

# RICHTIG MESSEN MIT BILDVERARBEITUNG

Das Messen mit Bildverarbeitung hat einen festen Platz in der Produktionsmesstechnik. Eine Reihe von maßlichen Prüfungen werden damit online im Produktionsprozess überhaupt erst möglich.

**TEXT:** Ingmar Jahr, Vision Academy **FOTOS:** Vision Academy  [www.AuD24.net/PDF/ADK9082410](http://www.AuD24.net/PDF/ADK9082410)

Bereits beim Einsatz der ersten Bildverarbeitungssysteme kamen Forderungen auf, diese in der Messtechnik zu verwenden. Ganz klar sind die Vorteile gegenüber taktile Messtechnik: Bildverarbeitungssysteme messen berührungslos, schnell, objektiv und genau. Wer mittels Bildverarbeitung messen will, muss komplexe technische Zusammenhänge beherrschen.

Gegenüber dem berührenden Messen lässt sich mit Bildverarbeitung eine Reihe von maßlichen Prüfaufgaben realisieren. Der Bildaufnehmer der Kamera eines Bildverarbeitungssystems bietet durch seinen rasterförmigen Aufbau und durch strahlungsempfindliche Bildpunkte die Möglichkeit, geometrische, thermische und fotometrische Größen zu ermitteln.

Mittelbar kann auch das zeitliche Auftreten von Ereignissen durch Bildverarbeitung gemessen werden. Erweiterte Möglichkeiten ergeben sich durch das Vorsetzen optischer Geräte wie Spektroskope oder Interferometer. Erweitert man den Bildbegriff allgemein auf zwei- oder dreidimensionale Datenfelder anderer physikalischer Größen, die anders als durch Bildaufnehmer für Licht erlangt wurden, so lassen sich mit bildgebenden Verfahren auch Schalldaten und Druckdaten messen.

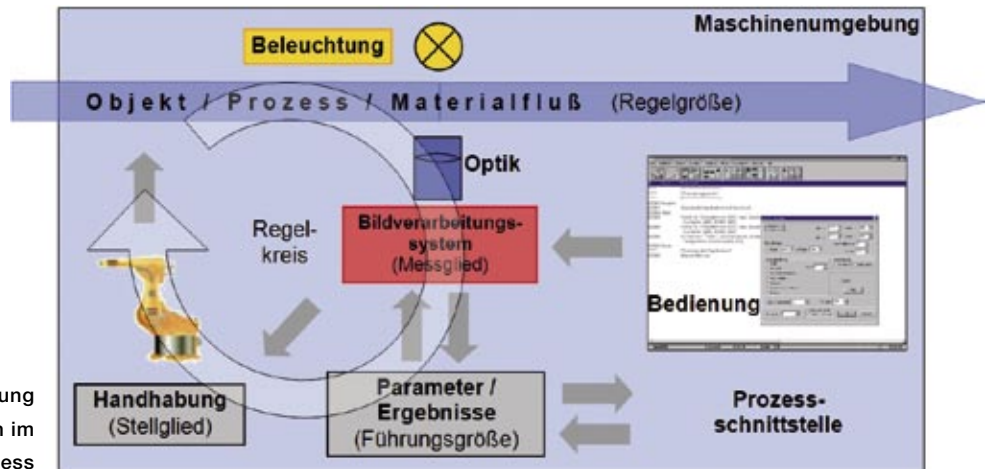
Jedoch gibt es Grenzen und Fehlereinflüsse in der Bildverarbeitung, die es beim Messen mit zu beachten gilt. Durch die Auswahl der Komponenten und das Design der Signalkette werden die Messabweichungen stark vorbestimmt. Durch Fehlerfortpflanzung werden die Fehler in der Signalkette weitgereicht und vergrößern sich im Laufe des Bildverarbeitungssystems.

Von der Beleuchtungsart und -technik hängt die erreichbare Messunsicherheit wesentlich ab. Grundlegend sollte Durchlicht genutzt werden, um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten und Messunsicherheiten zu vermeiden. Ebenso spielen die gewählte Beleuchtungswellenlänge und -apertur eine Rolle. Als größter Unsicherheitsfaktor ist das Prüfobjekt selbst auszumachen, da es prinzipiell in seinen Eigenschaften unberechenbar ist. Das betrifft seine körperlichen Eigenschaften, wie Oberflächenstruktur und Kantenform, seine optischen Eigenschaften und auch seinen chemischen Zustand.

Die Wandlung von Licht in elektrische Information wird besonders durch die Art der Perspektive der Abbildung beeinflusst. Für metrische Messaufgaben sollten daher telezentrische Objektive verwendet werden. Der Abbildungsmaßstab wirkt in Kombination mit der Anzahl der Pixel auf dem Bildaufnehmer begrenzend auf die Pixelauflösung. Verstärkt wird dieser Effekt häufig durch die begrenzte optische Auflösung der Objektive, besonders bei preiswerten Objektiven.

## Kamera & Signalverarbeitung




Die Qualität der heute eingesetzten Bildaufnehmer (=Maßverkörperung) lässt aufgrund der Fertigungsgenauigkeiten in der Halbleiterindustrie Auflösungen am Pixel von 1/100 der Pixelgröße zu. Auflösungssteigernd wirken auch die stark angewachsenen Pixelzahlen, über die Bildaufnehmer für Messzwecke heute verfügen. Bei all diesen Leistungen

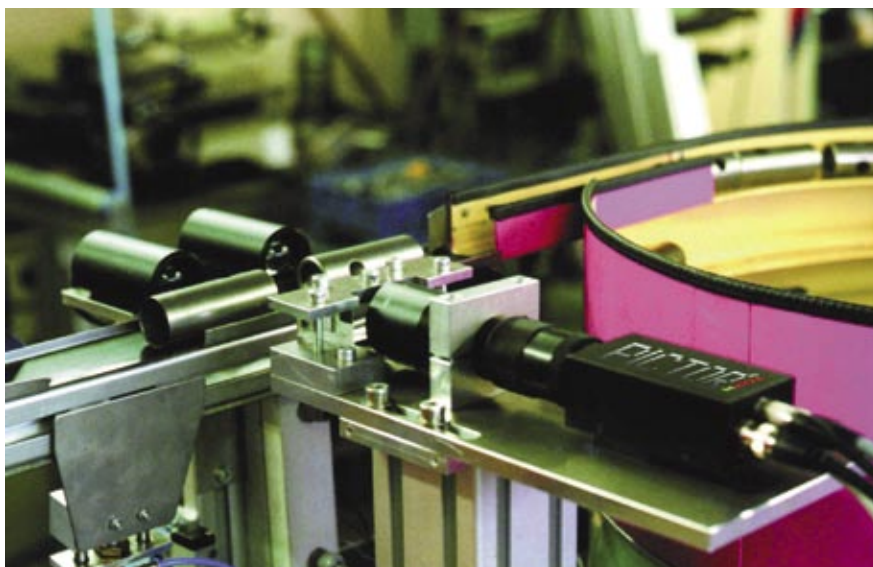


Das Messen mit Bildverarbeitung beeinflusst zahlreiche Faktoren im Produktionsprozess

moderner Bildaufnehmer gilt es besonders beim Messen zu beachten, dass auf dem Bildaufnehmer keine Sättigung auftritt, wodurch Bildinformationen vernichtet werden. Für eine geringe Messunsicherheit spielen Faktoren wie hoher Dynamikumfang, geringe Pixel-Unregelmäßigkeiten, geringes

Rauschen, gute Temperaturstabilität sowie eine gute Linearität der Verstärkung eine Rolle. Nicht zuletzt ist an der Schnittstelle zwischen Licht und Elektrotechnik eine präzise Kamera-mechanik wichtig für eine präzise Bildentstehung. Die Signalverarbeitung wird vielfach schon in die Kamera verla-

Automation	Sicherheit	MenschMaschine	
	<h2>Multifunctional Gate Box MGB</h2>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Transpondertechnologie</li> <li>Manipulationssicher</li> <li>Robuste Metallanschläge</li> <li>Fluchtriegelung</li> <li>Detaillierte Statusanzeige</li> <li>Bedienelemente integrierbar</li> </ul>
			
<p>More than safety.</p>			<p>EUCHNER GmbH + Co. KG www.euchner.de · 0711-7597-0</p> <div style="text-align: right;">  </div> <h1 style="text-align: right; margin-top: 10px;">EUCHNER</h1>



Messtechnische Bildverarbeitung gewährleistet einen reibungslosen Fertigungsprozess und sichert eine gleichbleibende Qualität

gert. Zum Teil werden dafür immer noch Framegrabber verwendet. Die Art der Synchronisierung – frei laufend, pixel-synchron oder pixelidentisch – ist dabei wesentlich für die erreichbaren Genauigkeiten bei der Ortsfestlegung der Bild-daten. Dazu gehören ebenso das Übersprechen zwischen Signalleitungen, Quantisierungsfehler und die Linearität der Digitalisierung.

## Software

Seit Jahren bestehende Grundfrage ist die Festlegung des genauen geometrischen Ortes bei der Kantenberechnung. Je nach Anwendung, Prüfobjekt und Bildqualität wird man auf verschiedene Algorithmen und deren Varianten stoßen. Im Kantenortskriterium liegt die Unsicherheit der Software begründet, nämlich den wahren Kantenort zu finden. Das häufig integrierte Subpixeling dient dabei der Steigerung der Auflösung unterhalb der Pixel-Rastergröße durch Kombination verschiedener Vorverarbeitungs- und Auswerteverfahren.

Als Teil von Maschinen liegen viele Gründe von Problemen der messenden Bildverarbeitung in der oder an der Schnittstelle zur Mechanik. Als Bestandteil von Maschinen, die präzise arbeiten, müssen die Bestandteile der Bildverarbeitung ebenso genau justiert sein. Trotz aller Weiterentwicklung in der Algorithmik ist die präzise Einstellung die beste Voraussetzung für genaues Messen. Das betrifft den robusten und einstellbaren

Aufbau der mechanischen Anlage sowie die Vermeidung von perspektivischen Einflüssen und die regelmäßige Wartung der gesamten Anlage.

Die Kalibrierung ist ein weiterer wesentlicher Schritt, die Bildverarbeitung durch Übertragung eines zugesicherten Maßes genau und rückführbar zu machen. Beim metrischen Messen wird die Brücke zwischen Pixelgröße und Abbildungsmaßstab geschlagen und die Übertragungsfunktion der Bildverarbeitungsfunktion festgelegt. Daher sollte der Kalibrierung große Sorgfalt geschenkt werden. Dazu gehört, dass die Kalibriernormale 10x genauer vermessen sein sollte als die geforderte Genauigkeit der Prüfanlage. Außerdem sollte sie eine gleiche oder ähnliche Form wie die Serienprüfteile aufweisen. Beim Kalibriervorgang empfiehlt es sich, die gleichen Algorithmen und Parameter wie bei der späteren Messroutine zu nutzen.

Pauschale Angaben zu erreichbaren Messunsicherheiten beim Messen mit Bildverarbeitung sind unmöglich. Die erreichbaren Werte hängen stark von der Gestaltung des Gesamtsystems und den Umgebungsbedingungen ab. Weiter setzt das Licht als elektromagnetische Welle natürliche Grenzen bei der Auflösung von Einzelheiten durch Beugung, wenn nicht spezielle Geräte und Verfahren eingesetzt werden. In der praktischen Anwendung sind Wiederholgenauigkeiten von  $< 10 \mu\text{m}$  kaum zu erreichen und gehören damit zu den anspruchsvollen Bildverarbeitungslösungen. □

> [MORE@CLICK ADK9082410](#)