

Fachaufsatz, in ähnlicher Form erschienen in: Der Konstrukteur 9/2016, S. 22-24.
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

Auch Sehen will gelernt sein

Wie industrielle Bildverarbeitung die Möglichkeiten der Maschinenautomation erweitert, am Beispiel der Elektronikfertigung

Industrielle Bildverarbeitung ist der zweckgerichtete Einsatz bildgebender Sensoren in Maschinen und Anlagen. Sie umfasst dabei die automatische Erzeugung, Verarbeitung, Interpretation und Speicherung von Bildern, Bilddaten oder Bildsequenzen mithilfe geeigneter Hard- und Software.

Bildverarbeitung ist ein universelles Werkzeug der Automatisierung, das möglichst nahtlos in Systeme und Prozesse einzubinden ist. Steuerung und Bildverarbeitung müssen dazu möglichst eng kooperieren, besonders wenn sie wichtige Kernaufgaben übernehmen soll.

Steuerung und Bildverarbeitung perfekt zu „verheiraten“ ist jedenfalls der Anspruch der Eckelmann AG aus Wiesbaden. Der Komplettausrüster für die Maschinenautomation und Integrator begreift Bildverarbeitung als einen Schlüssel zur Erhöhung des Automatisierungsgrades und bezieht sie in seine ganzheitlichen Lösungen ein. Dies zeigt dieser Aufsatz anhand der Elektronikfertigung. Es werden typische Aufgaben an sog. Nutzentrennern vorgestellt, die sich auf andere Anwendungen übertragen lassen.

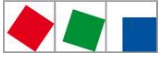


Abb. 1: Die E°CAMBOX deckt ein breites Spektrum typischer Bildverarbeitungsaufgaben an Maschinen ab. (Foto: Eckelmann AG)

Unerlässliche Basis für jede intelligente Bildverarbeitungslösung ist, dass der Automatisierer gemeinsam mit dem Maschinenbauer ein genaues technisches Verständnis für den Prozess und die Anforderungen an die Bildverarbeitung erarbeitet. Nur wer weiß, worauf es bei einem Bearbeitungsprozess ankommt, kann auch verstehen, was gesehen werden soll und Bildverarbeitung zweckgemäß einsetzen.

Einige typische Bildverarbeitungsaufgaben an Maschinen sind:

1. Visualisierung von
 - a. Maschine
 - b. Werkstück oder
 - c. Werkzeug
2. (Bauteil-)Erfassung



Fachaufsatz, in ähnlicher Form erschienen in: Der Konstrukteur 9/2016, S. 22-24.
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

- a. Lagekorrektur von Werkstücken
 - i. „Global“ d.h. Erfassung der Bauteillage (z.B. über Passermarken oder geometrische Merkmale)
 - ii. „Lokal“ d.h. Konturverfolgung an Werkstücken (z.B. Detektion von Bauteilkanten, Schweißnähten, Ritzen o.Ä.)
- b. Vermessung von Bauteilen bzw. Ermittlung der geometrischen Abmessungen
3. (Bauteil-)Identifikation (und Klassifikation) von
 - a. Werkstücken bzw. Bauteilen
 - b. Ladungsträgern
 - c. Werkzeugen
4. (Bauteil-)Bewertung / Qualitätskontrolle
 - a. Anwesenheits- bzw. Vollständigkeitskontrolle bei Werkstücken
 - b. Korrektur bzw. Verschleißmessung von Werkzeugen

Bildverarbeitung am Beispiel Nutzentrennen

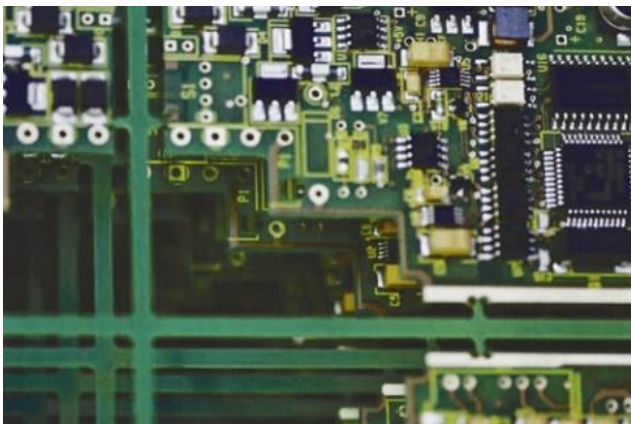
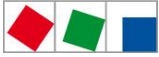


Abb. 2: Ein Nutzen besteht aus mehreren identischen Baugruppen (Foto: Eckelmann AG)

Anhand von Nutzentrennern lassen sich einige dieser Aufgaben veranschaulichen. Elektronische Baugruppen werden im sog. Nutzen gefertigt (s. Abb. 2). Ein Produktionsnutzen besteht aus mehreren identischen Baugruppen. Diese müssen vereinzelt werden. Je nach Größe der Elektronikproduktion geschieht dies halbautomatisch oder vollautomatisch in einer Fertigungslinie.

In einem Nutzentrenner sind Säge- und Frässpindeln präzise von einer CNC anzusteuern. Damit die CNC „weiß“, wo exakt zu schneiden, fräsen und bohren ist, muss das Bauteil identifiziert bzw. klassifiziert werden, um das passende Bearbeitungsprogramm zu laden. Hierfür können per Bildverarbeitung in Bruchteilen von Sekunden Text (OCR), Barcode, Datamatrixcode oder grafische Merkmale auf den Leiterplatten erkannt werden.

Welche Position hat der Nutzen relativ zum Werkzeug bzw. wie ist seine Lage im Maschinenkoordinatensystem? Auch hier kann Bildverarbeitung schnell die Antwort liefern. Hierzu bestimmt ein kalibriertes Bildverarbeitungssystem die Position über sog. Fiducial-Marks bzw. Passermarken. Diese sog. „optischer Ausrichtung“ ist schneller und präziser als das Ausrichten über mechanische Anschläge.



Fachaufsatz, in ähnlicher Form erschienen in: Der Konstrukteur 9/2016, S. 22-24.
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

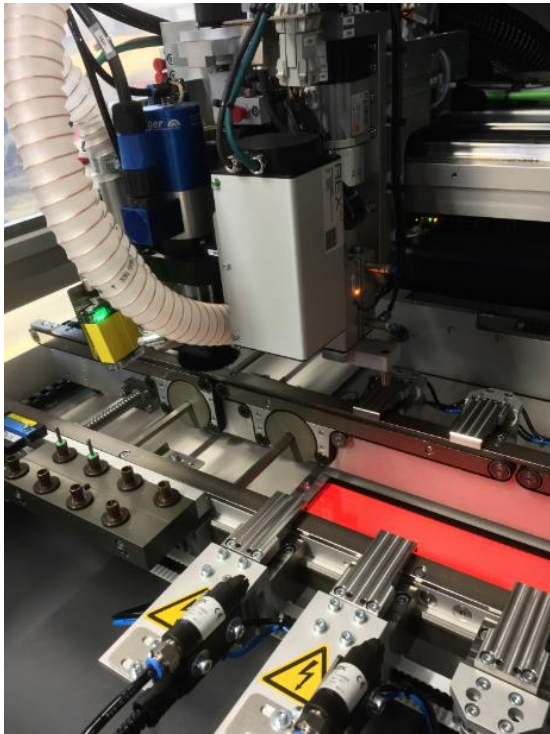


Abb. 3: Blick in einen Nutzentrenner mit Kamera-Einheit (Foto: Rex Automatisierungstechnik)

Nach der Vereinzelung der Baugruppen möchte man wissen, ob die Bearbeitungsschritte korrekt, vollständig und innerhalb vorgegebener Toleranzen ausgeführt wurden. Hierzu kann wiederum Bildverarbeitung z. B. Schnittkanten und Trennschlitz vermessen und z.B. auch erkennen, ob und wo eine automatische Nachbearbeitung erforderlich ist (s. Abb. 4). Qualitätssicherung und Prozesskontrolle greifen hier perfekt Hand in Hand.

Eine solche optische Inline-Qualitätskontrolle mit Feedback an die Steuerung ist für sehr viele Bearbeitungsverfahren interessant.

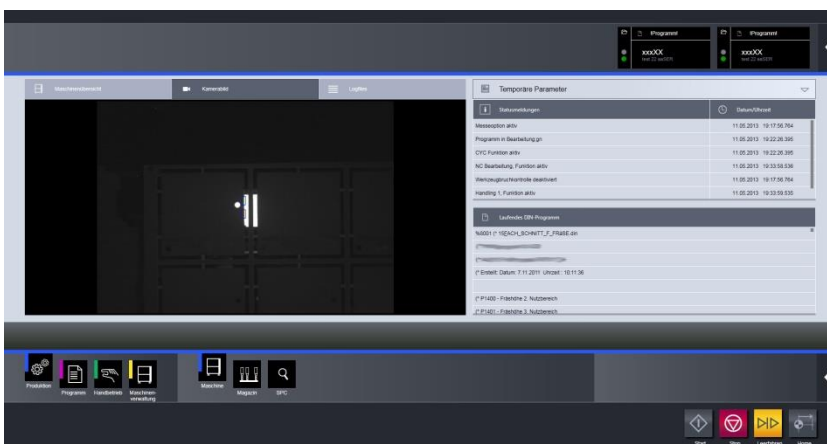
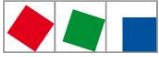


Abb. 4: Beurteilung der Qualität der gefrästen Schlitz mit Live-Bilddarstellung (Foto: Rex Automatisierungstechnik)



Fachaufsatz, in ähnlicher Form erschienen in: Der Konstrukteur 9/2016, S. 22-24.
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

Schließlich kann Bildverarbeitung auch zur Dokumentation einzelner Fertigungsschritte eingesetzt werden. Dies kann z.B. für Branchen wie die Automobilindustrie interessant sein, die hohe Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit stellen.

Das „Beweisfoto“ ist dabei eher ein kostenloses „Nebenprodukt“. Bildbasierte Dokumentationsverfahren haben den Vorteil der optischen Evidenz: Bilder können Prüfprotokolle sinnvoll ergänzen und bei Beanstandungen als vielleicht entscheidender Beweis dienen.

In der Regel werden die Bilddaten darüber hinaus natürlich zur Qualitätssicherung und statistischen Auswertung genutzt. Zur Qualitätssicherung können im Prinzip jegliche technisch sichtbaren Qualitätsparameter untersucht werden, ob Vollständigkeit, Muster, geometrische Merkmale, die Beschaffenheit von Oberflächen oder Kanten, oder ob ein Barcode oder Datamatrixcode korrekt und vollständig aufgedruckt wurde.

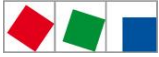


Abb. 5: In das HMI integrierte Bildanalyse (Foto: Rex Automatisierungstechnik)

Bildverarbeitung als fester Bestandteil der Lösung

Will man komplexe Aufgaben wie bei dem zuvor beschriebenen Nutzentrenner mittels Bildverarbeitung lösen, stößt man mit fertigen Vision-Sensoren schnell an Grenzen. Diese sind meist nur für eine Standard-Aufgabe optimiert, wie z.B. das Aussortieren von Schlechteilen oder das Lesen von Codes für das Tracking & Tracing.

In der Maschinenautomation sind hingegen weitaus flexiblere Systeme gefragt, die mehrere Aufgaben übernehmen können und sowohl mit der Steuerung wie der Bedienung in ständigem Austausch stehen (s. Abb. 6). Dies fängt bei simplen Aufgaben wie einer Live-Bilddarstellung in der Benutzeroberfläche an und geht bis zu anspruchsvollen Aufgaben wie der Kalibrierung von Achssystemen oder der Lagekorrektur von Werkstücken. Für solche Fälle müssen Vision-Systeme und Maschinensteuerung perfekt aufeinander abgestimmt sein.



Fachaufsatz, in ähnlicher Form erschienen in: Der Konstrukteur 9/2016, S. 22-24.
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

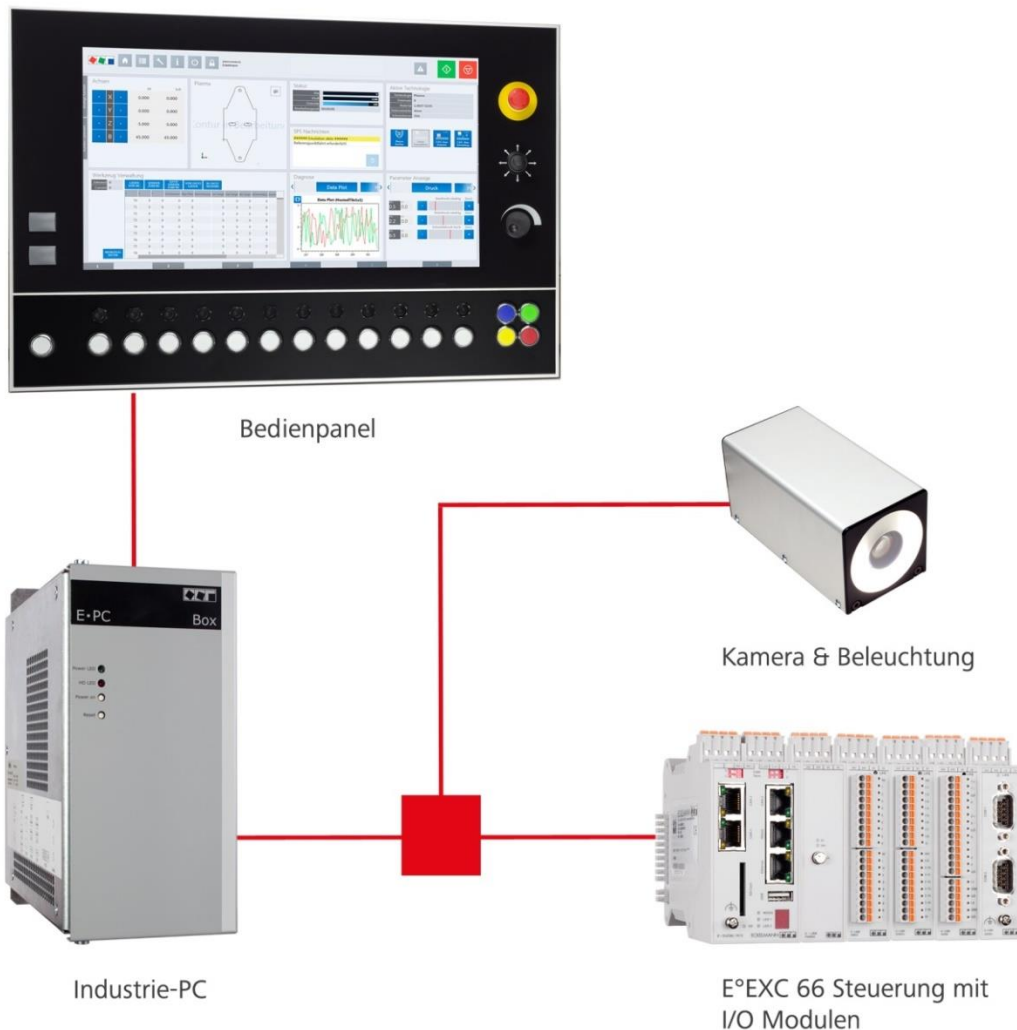
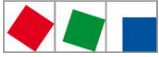


Abb. 6: Aufbau einer integrierten Bildverarbeitungslösung (Grafik: Eckelmann AG)

Szenenbeleuchtung, Optik und Kamera

Damit überhaupt geeignete Bilder entstehen welche mit Algorithmen ausgewertet werden können, müssen die richtigen Methoden zur Bildaufnahme (Kamera, Optik und Beleuchtung) ausgewählt und angewandt werden. Denn wenn die relevanten Eigenschaften des (Prüf-)Objekts auf den Bildern nicht sichtbar (zu machen) sind, helfen einem auch die besten Algorithmen und Filter bei automatisierten Entscheidungen nicht weiter.

Und in der Maschinenautomation geht es häufig auch ganz konkret um die Einbausituation und die sichere Einhausung der Kamera. Anders als bei einer intelligenten Kamera von der Stange, kann man bei Bildverarbeitungslösungen von einem Integrator wie Eckelmann darauf vertrauen, dass alle Automatisierungskomponenten am Ende wirklich harmonieren und passen.



Fachaufsatz, in ähnlicher Form erschienen in: Der Konstrukteur 9/2016, S. 22-24.
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

Bildverarbeitung profitiert von Kooperation

Eckelmann verzeichnet in den letzten Jahren eine vermehrte Nachfrage nach Bildverarbeitungslösungen. Für viele Maschinenbauer gehört Bildverarbeitung heute als Add-on zum Innovationsmodell. Daher arbeitet das Machine-Vision-Team von Eckelmann sehr eng mit dem Bereich Maschinenautomation zusammen, um ganzheitliche Lösungen zu erarbeiten.

Dadurch will Eckelmann seinen Kunden Lösungen mit einem noch höheren Integrationsgrad bieten und auch vermehrt standardisierte Lösungen für Bildverarbeitung an Werkzeugmaschinen entwickeln, die sich perfekt mit den Steuerungen der E°EXC Familie verstehen.



Foto: foto kathrein

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Arno Dewald, Leiter des Machine-Vision-Teams im Bereich Maschinenautomation bei der Eckelmann AG, Wiesbaden, www.eckelmann.de

Kontakt:

Eckelmann AG
Berliner Straße 161
65205 Wiesbaden
Telefon: +49 (0)611 7103-0
E-Mail: info@eckelmann.de