

KI verändert die Rolle der Bildverarbeitung

Vom Qualitätsprüfer zum intelligenten Prozessversther

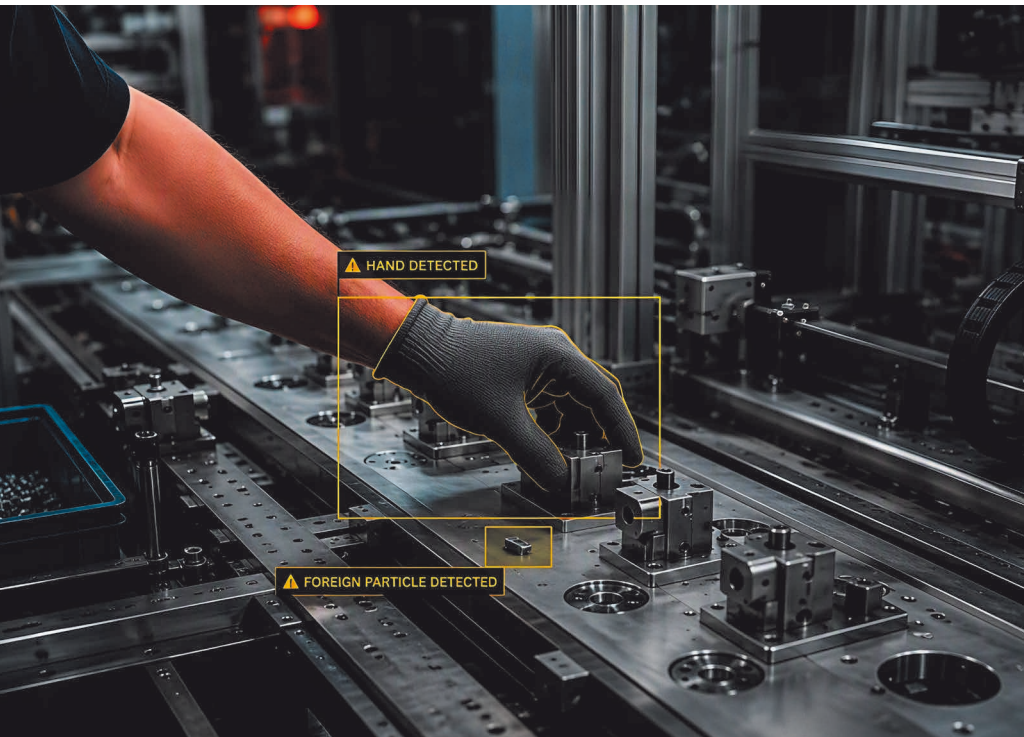


Bild 1: Eine oder mehrere Monitoringkameras überwachen den Werkzeugraum und dokumentieren den Prozessablauf. © KI-generierte Illustration einer Beispielanwendung

Künstliche Intelligenz verändert die industrielle Bildverarbeitung grundlegend. Doch anders als viele Diskussionen vermuten lassen, steht die Branche nicht vor einem vollständigen Wandel von klassischer Bildverarbeitung zu neuronalen Netzen. Vielmehr entwickelt sich Machine Vision zu einem Werkzeug, das weit über die reine Qualitätskontrolle hinausgeht. Moderne Systeme erkennen nicht nur Fehler, sondern liefern zunehmend Erkenntnisse über Prozesse, Anlagenzustände und Optimierungspotenziale.

KI erweitert die klassische Bildverarbeitung

Solange Merkmale eindeutig beschreibbar sind und die Produktionsbedingungen stabil bleiben, lassen sich Mess-, Prüf- und Identifikationsaufgaben noch immer äußerst zuverlässig mit regelbasierter Bildverarbeitung lösen. Doch die Anforderungen moderner Fertigungen haben sich verändert. Durch Variantenvielfalt, häufige Produktwechsel, wechselnde Umgebungsbedingungen und schwer definierbare Fehlerbilder stoßen klassische Regelwerke zunehmend an ihre Grenzen. Hier eröffnet KI neue Möglichkeiten.

Anstatt Merkmale manuell zu programmieren, lernen neuronale Netze relevante Eigenschaften direkt aus annotierten Beispieldaten. Dadurch lassen sich auch komplexe Qualitätsmerkmale sicher bewerten. Die Praxis zeigt allerdings, dass die leistungsfähigsten Lösungen selten ausschließlich aus KI bestehen. Viel häufiger entstehen erfolgreiche Systeme durch die intelligente Kombination klassischer Algorithmen mit datengetriebenen lernenden Verfahren. Für Anwender ist jedoch nicht entscheidend, welche Technologie im Hintergrund arbeitet. Ausschlaggebend sind Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und eine einfache Integration in bestehende Prozesse.

Erfolg entsteht durch Flexibilität auf Systemebene

Industrieunternehmen sehen sich heute mit immer kürzeren Produktzyklen konfrontiert. Prüfaufgaben müssen daher schneller angepasst werden können als noch vor wenigen Jahren. Neue Produkte, unterschiedliche Bestückungen und wechselnde Fehlerbilder würden bei klassischen Verfahren regelmäßig Anpassungen durch Bildverarbeitungsspezialisten erforderlich machen. Dahingegen lassen sich KI-basierte Anwendungen über weitere Trainingsdaten vergleichsweise einfach an neue Produkte oder Fehlerbilder anpassen. Anwender können dazu neue Prüfmodelle über No-Code-Werkzeuge anlernen und innerhalb kurzer Zeit die veränderten Anforderungen einbeziehen. Dadurch verkürzen sich Umrüstzeiten und Prüfkonzepte bleiben auch bei hoher Variantenvielfalt beherrschbar.

Das Gesamtsystem entscheidet

Doch der eigentliche Mehrwert entsteht nicht allein durch den KI-Algorithmus, die Trainingsdaten und Erkennungsraten. In der Praxis entscheidet das Gesamtsystem über den Erfolg. Bildqualität, Sensorik, Datenpfade, Rechenplattformen, Schnittstellen und Bedienbarkeit beeinflussen das Ergebnis mindestens ebenso stark wie das eingesetzte Modell. Entscheidend ist die Kombination aus zuverlässiger Bilderfassung, intuitiver Software und einfacher Bedienbarkeit. Erst dieses Zusammenspiel macht die Technologie im Produktionsalltag wirtschaftlich nutzbar. Selbst die beste KI kann keine zuverlässigen Entscheidungen treffen, wenn die Bilddaten unzureichend sind oder die Integration in den Produktionsprozess nicht funktioniert. Deshalb zeigt sich in vielen Projekten, dass der wirtschaftliche Nutzen weniger durch maximale Rechenleistung entsteht, als durch eine saubere und einfache Integration in bestehende Abläufe.

Qualitätssicherung ohne KI-Expertise

Wie niedrig die Einstiegshürde moderner Vision-Systeme mittlerweile geworden ist, zeigt ein Anwendungsbeispiel aus der Holzindustrie. Bei der manuellen Prüfung von Klebeverbindungen in der Parkettfertigung existierte zuvor keinerlei automatisierte Bildverarbeitungslösung. Ziel war es, diese Qualitätskontrolle einzuführen, jedoch ohne umfangreiche Kenntnisse in der Bildverarbeitung oder zusätzliche IT-Infrastruktur aufbauen zu müssen.

Zum Einsatz kam eine intelligente Kamera, die Bilderfassung, KI-Auswertung und industrielle Kommunikation direkt in einem Gerät vereint. Dadurch konnte die Lösung ohne zusätzlichen

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Seitz
Product Marketing Manager

IDS Imaging Development Systems GmbH
www.ids-imaging.de

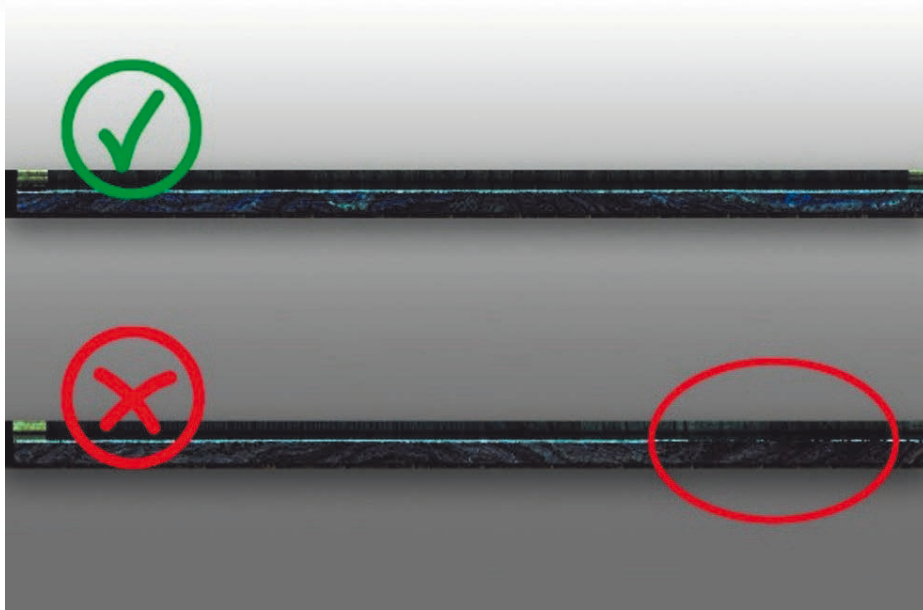


Bild 2: OK und NOK – Der fehlerhafte Bereich zeigt im rechten Drittel eine unzureichende Klebeverbindungen von Parketlagen. © Scheucher Holzindustrie GmbH

Industrie-PC integriert werden. Nach Aussage des Anwenders lieferte das System bereits nach kurzer Zeit so zuverlässige Vorhersagen, dass der Aufwand für manuelle Prüfungen deutlich reduziert werden konnte (Bild 2).

Das Beispiel verdeutlicht einen grundlegenden Trend: KI wird zunehmend als integrierte Funktion bereitgestellt, anstatt als eigenständiges Technologieprojekt eingeführt werden zu müssen. Dadurch profitieren auch Anwender ohne

tiefgehendes Bildverarbeitungs-Know-how von einer schnellen und spürbaren Entlastung.

Prozessmonitoring als nächster Entwicklungsschritt

Parallel zur klassischen Qualitätsprüfung entsteht damit ein weiteres Anwendungsfeld mit großem Potenzial: das kontinuierliche Prozessmonitoring (Bild 3). Moderne Embedded-Vision-Systeme mit leistungsfähigen SOC (System on Chip) kombinieren KI-Analyse, Videoaufzeichnung und Streaming direkt in der Kamera. Sie beobachten Produktionsabläufe dauerhaft und dokumentieren automatisch relevante Ereignisse.

Anstatt lediglich einzelne Bilder zu speichern, können komplette Videosequenzen mit Vor- und Nachalarmzeit aufgezeichnet werden. Dadurch erhalten Qualitätsmanager, Instandhalter und Produktionsverantwortliche einen lückenlosen, hochauflösenden Videostream und damit eine gemeinsame Datengrundlage, um Ursachen von Störungen deutlich schneller zu identifizieren und Verbesserungen gezielt umzusetzen.

Diese Form der visuellen Prozessanalyse macht Bildverarbeitung erstmals zu einem durchgängigen Werkzeug für die kontinuierliche Verbesserung von Produktionsabläufen.

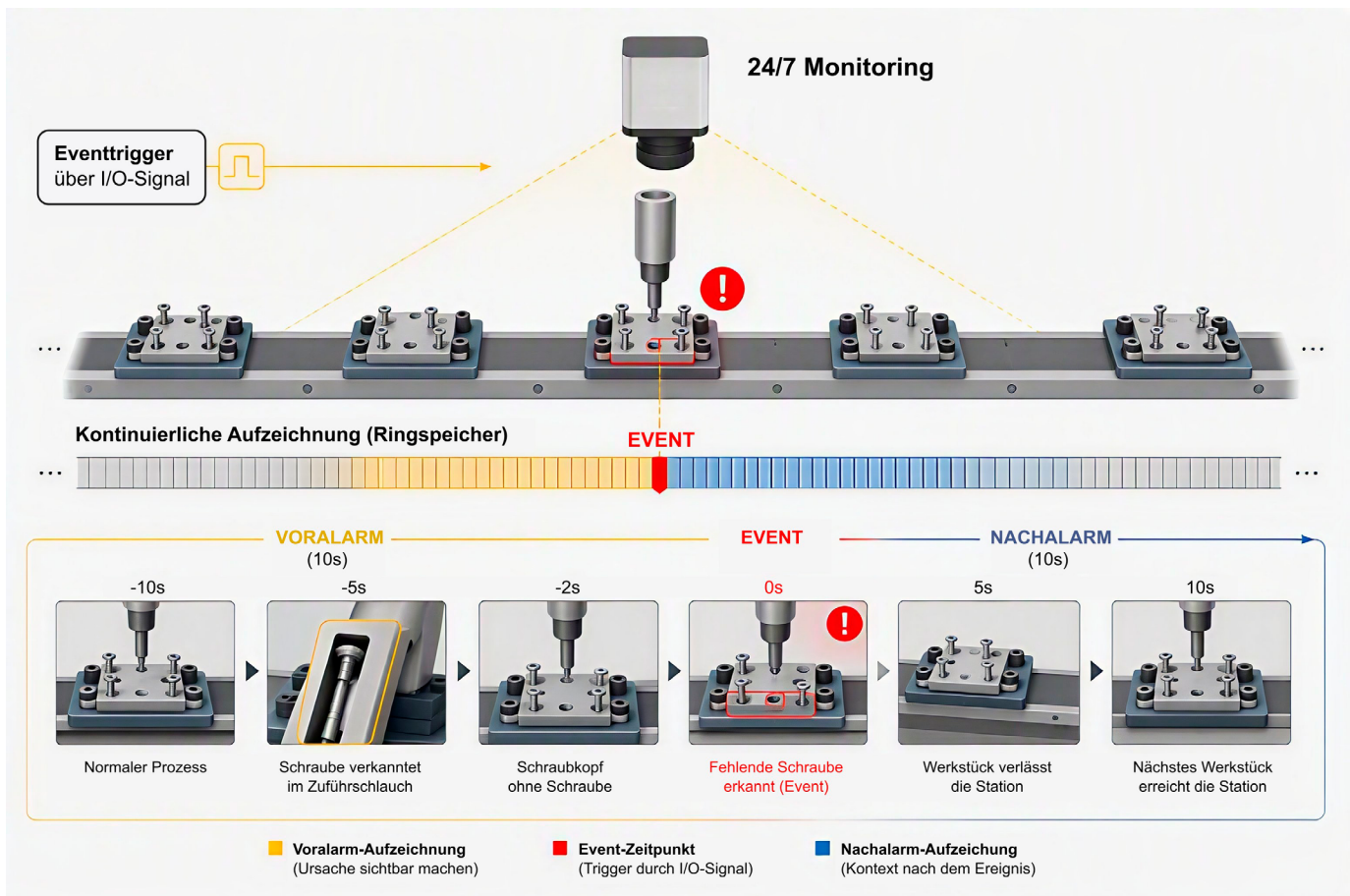


Bild 3: Monitoringkameras überwachen Produktionsprozesse kontinuierlich und zeichnen ereignisgesteuert Videosequenzen mit Voralarm und Nachalarm auf. So lassen sich Ursachen von Störungen nachvollziehen und Prozessabläufe lückenlos dokumentieren. © KI-generierte Illustration

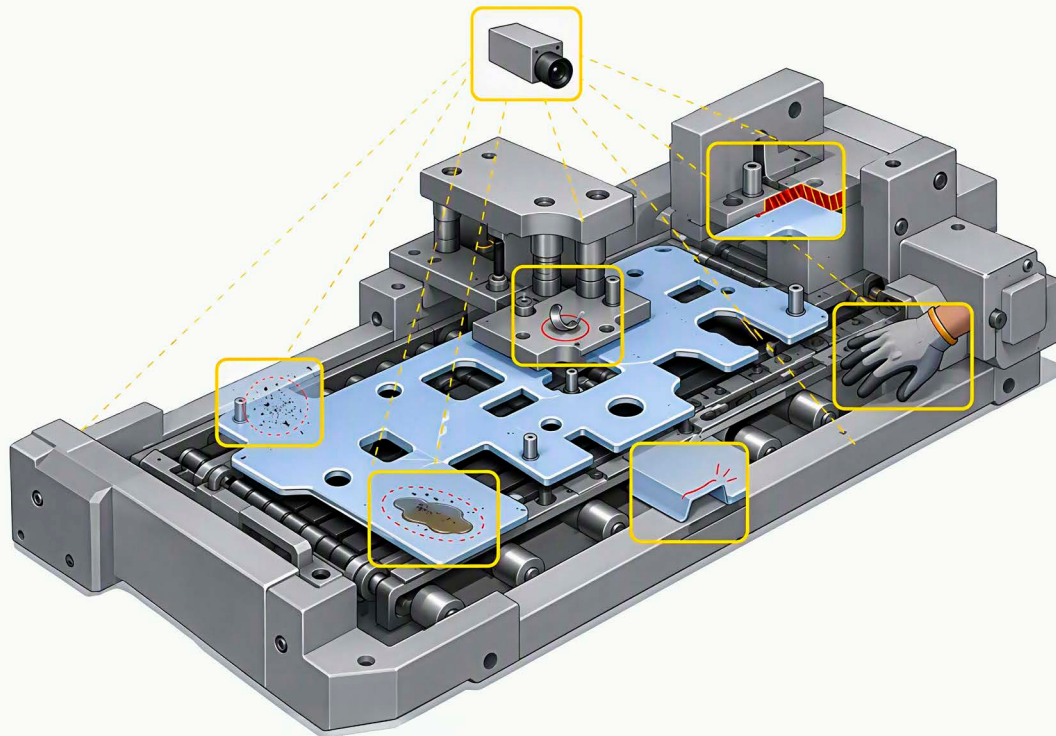


Bild 4: KI-basierte Bildverarbeitung überwacht den Prozess kontinuierlich und erkennt Abweichungen, bevor daraus ein gravierender Schaden am Werkzeug oder längere Produktionsausfälle entstehen. © KI-generierte Illustration von möglichen Prozess-Störungen

Von der Fehlererkennung zur vorausschauenden Wartung

KI-basierte Bildverarbeitung beschränkt sich längst nicht mehr auf die Erkennung von Fehlern. Durch die kontinuierliche Analyse von Mustern, Zuständen und Veränderungen über längere Zeiträume gewinnen Vision-Systeme ein immer tieferes Verständnis für das Verhalten von Prozessen und Anlagen (Bild 4). Dadurch entstehen wertvolle Informationen, die nicht nur eine frühzeitige Erkennung von Verschleiß oder Abweichungen ermöglichen, sondern zugleich die Grundlage für eine umfassendere Überwachung von Produktionsabläufen schaffen. Die Kamera wird damit zunehmend zum digitalen Prozessbeobachter und identifiziert Ereignisse, die zunächst noch keine sichtbaren Qualitätsprobleme zeigen.

Genau darin liegt ein enormes Potenzial für Prozessoptimierung und Anlagenverfügbarkeit. Denn in vielen Fertigungsprozessen entstehen Probleme schleichend. Werkzeuge verschleißen, Komponenten verschmutzen oder Prozessparameter verändern sich langsam. Die eigentlichen Qualitätsmängel treten oft erst deutlich später auf.

Statt ausschließlich bekannte Defekte zu suchen, erkennen moderne KI-basierte Systeme Anomalien und Abweichungen vom Normalzustand. Dadurch lassen sich Wartungsmaßnahmen gezielt planen, bevor Werkzeugschäden oder ungeplante Produktionsstillstände entstehen. Der Nutzen liegt dabei nicht nur in der Vermeidung von Ausschuss. Unternehmen gewinnen ein bes-

seres Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Prozessverhalten, Anlagenzustand und Produktqualität.

Generative KI als Helfer im Hintergrund

Dabei findet auch generative KI zunehmend ihren Weg in industrielle Anwendungen. Ihre wichtigste Rolle liegt derzeit jedoch nicht in der eigentlichen Fehlererkennung. Für produktive Qualitätsprüfungen bleiben spezialisierte Modelle weiterhin die erste Wahl. Industrieanwendungen benötigen robuste und nachvollziehbare Entscheidungen – Eigenschaften, die durch klar definierte und validierte Modelle besser gewährleistet werden können.

Deutlich größer erscheint das Potenzial generativer KI bei der Erzeugung synthetischer Trainingsdaten. Aus wenigen realen Bildern lassen sich zusätzliche Varianten erzeugen, die unterschiedliche Beleuchtungen, Perspektiven oder Defektausprägungen abbilden. Dadurch lässt sich die verfügbare Trainingsbasis erweitern, ohne sämtliche Szenarien in der Realität erfassen zu müssen.

Die Zukunft gehört Embedded Vision und No-Code

In den kommenden Jahren werden leistungsfähige Embedded-Vision-Systeme weiter an Bedeutung gewinnen. Moderne System-on-Chip-Plattformen vereinen Bilderfassung, Videoverarbeitung und KI-Beschleunigung auf engem Raum und ermöglichen Echtzeitanwendungen direkt auf der Kamera.

Gleichzeitig verschiebt sich der Fokus von der Programmierung zur Konfiguration. Anwender verlangen keine komplexen KI-Projekte, sondern Lösungen, die sich schnell in Betrieb nehmen und einfach bedienen lassen. No-Code-Konzepte werden daher weiter an Bedeutung gewinnen.

Ebenso wichtig ist die Reduzierung des Trainingsaufwands. Neue Verfahren benötigen weniger Daten und lassen sich schneller produktiv einsetzen. Statt universeller Modelle werden zunehmend spezialisierte Lösungen entstehen, die exakt auf konkrete Aufgaben zugeschnitten sind.

Fazit

Die industrielle Bildverarbeitung befindet sich mitten in einem Paradigmenwechsel. KI erweitert die Möglichkeiten klassischer Verfahren erheblich, ersetzt diese jedoch nicht. Der eigentliche Wandel vollzieht sich an anderer Stelle: Vision-Systeme entwickeln sich vom reinen Qualitätsprüfer zum intelligenten Prozessversther. Sie erkennen nicht nur Fehler, sondern helfen dabei, Produktionsabläufe transparenter, stabiler und effizienter zu gestalten.

Wer KI ausschließlich als Werkzeug zur Fehlererkennung betrachtet, greift daher zu kurz. Das wahre Potenzial liegt in der Kombination aus Bildverarbeitung, Prozesswissen und intelligenter Datennutzung. Genau dort wird die nächste Entwicklungsstufe der industriellen Automation entstehen. ◀