licht hindurchgeleuchtet werden farbige Strukturen sichtbar, da die Polarisationssebene des Lichts in Abhängigkeit von der mechanischen Spannung im Glas gedreht wird – den Effekt nennt man Spannungsdoppelbrechung. Da jedoch mehrere Bilder hintereinander aufgenommen werden müssen, ist diese Messmethode nicht inline-fähig. Setzt man hingegen auf eine Polarisationskamera liefert nur noch ein Bild alle benötigten Informationen, um verspanntes

Bild 2: Ein Ölfleck auf einem Blech (oben Intensitätsbild S0) ist für das Auge fast unsichtbar – Polarisationskameras machen solche Materialeigenschaften sichtbar (unten Polarisationsgrad DOLP) und damit auswertbar.

Bild 3: Restspannungen im Glas werden dank Polarisationskameras in nur einer Aufnahme sichtbar (Retardation als die gemessene Verzögerung des Lichts).

Bild 4: Die Faserlagen von Kohlenfaser-Verbundwerkstoffen (oben Intensitätsbild S0) können mit Polarisationsbildgebung einfach auf Position und Deformation geprüft werden (unten Polarisation in HSV-Falschfarbendarstellung).

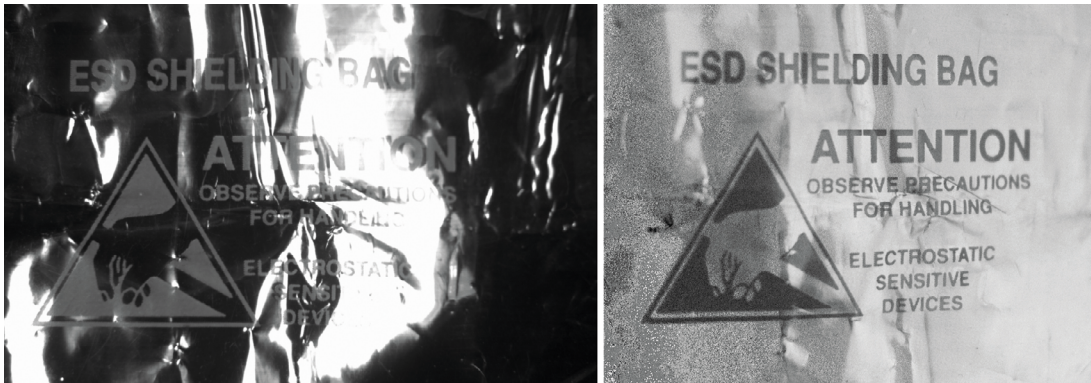


Bild 5



Bild 6

Glas sicher zu detektieren. Eine Industriekamera bietet hier noch einen weiteren Vorteil, wie Dr. Schöberl, Gruppenleiter Bildgebende Verfahren am Fraunhofer IIS, weiss: «In einem Glaswerk ist es heiss und staubig – das Messsystem muss jedoch absolut zuverlässig arbeiten». Robuste Polarisationskameras wie von Baumer können hier entscheidende Vorteile bieten. Interessant ist die Bildgebung mit polarisiertem Licht auch für die Qualitätsprüfung von Kohlefaserverstärkten Kunststoffen (CFK), wie sie in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie eingesetzt werden. Für das Auge sind Kohlefasergewebe dunkelgrau, eine Polarisationskamera erkennt aber, dass der Polarisationswinkel des reflektierten Lichts unterschiedlich ist und von der Richtung der Fasern abhängt. In den berechneten Bildern wird die Faserrichtung farblich dargestellt. Fehler im Faserverlauf, die mit blossen Auge nicht auffallen, aber entscheidenden Einfluss auf die Materialstabilität haben, werden so effizient erkannt. Dank einer Polarisationskalibrierung ab Werk, erreichen die CX-Polarisationskameras eine Winkelauflösung von 1°, um auch kleinste Abweichungen der Faserrichtung

sicher zu identifizieren. Auch bei der Kontrolle von reflektierenden oder glänzenden Oberflächen wie Metall oder Folien punkten Polarisationskameras. Durch die Selektion einer Polarisationsrichtung werden Glanzeffekte effektiv reduziert, um z.B. Kratzer besser zu erkennen oder Codes sicherer zu lesen – ohne dass das Bild insgesamt dunkler wird.

#### Kein Wundermittel

In den letzten Jahren erarbeitet sich das Fraunhofer IIS beim Thema Polarisationsbildgebung eine hohe Bekanntheit. «Viele Anwender kommen mit einem Problem zu uns und fragen, ob wir das mit unserer Technik lösen können. Aber es gibt Grenzen», sagt Schöberl. Das ist zum Beispiel der Fall bei schwarz eingefärbtem Glas oder Mehrschichtglas. «Wir schauen uns jeden Fall an und wenn wir Potential sehen, testen wir das an einem Probeteil.» Die Bildgebung mit Polarisationskameras ist demnach eine wichtige Ergänzung in der Qualitätssicherung, aber eben auch kein pauschales Wundermittel. Für die Beteiligten ist deswegen die ganzheitliche Herangehensweise erfolgswirksam.

Weitere Informationen unter [www.baumer.com/druck](http://www.baumer.com/druck)

Bild 5: In der Qualitätsprüfung spiegelnder Oberflächen wie Folie punkten Polarisationskameras und entfernen Glanzeffekte.

Bild 6: Die Polarisationskameras der CX-Serie eignen sich für die Qualitätskontrolle bei der Glasproduktion, bei der Herstellung von Kohlefasergewebe oder für die Oberflächeninspektionen reflektierender Materialien.



AUTOR  
Torsten Wehner  
Product Manager  
Vision Competence Center