

Excellence in Automation

**Industrielle Bildverarbeitung –
Die Vielfalt des maschinellen Sehens in der Montage-
und Handhabungstechnik**

12.06.2008

Dr. Michael Stöcker

Maschinelles Sehen – drei grundsätzliche Teilschritte

Rohwedder

Excellence in Automation

1. Sehen

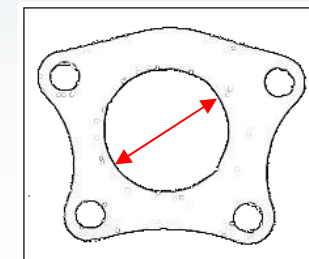
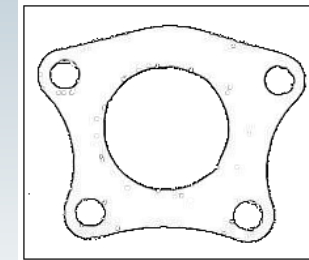
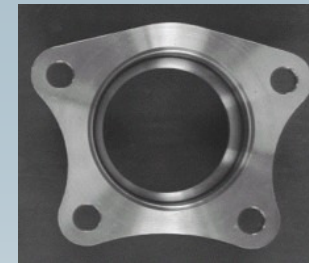
- Bildgewinnung
- HW (+SW)
- Ziel: Auswertbares Bild

2. Erkennen

- Eigentliche Bildverarbeitung
- SW
- Ziel: Herausarbeiten der Merkmale

3. Entscheiden

- Rein mathematische Betrachtung
- SW
- Ziel: Bewertung der Merkmale nach vorgegebenen Kriterien



Maschinelles Sehen – Aufgabenfelder

Objekterkennung

- Objektmerkmale (Form / Geometrie, Struktur / Topologie, Farbe, Textur)
- Codierungen (Strichcode, OCR, Spezialcode)

Lageerkennung

- Position (Flächenschwerpunkt, Volumenschwerpunkt)
- Orientierung (Radialversatz, Tangentialversatz)

Vollständigkeitsprüfung

- Vorhandensein Objekt / Merkmal des Objekts

Vermessung

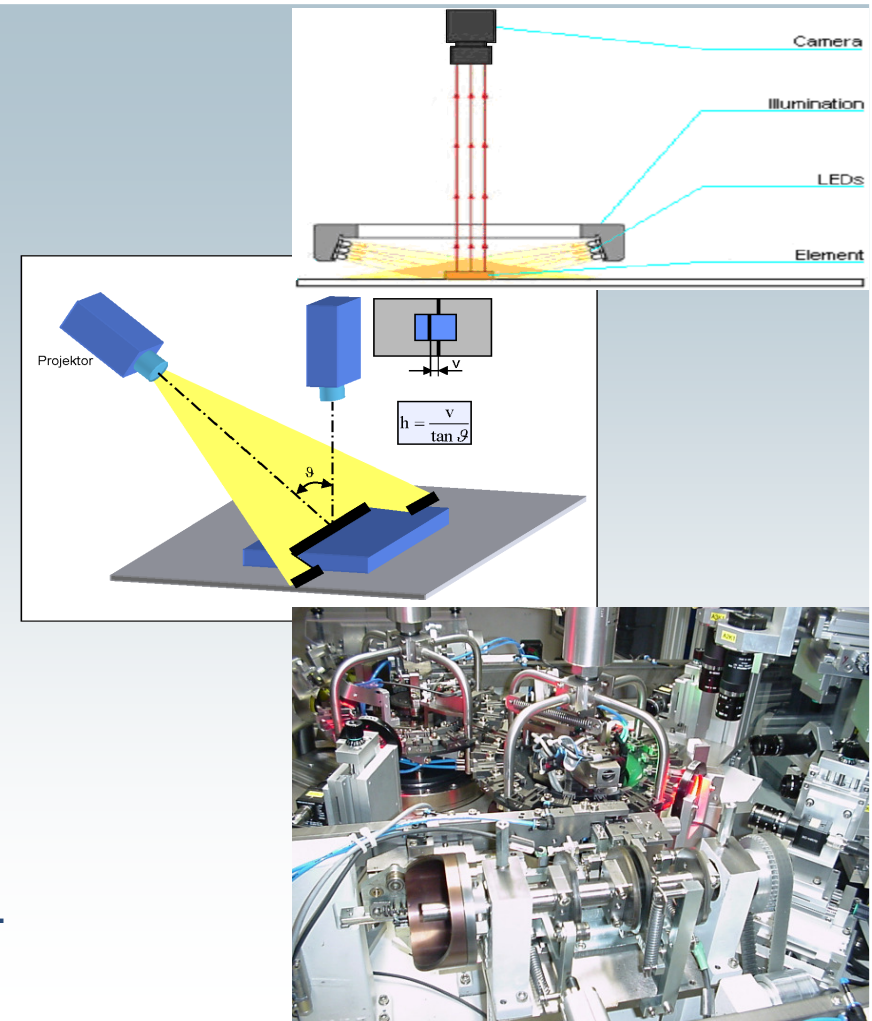
- Formprüfung (Geradheit, Ebenheit, Rundheit, etc.)
- Maßprüfung (Länge, Abstand, Durchmesser, Radius, Winkel)

Oberflächeninspektion

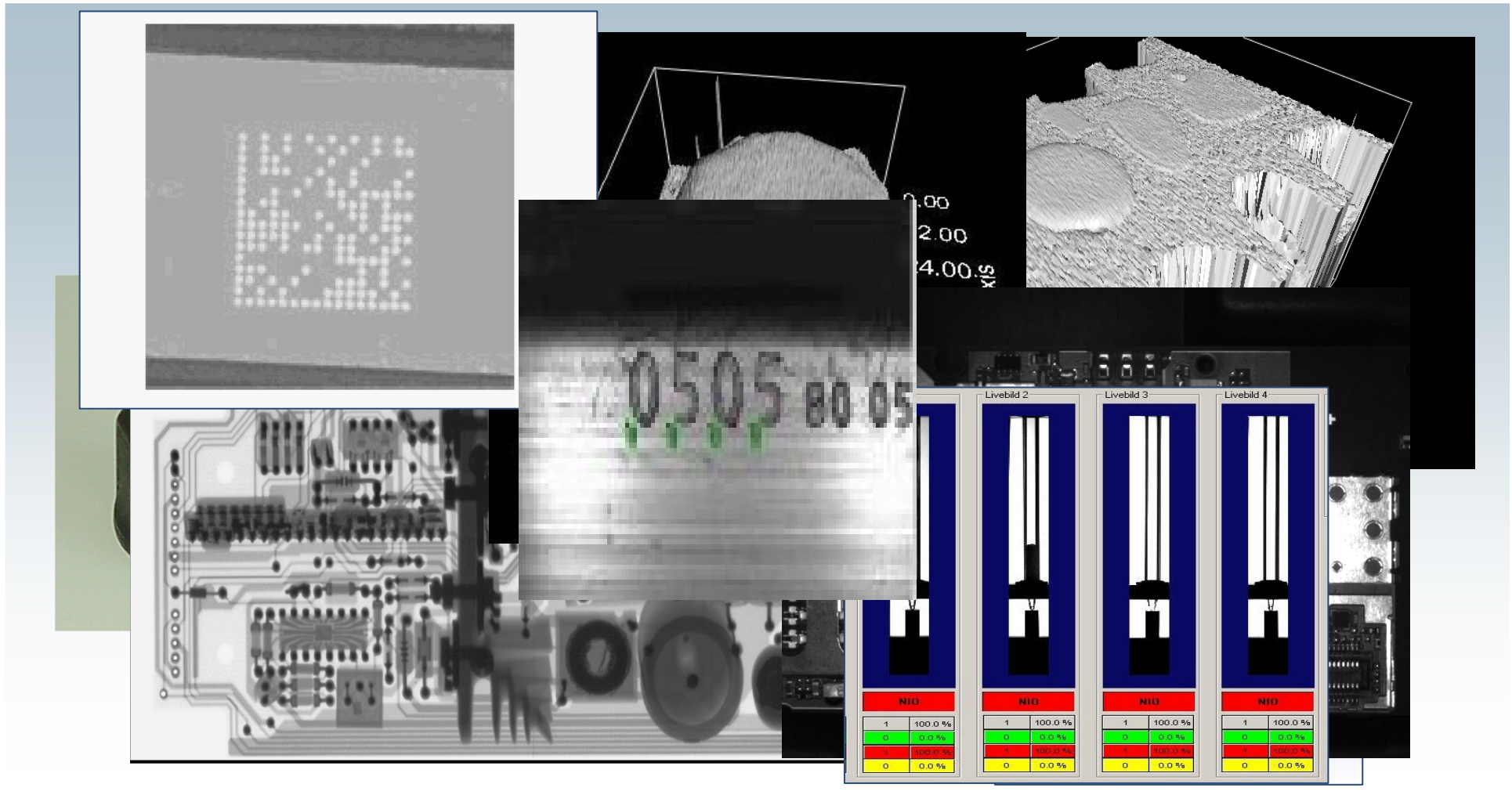
- Quantitativ (Welligkeit, Rauigkeit)
- Qualitativ (Farbe, Oberflächenfehler, Textur)

Bildgewinnungsmethoden

- **Beleuchtung**
 - Sichtbares Licht, Laser, Röntgen, etc.
- **Kameratechnik**
 - Matrixkamera, Zeilenkamera, etc.
- **Optik**
 - Telezentrik, Makro, etc.
- **Bilderfassung**
 - analog, digital
- **Handlingsystem**
 - vollautomatisiert, teilautomatisiert, etc.



Maschinelles Sehen – Bildgewinnung Prüfobjekte - (sehr kleine) Auswahl



Maschinelles Sehen

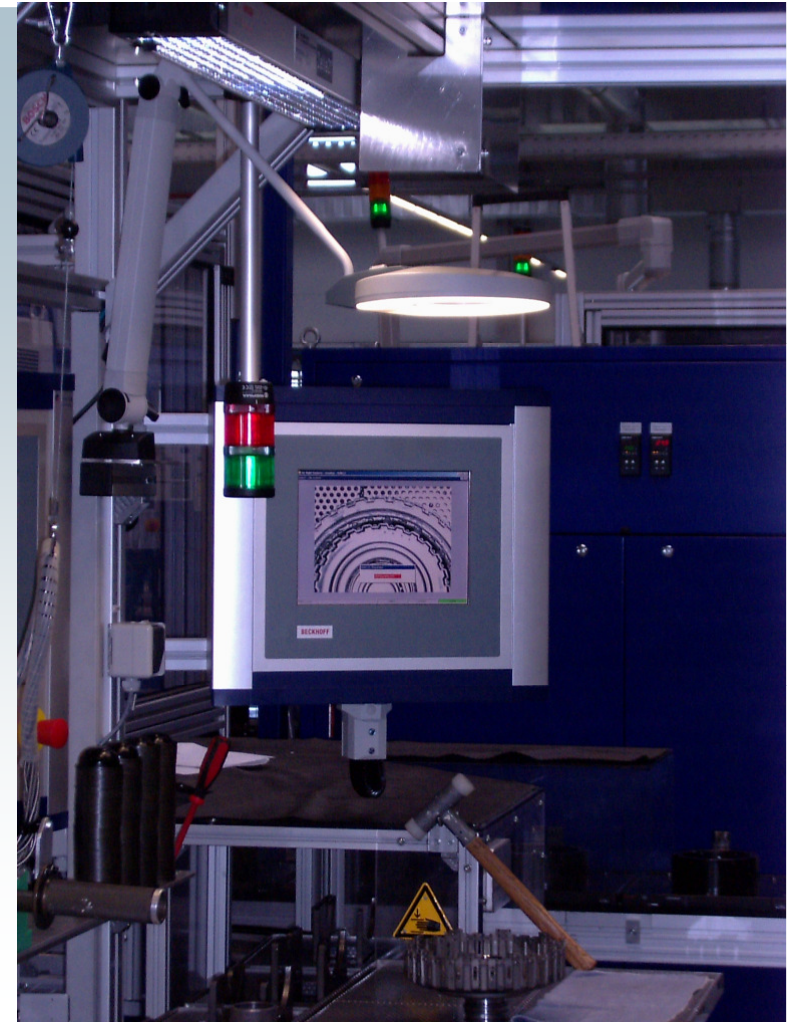
Fazit:

- Jede Prüf- oder Messaufgabe erfordert ein angepaßtes Kamerasystem
 - Jede Prüf- oder Messaufgabe erfordert ein dazu passendes Handlingsystem
 - Je höher die Anforderungen an Prüfleistung/Handhabungsgenauigkeit, desto aufwendiger werden Kamera-/Handlingsystem
- ⇒ Es gibt keine universelle Standardlösung (aber standardisierte Module)
- ⇒ Umfangreiches Know-how notwendig

Beispiele
Maschinelles Sehen in der Montage /
Handhabung

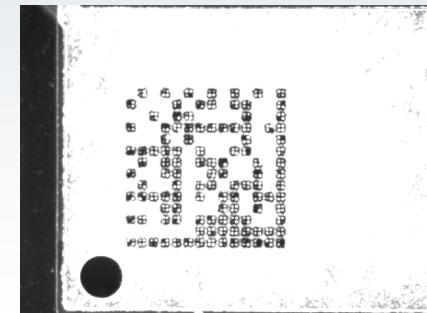
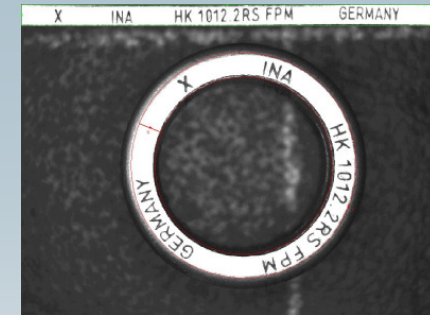
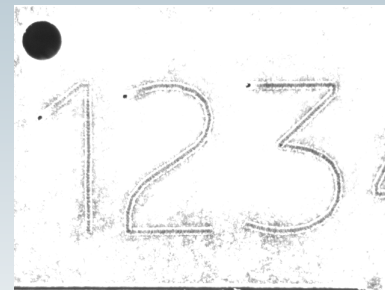
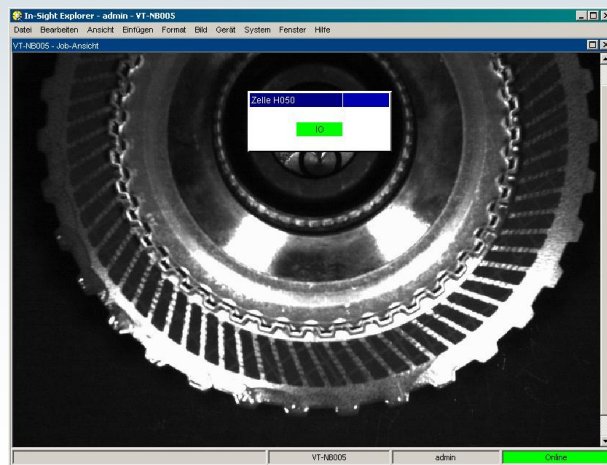
Anwesenheitskontrolle

- Mögliche Prüfungen:
 - Anwesenheit
 - Richtiges Teil
 - Orientierung
 - Beschädigung
- Einsetzbar an manuellen und automatischen Stationen



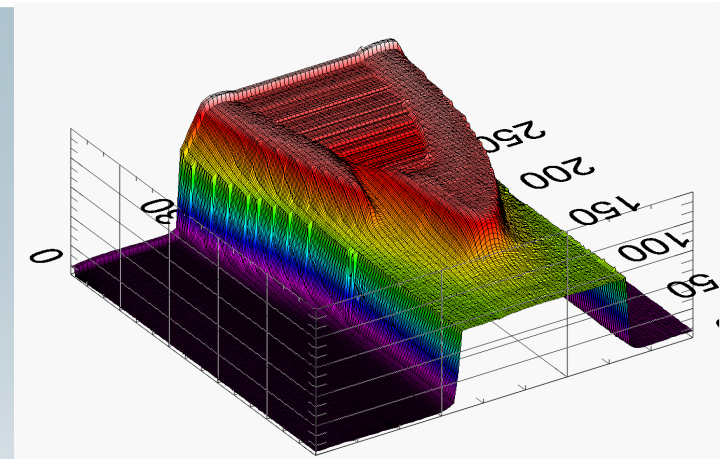
Rückverfolgbarkeit

- Speicherung und Archivierung von Bildern nach erfolgreichem Montagevorgang mit Datum, Uhrzeit, Seriennummer, etc.
- Einsetzbar an manuellen und automatischen Stationen



Kontrolle von Steckdosenabdeckungen

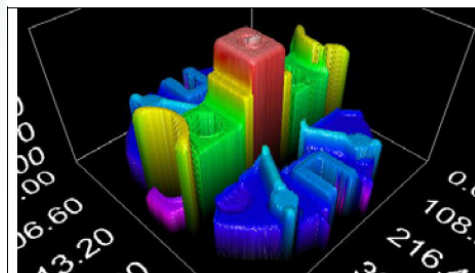
- Schneller 3D-Sensor zur Überwachung der Rückseite von Steckdosenabdeckungen
- Erkennbare Fehlergröße 0,1 mm (Ausdehnung oder Tiefe)
- Durchsatz: 2 Steckdosen pro Sekunde



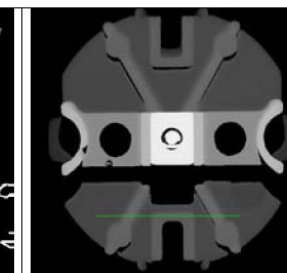
Steckdose (Teileprüfung)

Profilrate 5.000 Profile/Sekunde , Höhenauflösung 15 μ , Lateralaufösung 100 μ

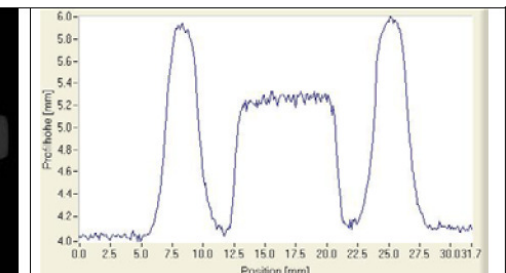
3D Graphik:



Höhenkarte

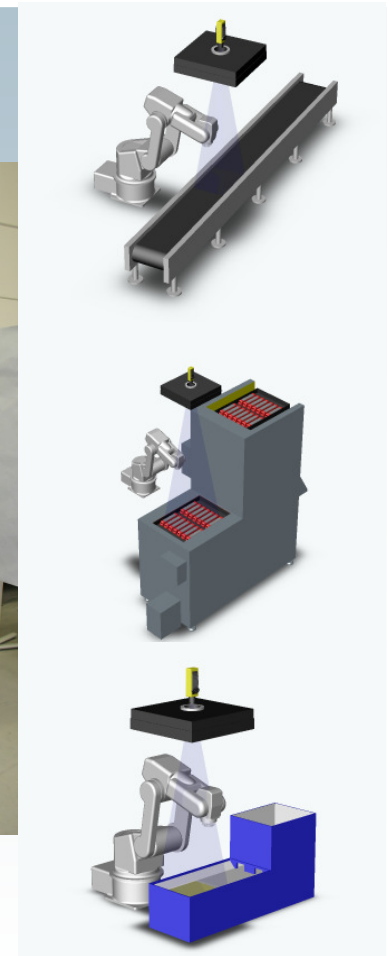
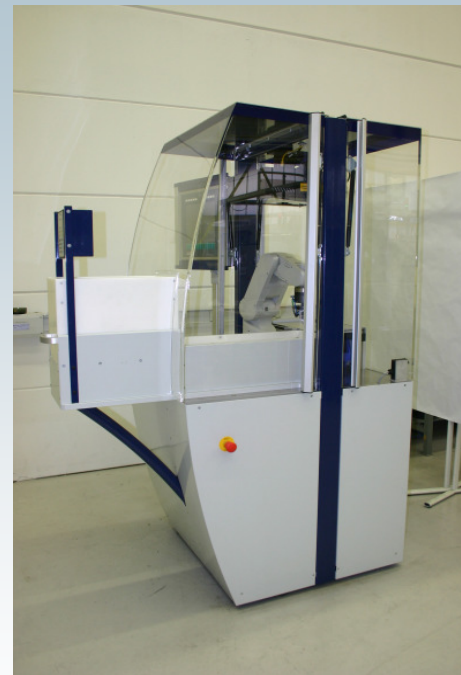


Profil:

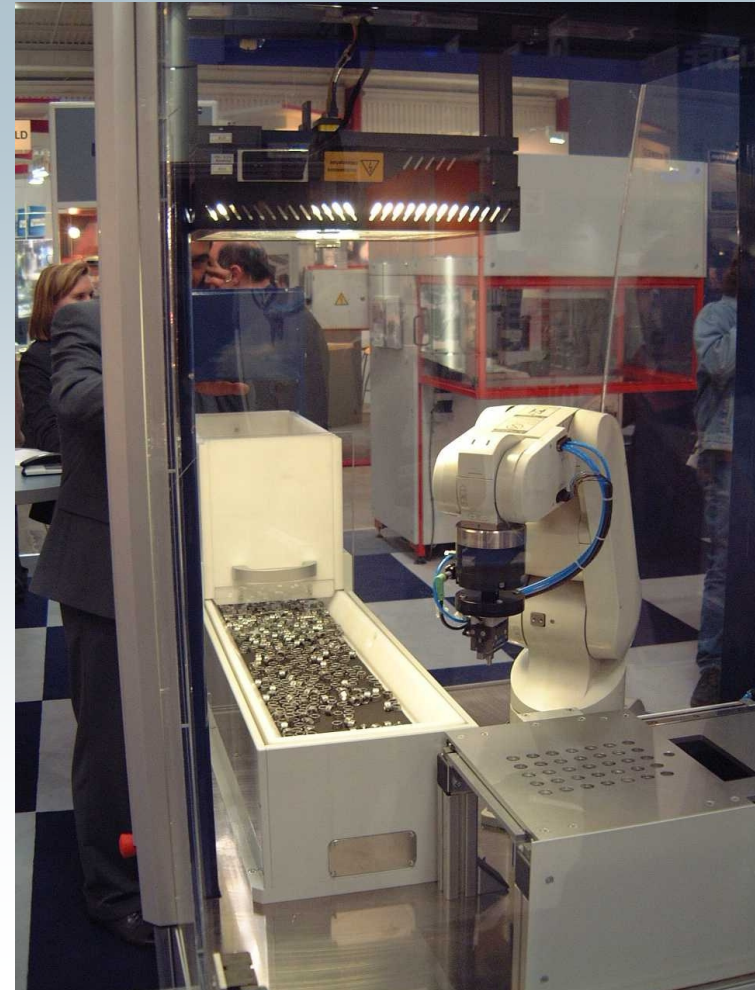
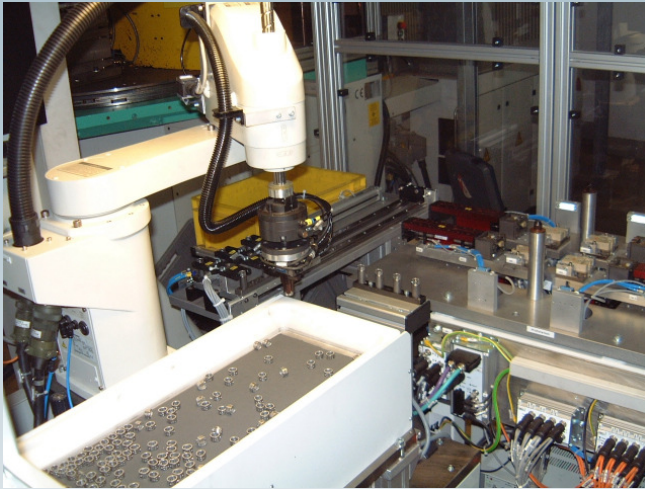


Robot - Vision: Flexible Teilezuführung

- Universelles, intelligentes Zuführsystem von Teilen im Zusammenspiel von Bildverarbeitung, Roboter und Zuführeinheit
- Einfaches Teach-In zum Einlernen neuer Teile
- Einsetzbar mit den verschiedensten Robotertypen (6-Achs-, Scara, etc.)

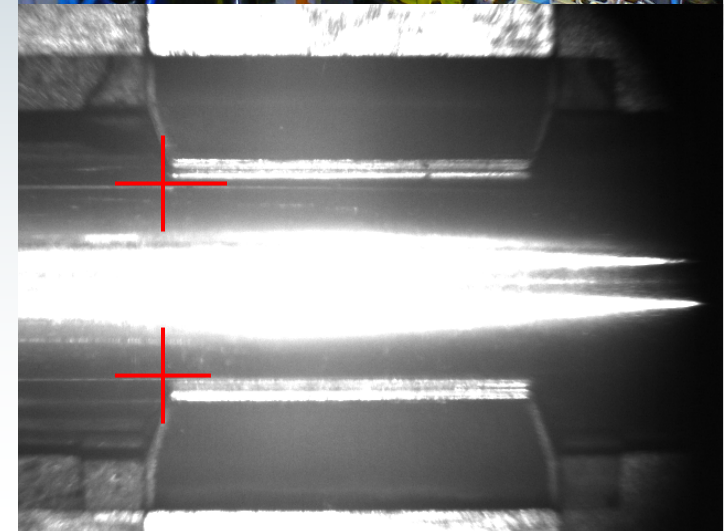
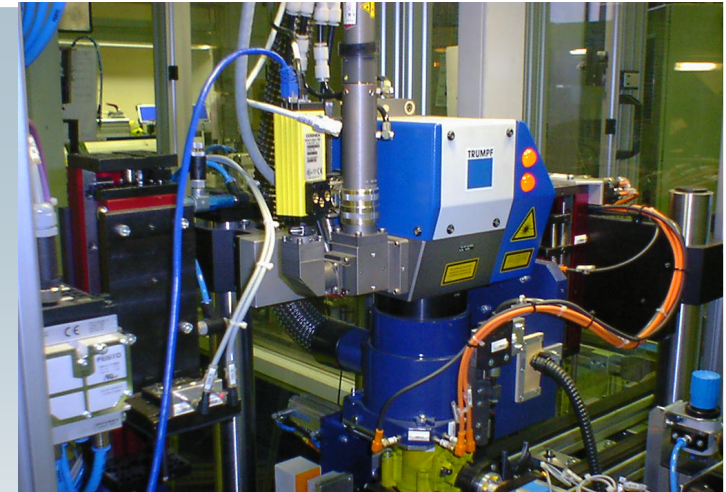


Robot - Vision: Flexible Teilezuführung



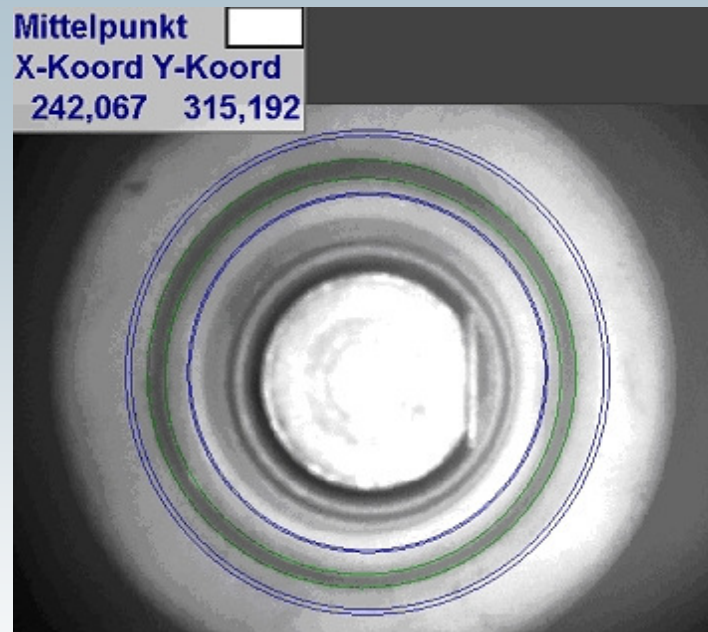
Schweißpositionskorrektur an Lasieranlage Fa. Trumpf

- Standardsystem zur Korrektur der Schweißposition direkt durch die Optik (PFO) des Lasers
- Kommunikation über Ethernet Schnittstelle
- Zykluszeit ca. 0,2 s (Bildaufnahme, Auswertung und Kommunikation)



Beispiel Schweißstartpositionserkennung

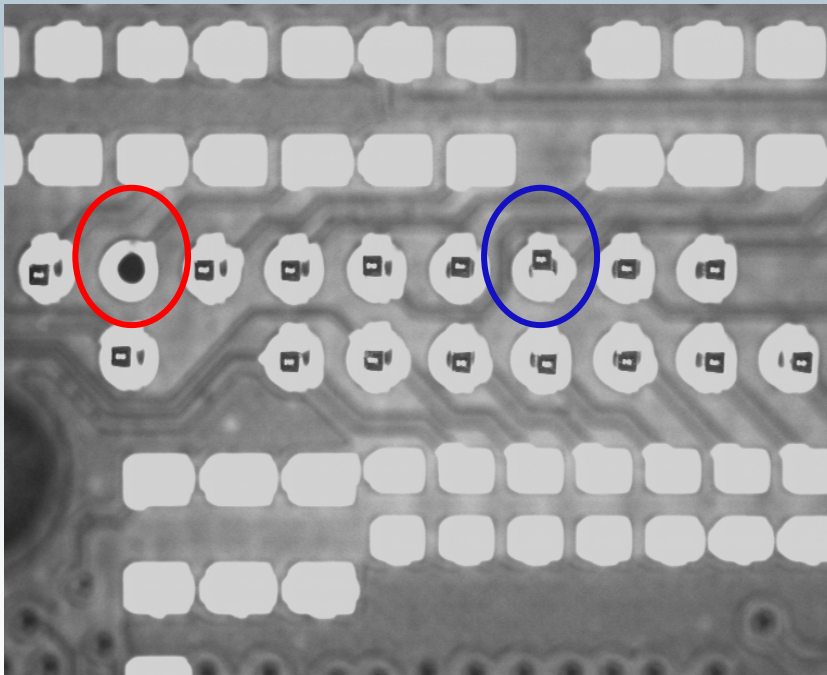
Schweißpositionskorrektur an Laseranlage Fa. Trumpf



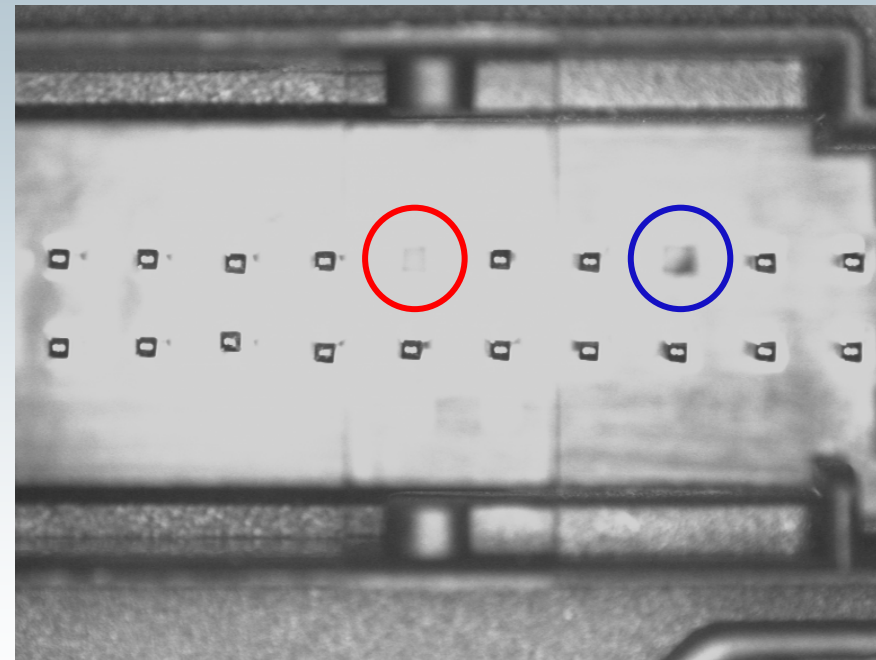
Pinvermessung nach Montage

Fehlende und verbogene Pins...

...auf Leiterplatten

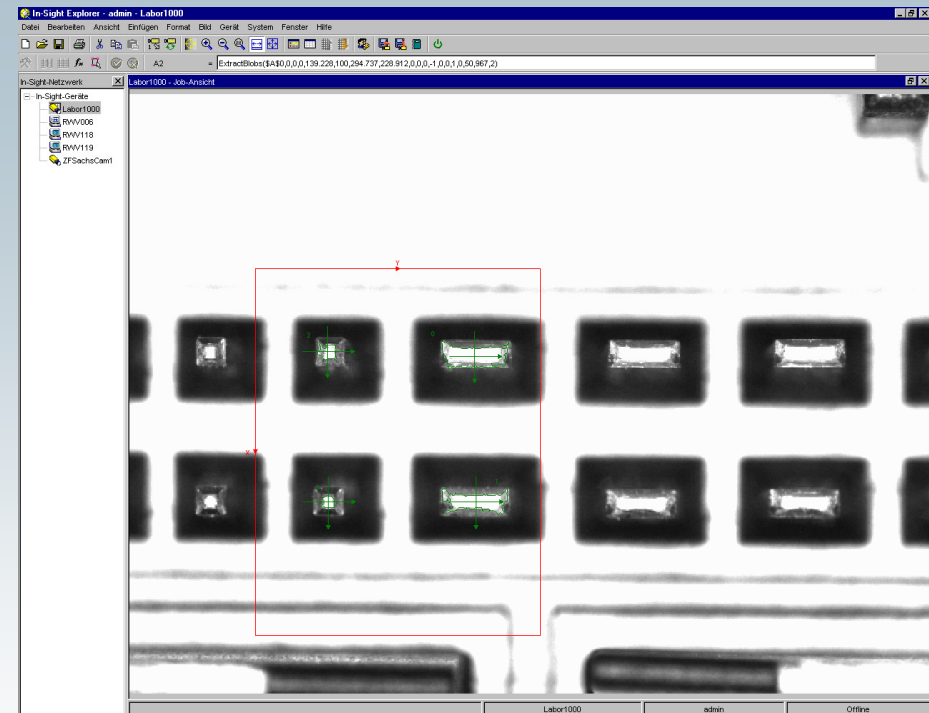
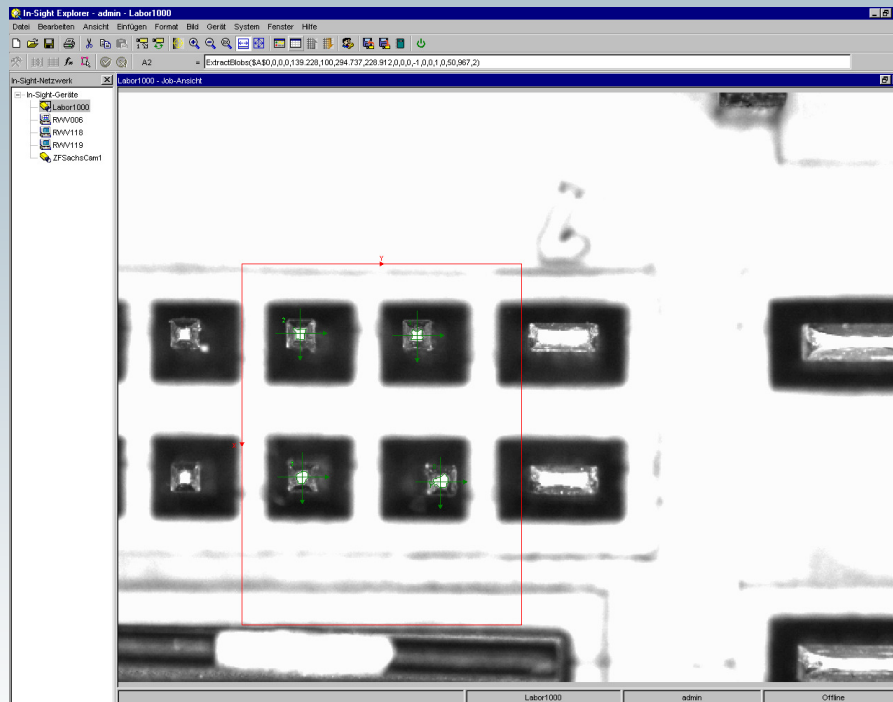


...und Steckverbindern



Pinvermessung nach Montage

Taumelkreisprüfung und Vermessung von Pins
verschiedener Ausprägung



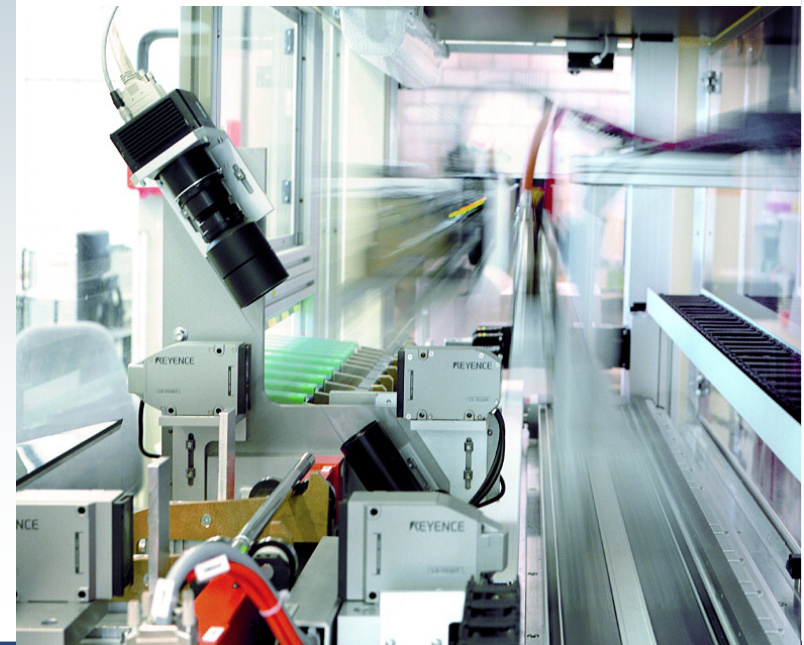
Wahlweise Free-Grid oder Absolut

Beispiele

Anspruchvolle Handlingsysteme für das maschinelle Sehen

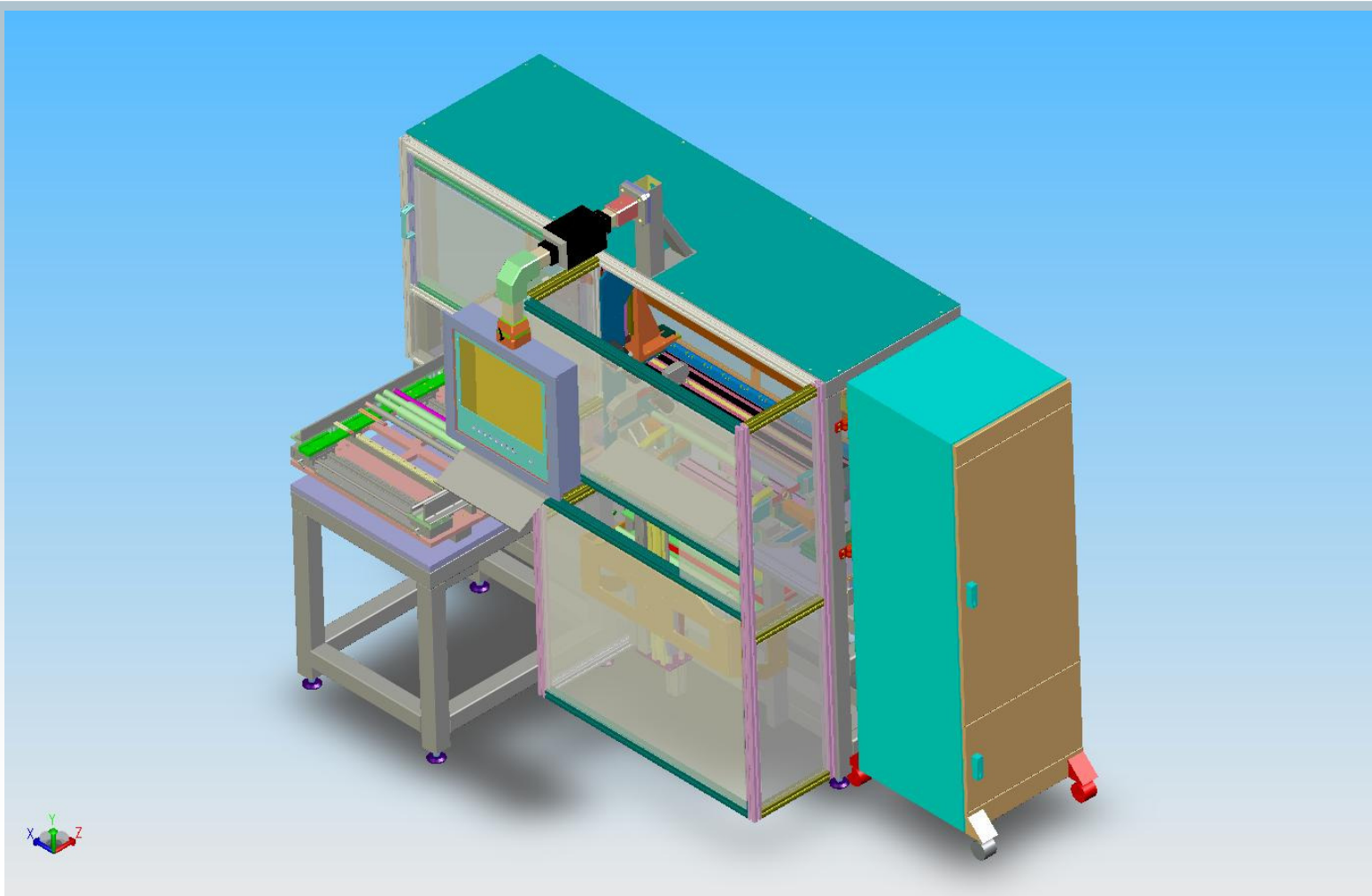
Messen von Kolbenstangen – Aufgabe

- Messen von Durchmessern und Längen
- Messen von Rundlauf
- Vollständige Gewindeprüfung auf Länge und Beschädigungen für nachfolgenden Montageprozess
- Automatisches Umstellen bei Typenwechsel
- Ca. 2000 unterschiedliche Typen
- Taktzeit ca. 6,5 s

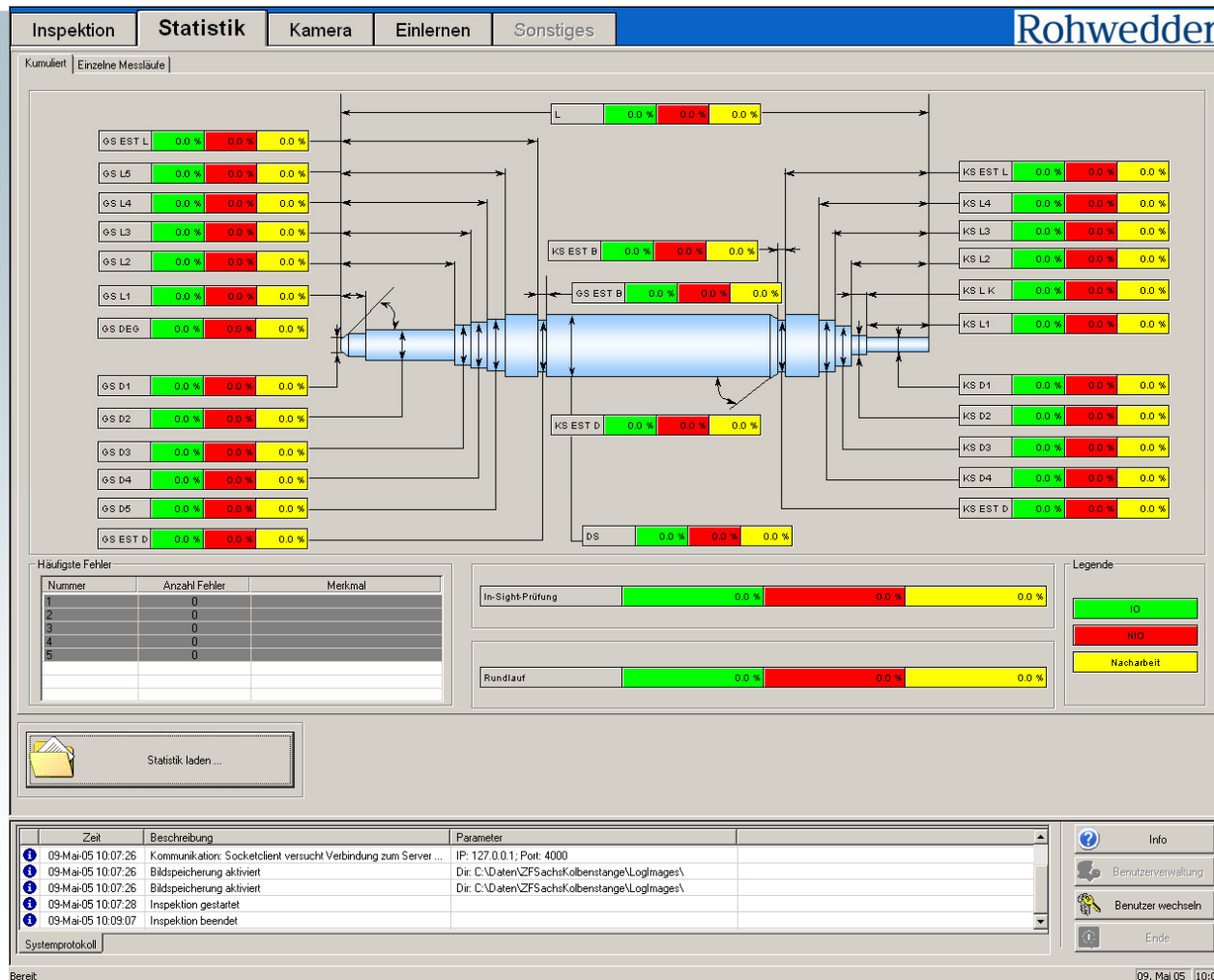


Messen von Kolbenstangen – Anlagenlayout

Rohwedder
Excellence in Automation

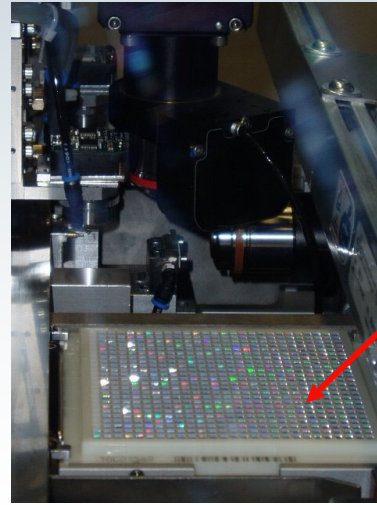


Messen von Kolbenstangen – Prüfsoftware



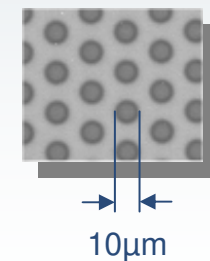
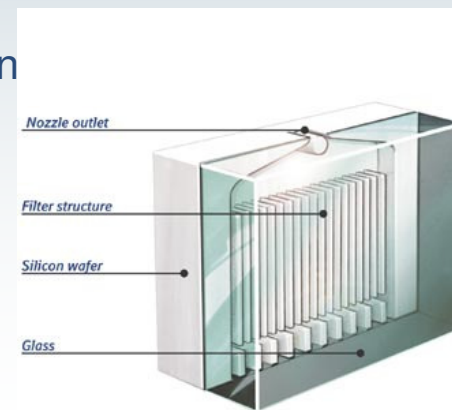
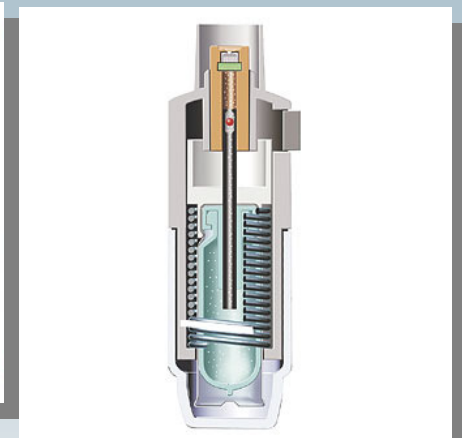
Prüfung eines Silikon Chips

- Inspektions- und Vermessungssystem
- Ablagepositionsbestimmung für das Handlingsystem



Prüfung eines Silikon Chips

- Respimat® Soft Mist™ Inhalator
- Neue Technologie für ultrafeine Zerstäubung der Wirkstoffe
- Der Uniblock ist die Kernkomponente
- Größe Uniblock ca. 2 x 2,5 mm
- Extrem feine Flüssigkeitskanäle, auf einen Silikon-Wafer geätzt.
- Ursprungstechnologie aus der Halbleiterindustrie



Prüfung eines Silikon Chips

- Intelligente Kamera zum positionsgenauen Ablegen der Bauteile
- 2 Kameras für die Prüfaufgabe
 - Seitenansicht FOV 2 x 2,5 mm
 - Auflösung: 6 μm / pixel
 - Draufsicht 11 Mpixel Kamera
 - FOV 2 x 2,5 mm
 - Auflösung: 1 μm / pixel
- Prüfen auf Bonding-Fehler
- Vollständigkeit der Strukturen
- Maßprüfung
- Prüfen auf Staubpartikel > 2 μm
- Zykluszeit 2 s pro Teil
- 4 Prüfmaschinen in der Produktion



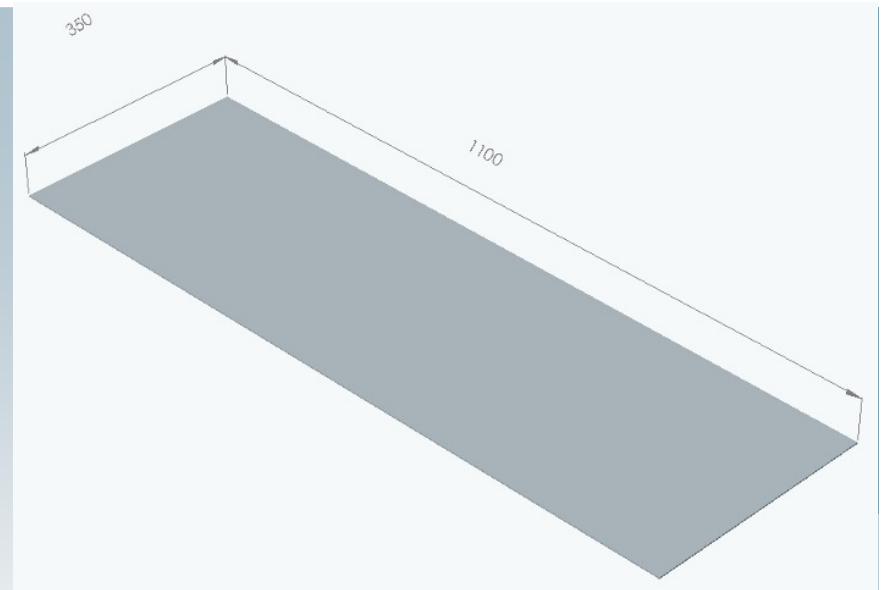
Inline-3D-Meßsystem zur Oberflächeninspektion von Blechen

Oberflächenprüfung an Blechplatinen für die
Herstellung von Fahrwerksteilen auf Kratzer,
Riefen, „punktförmige“ Fehler

Fehlergröße 50 µm x 50 µm x 50µm

Eckdaten:

- Integration in Fertigungslinie
- Zwei Tandem-3D-Visionsensoren
- Höhenauflösung 10 µm
- Scanrate >20 kHz
- Schärfentiefebereich 2 mm
- Scangeschwindigkeit 250 mm/s
- Scanbreite je Sensor 50 mm
- Automatische Sensornachführung



Inline-3D-Meßsystem zur Oberflächeninspektion von Blechen

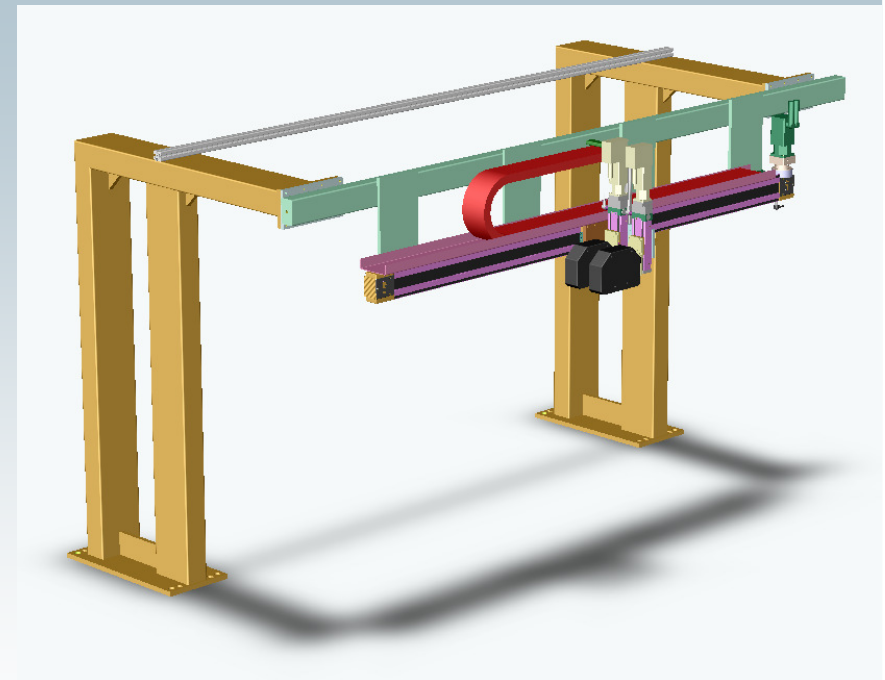
Linearachssystem

x-Achse:

- eigentliche Scanbewegung
- Führungsungenauigkeit $<10\mu\text{m}$
- Verfahrgeschwindigkeit: 250mm/s in den Prüfbereichen, 1000mm/s außerhalb davon

z-Achse:

- Sensornachführung (eine je Sensorkopf)
- Abstandsregelung über Sensorsignal



Blechplatinen: Prüfumgebung

- Prüfung in der Fertigungslinie
- Platinen werden für Kantenbearbeitung gestoppt
- Dauer des Stillstands: $\approx 4s$
- stark eingeschränkter Bauraum
- zeitkritisch



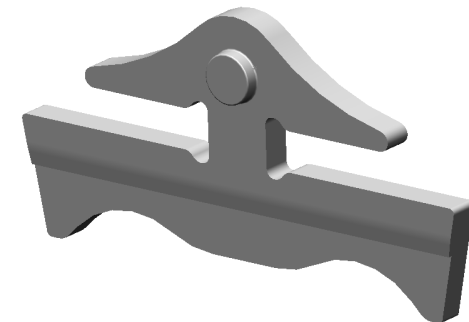
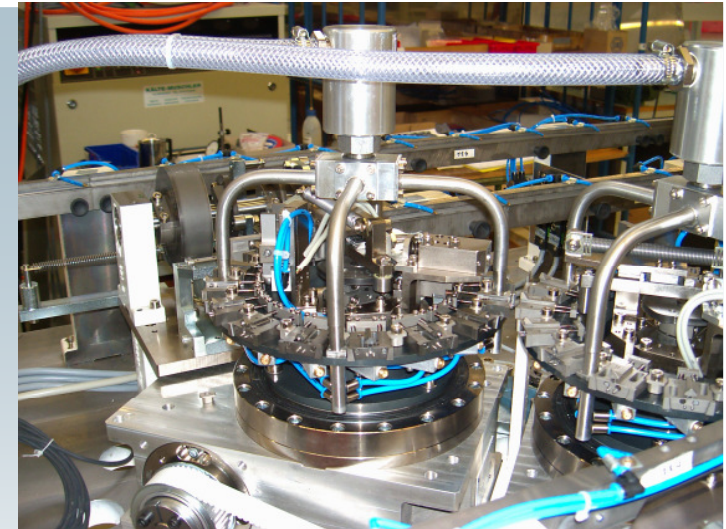
Oberflächeninspektion von Elementen für Schubgliederbänder

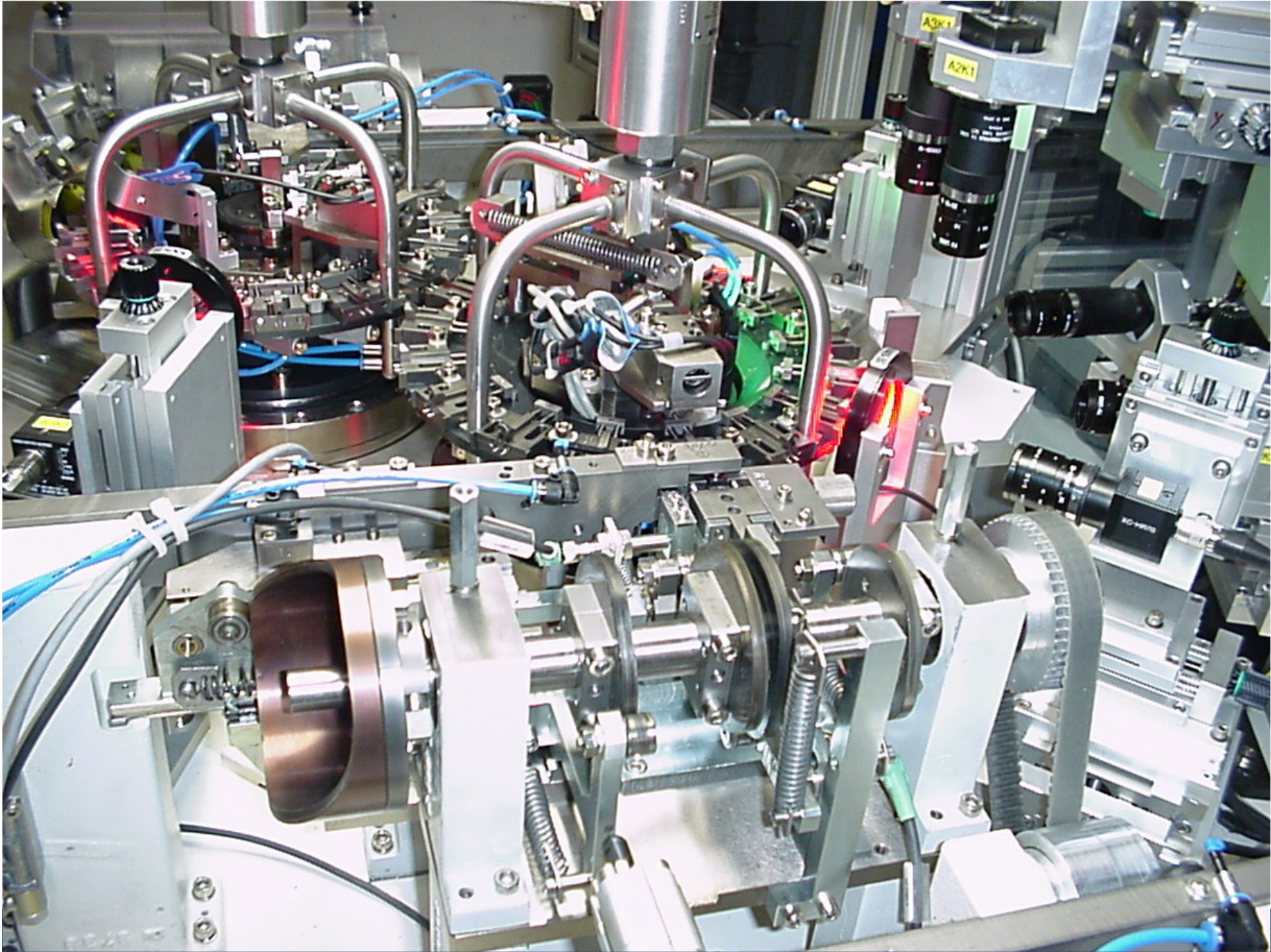
Stufenloses Automatikgetriebe CVT

Rohwedder

Excellence in Automation

- Vollautomatische High-Speed Prüfanlage mit zwei Linien
- Linien-Taktzeit 150 ms / Teil, d.h. pro Anlage:
 - 800 Teile / min
 - 48.000 Teile / h
 - ca. 1 Mio. Teile / Tag möglich
- Einsatz von 18 Matrix-Kameras
- 12 Industrie PCs
- Derzeit sind 6 Anlagen installiert





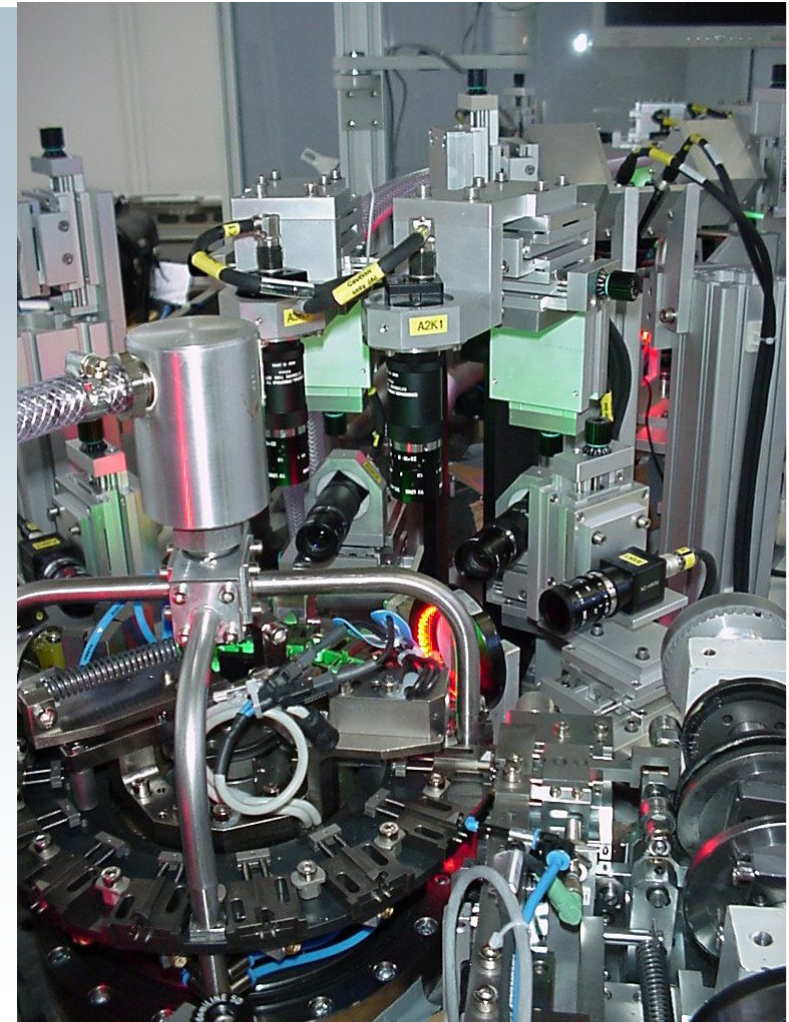
Oberflächeninspektion von Elementen für Schubgliederbänder

Stufenloses Automatikgetriebe CVT

Rohwedder

Excellence in Automation

- Sichere Detektion von insgesamt 14 verschiedenen Fehlern
- Kleinster zu detektierender Fehler: 13 μm
- Prüfung von 4 verschiedenen Elementtypen
- Vollautomatische Inline-Inspektionsanlage
- False Reject Rate < 0,1%
- False Acceptance Rate \rightarrow 0,0%



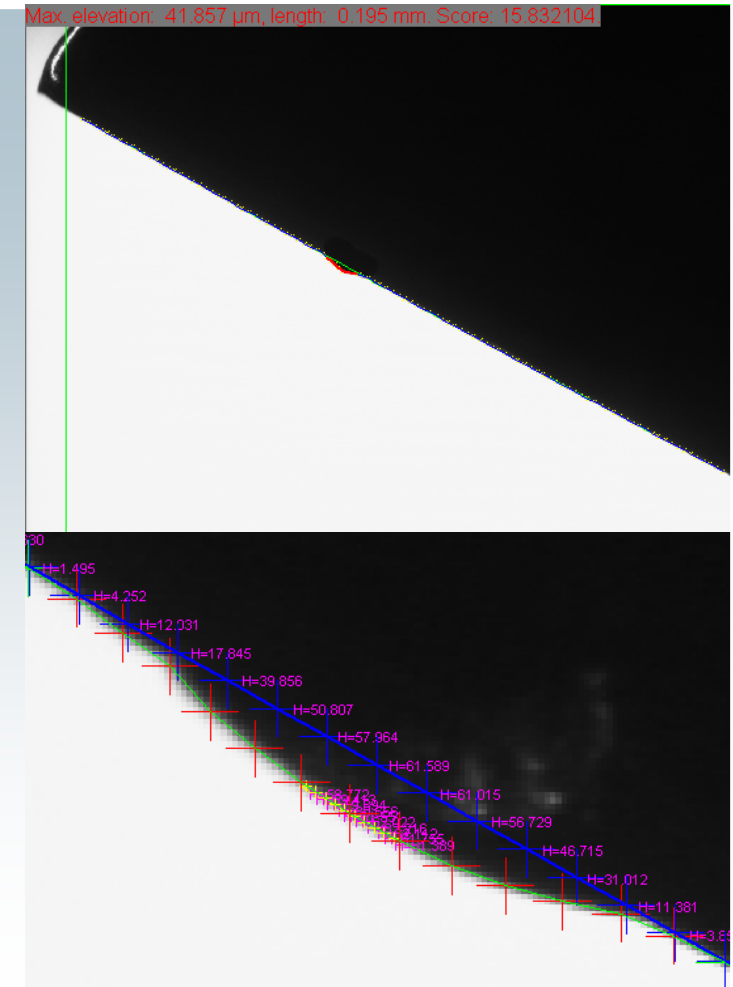
Oberflächeninspektion von Elementen für Schubgliederbänder

Beispiel für Fehlertyp

Rohwedder

Excellence in Automation

- Prinzip Hintergrund-/Durchlichtbeleuchtung
- Objekt befindet sich zwischen Flächenbeleuchtung und Kamera
- Element und Erhöhungen auf Sattelkante sind dunkel (Abschattung)
- 4 Kameras, je 2 für jede Sattelkante
- Auflösung: $x = 5 \mu\text{m} / \text{Pixel}$
 $y = 5 \mu\text{m} / \text{Pixel}$
- Erreichbare Standardabweichung: $0,5 - 0,8 \mu\text{m}$



Zusammenfassung und Fazit

- Montage- und Fertigungsprozesse werden zunehmend vermehrt durch BV-Systeme überwacht
- Ein BV-System ohne geeignetes Handling ist sinnlos
- Die Palette der „Handlingsysteme“ reicht von der manuellen Handhabung bis hin zu hochkomplexen Anlagen
- Die Auslegung eines kombinierten Systems Kamera/Handling setzt umfassende Kenntnisse in den Disziplinen „Maschinelles Sehen“ und „Handhabungstechnik“ voraus
- Bei der Realisierung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Handling- und Vision-Spezialisten notwendig
- Die Definitionsphase ist entscheidend für den Erfolg eines solchen Systems

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
Besuchen Sie unseren Stand
Halle A1, Stand 303

Rohwedder

Excellence in Automation

Rohwedder AG

Vision Technology

Dr. Michael Stöcker
Leiter Entwicklung & Technik
Schießstattweg 11
88677 Markdorf
Germany

T +49 75 44 9593-54
F +49 75 44 9593-88
michael.stoecker@rohwedder.com
www.rohwedder.com

