

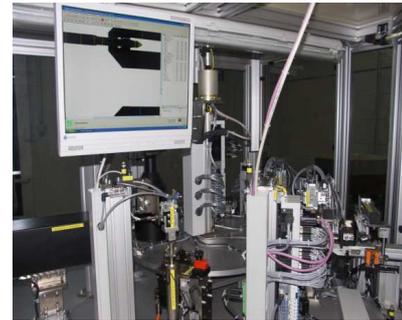
Einsatzmöglichkeiten moderner Bildverarbeitungslösungen in Produktion und Qualitätssicherung

Dipl.-Ing. Marius Pflüger

Einsatzmöglichkeiten moderner Bildverarbeitungslösungen in Produktion und Qualitätssicherung

Dipl.-Ing. Marius Pflüger

19.03.2014



AGENDA

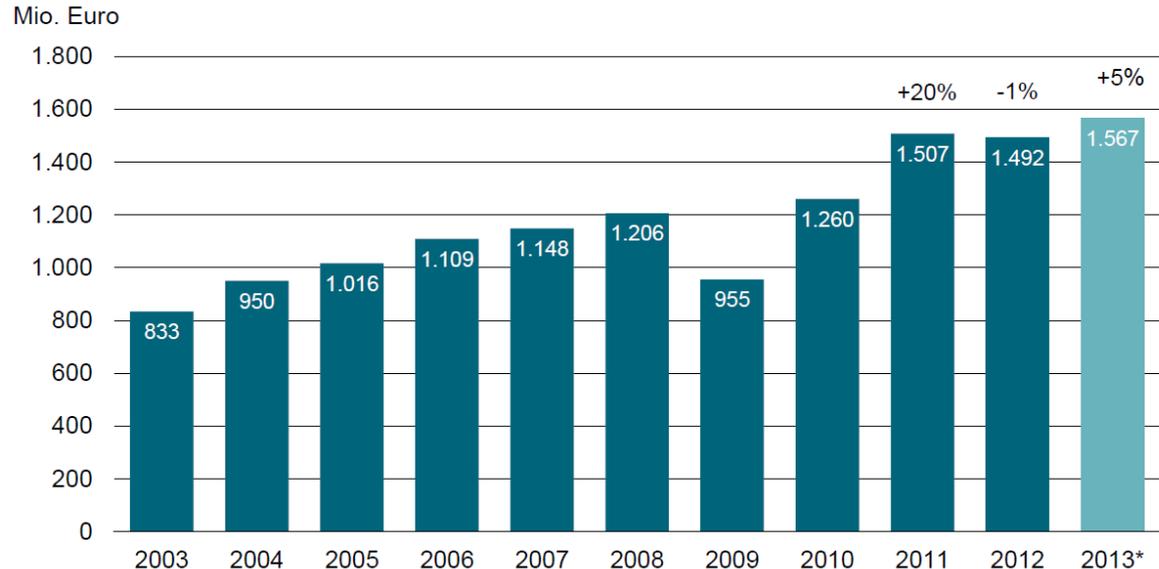
- Einordnung IBV
- Überblick möglicher Anwendungsgebiete
- Klassifizierung von Prüfaufgaben
- Integration von Bildverarbeitung in den Fertigungsprozess
- Anwendungsbeispiele



Einordnung IBV

Einordnung IBV Entwicklung des Branchenumsatzes IBV

Industrielle Bildverarbeitung Deutschland Gesamtumsatz (Inland + Export)



Quelle: VDMA

Einordnung IBV

Standortbestimmung IBV

Aufgabenbereich	Eigenschaften Ergebnis	Begriff
<ul style="list-style-type: none"> - Kompression - Kodierung - Übertragung 	<ul style="list-style-type: none"> - für menschlichen Betrachter - soll sich nicht vom Original unterscheiden 	Bildkodierung
<ul style="list-style-type: none"> - Filter - Retusche - Optimierung - Manipulation 	<ul style="list-style-type: none"> - für menschlichen Betrachter - stellt ein verbessertes Bild oder Bildsequenz dar 	Bildbearbeitung
<ul style="list-style-type: none"> - Erkennen - Steuern - Messen - Prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> - nicht / nur zum Teil für menschlichen Betrachter - dient Automatisierungsprozessen - keine bildhafte Information mehr 	Bildverarbeitung

Einordnung IBV

Optimierte Wahrnehmung

Ziel: Kodierung oder Darstellung von Bildinformationen für den menschlichen Betrachter

- Fernseh- und Kinofilm
 - Komprimierung und Kodierung
 - Effiziente Übertragung (z.B. Streaming)
 - Bilder möglichst originalgetreu wiedergeben
- Digitale Fotografie
 - Manipulation zur Bildoptimierung (z.B. Retuschieren)
 - Bilder möglichst optimiert/„ästhetisch“ wiedergeben



Quelle: imcca



Quelle: wallpaperbuzz

Einordnung IBV

Datengenerierende Ausgabe

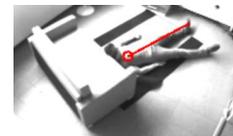
Ziel: Keine optimierte menschliche Wahrnehmung sondern „funktionale Ergebnisse“



- Kennzeichnung
 - Wort- oder Zahlen erkennen
 - Lesen von QR- oder Data Matrix – Codes

- Positionsinformationen
 - Erkennen und Lokalisieren von Bauteilen
 - Ableiten von Steuerungssignalen, z.B. Greifposition

- Szenenanalyse
 - Interpretation von Umgebungsmerkmalen (z.B. Fahrzeug)
 - Ableiten von Handlungen z.B. Bremsassistent beim Fahrzeug oder Notfallerkennung in der häuslichen Umgebung



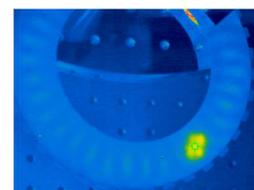
Einordnung IBV

Datengenerierende Ausgabe II

Ziel: Keine optimierte menschliche Wahrnehmung sondern „funktionale Ergebnisse“

- Sortiersignale für Qualitätssicherung
 - Automatisierte Sichtprüfung
 - Optische Analyse von Bauteilfehlern
 - Automatische Aussortierung fehlerhafter Teile

- Diagnoseinformationen
 - Zerstörungsfreie Prüfung (unsichtbares sichtbar machen)
 - Erkennung von Lunkern unter der Oberfläche (z.B. Thermographie)
 - Medizinisch-Diagnostische Anwendungen (z.B. Röntgen)

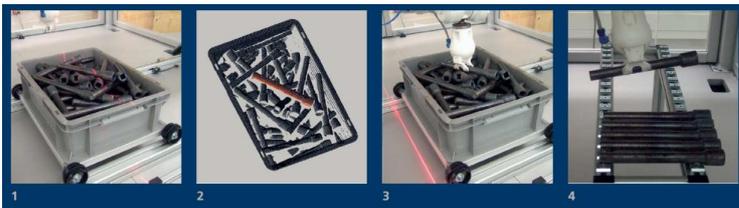


Überblick möglicher Anwendungsgebiete

Überblick möglicher Anwendungsgebiete

Robotik

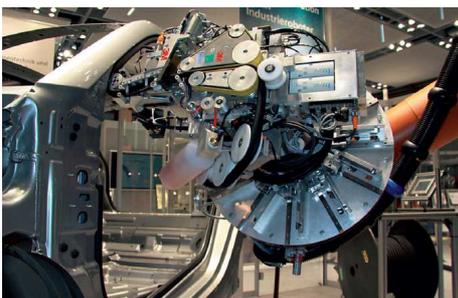
Erkennen und Greifen von Bauteilen (Griff vom Band/Griff in die Kiste)



Navigationsaufgaben
bei autonomen
Robotern

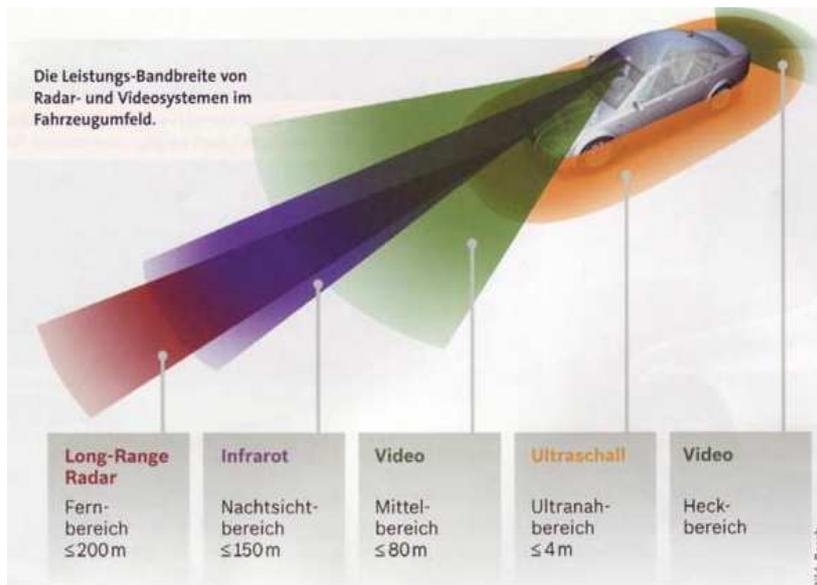


Überwachung von roboterbasierten Prozessen



Überblick möglicher Anwendungsgebiete

Verkehrstechnik



Quelle: Bosch

Fahrerassistenzsysteme:

- Fahrspur
- Verkehrszeichen
- Hindernisse
- Müdigkeit
- Notbremsung
- Einparken

Fahrzeugidentifikation:

- Einfahrt in Parkhäuser
- Mautsysteme

Überblick möglicher Anwendungsgebiete

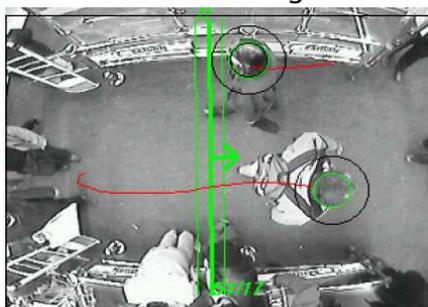
Sicherheitstechnik

Videouberwachung



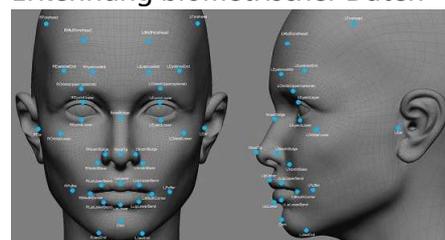
Quelle: Vitracom

Detektion und Zählung von Personen



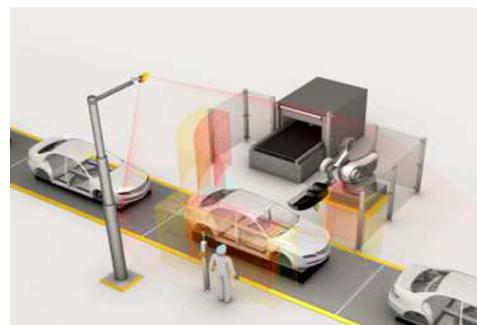
Quelle: Vitracom

Erkennung biometrischer Daten



Quelle: appgamers

Überwachung von Roboterzellen

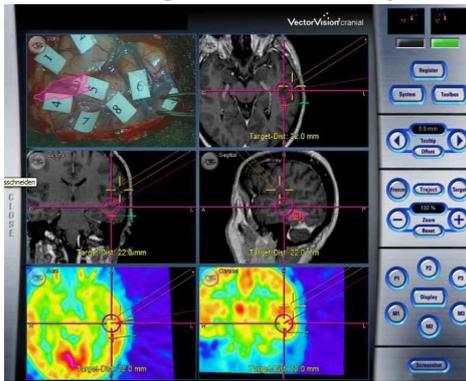


Quelle: Pilz

Überblick möglicher Anwendungsgebiete

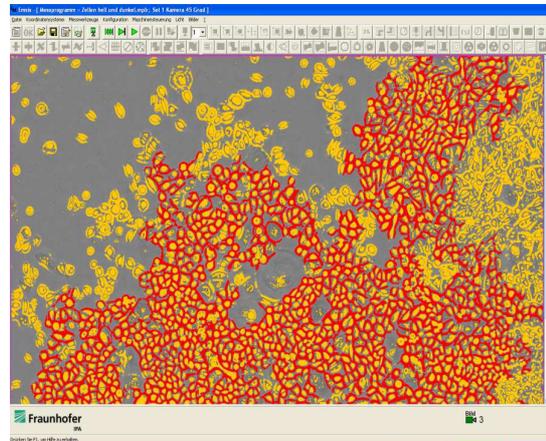
Medizin

Neurochirurgisches Assistenzsystem

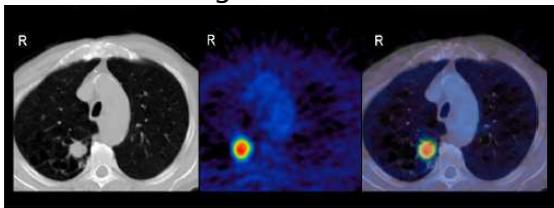


Quelle: Tu Dresden

Zellanalyse



Tumorerkennung



© Fraunhofer IPA
Mai 2013



Universität Stuttgart
ISW und IFF



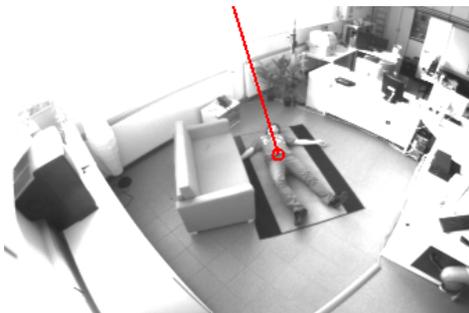
Fraunhofer
IPA

13

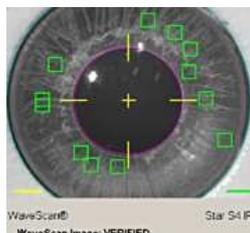
Überblick möglicher Anwendungsgebiete

Life Science

Erkennung von Notsituationen



Personenidentifikation



Quelle: freevis

Bewegungs- und Ganganalyse



Gestenerkennung HMI



Quelle: Golem

© Fraunhofer IPA
Mai 2013



Universität Stuttgart
ISW und IFF



Fraunhofer
IPA

14

Überblick möglicher Anwendungsgebiete

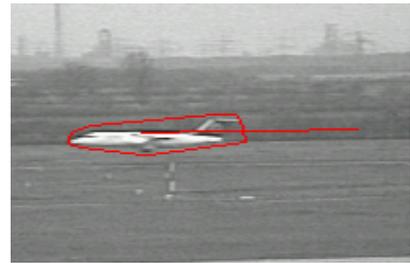
Militär, Umwelt und Fernerkundung

Objekterkennung bei Aufklärungsdrohnen



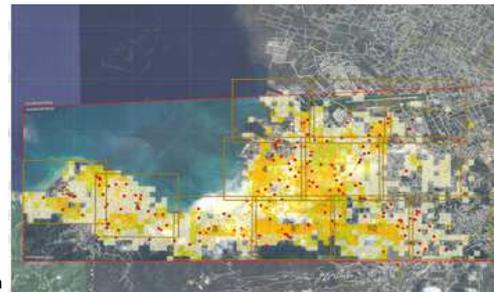
Quelle: Universität Münster

Vermessung von Landeanflügen



Quelle: Vitracom

Schadensermittlung bei Erdbeben

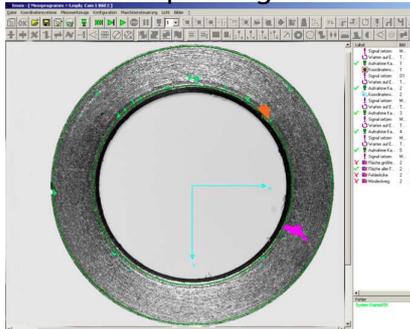


Quelle: geo.uzh

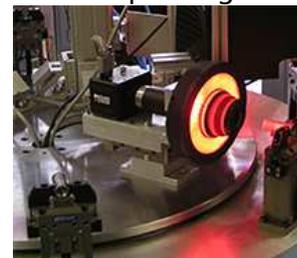
Überblick möglicher Anwendungsgebiete

QS – Industrielle Anwendungen

Oberflächenprüfung



Gewindeprüfung



Geometrieprüfung von Bauteilen



3D Vermessung von Fahrzeugrädern



Quelle: Fraunhofer Vision

Überblick möglicher Anwendungsgebiete

QS – Industrielle Anwendungen - Begriffe

- Automatisiert
 - Vollautomat – autarker Prüfautomat ohne menschlichen Eingriff
 - Handarbeitsplatz – Zuführung oder Handhabung teilweise händisch
 - Assistenzsystem – Separater Messplatz mit großem manuellen Anteil

- Visuell / Sichtprüfung
 - Nachbildung der menschlichen Wahrnehmung
 - Erhöhte Genauigkeit und 3D-Erfassung
 - Nutzung unterschiedlicher Beleuchtungsansätze
 - Nutzung erweiterter Wellenlängenbereiche

- Messen / Prüfen
 - Messen: quantitative Aussage, Vergleich mit einer Einheit
 - Prüfen: qualitative Aussage, Feststellen ob eine Forderung erfüllt wird



Klassifizierung von Prüfaufgaben



Klassifizierung von Prüfaufgaben

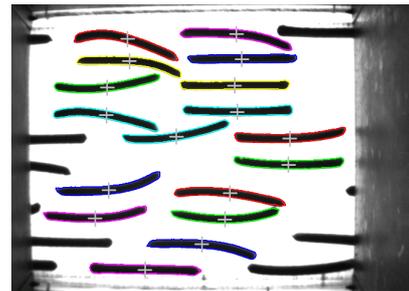
Objektidentifikation

Ziel: Erkennung und Identifikation von Objekten

Anwendungsfälle:

- Identifikation und Dokumentation
- Materialflussteuerung
- Anwesenheitsüberprüfung
- Erkennen von Fremdkörper

Materialflussoptimierung:



Quelle: robomotion

Kategorien:

- ohne „lesbare“ Objektinformation (z.B. Schrauben, Stanzteile, Nieten)
 - Form / Geometrie
 - Maß
 - Struktur, Farbe, Textur, Topologie
- mit lesbarer Information (z.B. Typenschild, Stanzzeichen)
- mit maschinenlesbarer Objektinformation (z.B. Barcode, RFID-Tag)

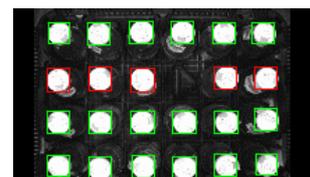
Klassifizierung von Prüfaufgaben

Vollständigkeitsprüfung

Sonderfall der Objektidentifikation

- Keine Klassifizierung
- Nur Ja / Nein Entscheidung
- Prüfen ob an allen definierten Orten Teile vorhanden sind

Kiste mit Flaschen



Beispiele:

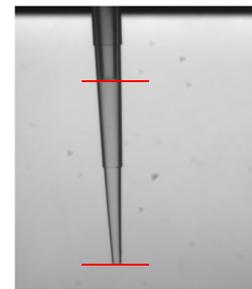
- Montageprozess
- Verpackung
- Füllstandsmessung

Schrauben in Gewinde



Quelle: seritec

Pipettenfüllstand



Klassifizierung von Prüfaufgaben

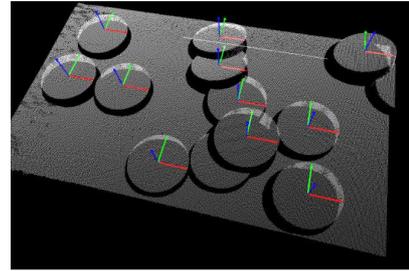
Lageerkennung

Ziel: Erkennung von Position und Orientierung

Anwendungsfälle:

- Keine eindeutige Positionierung bei Prüfprozessen
- Bestückung oder Montageprozess
- 2D / 3D Lageerkennung für Handhabungsprozesse

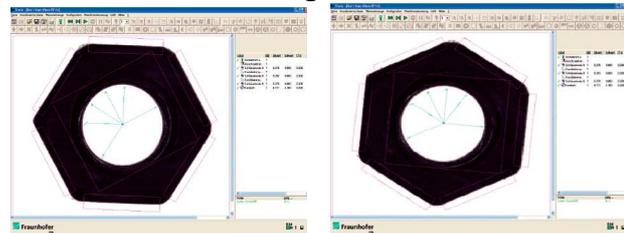
Griff vom Band



Kategorien:

- Erkennung der Position
 - Flächenschwerpunkt
 - Volumenschwerpunkt
- Erkennung der Orientierung
- Merkmale für Template-Matching

Automatisierte Prüfung



Klassifizierung von Prüfaufgaben

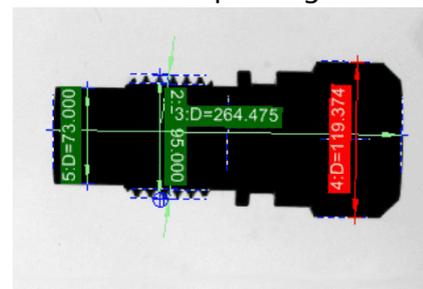
Form- und Maßprüfung

Ziel: Messtechnische Erfassung geometrischer Größen

Anwendungsfälle:

- Vermessung von Bauteilen
- Maßprüfung geometrischer Toleranzen
- Formprüfung

2D - Geometrieprüfung

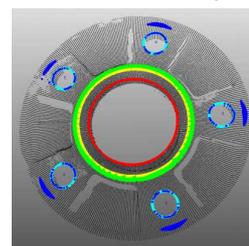


Quelle: NeuroCheck

Kategorien:

- Überprüfung / Messen von 2D Toleranzen (z.B. Abstand)
- Überprüfung / Messen von 3D Toleranzen (z.B. diagonaler Abstand)
- Überprüfung von 2D Formen (z.B. Bohrung)
- Überprüfen von 3D Geometrien (z.B. Zylinder)

3D - Geometrieprüfung



Quelle: Fraunhofer Vision

Klassifizierung von Prüfaufgaben

Oberflächeninspektion

Ziel: Messtechnische Beurteilung von Oberflächen

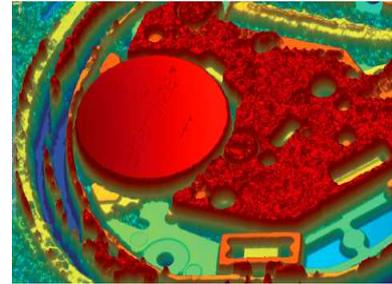
Anwendungsfälle:

- Prüfen von Welligkeit / Rauigkeit
- Prüfen von lokalen Abweichungen (z.B. Anomalie, Farbe, Textur)
- Prüfen von Defekten auf Oberflächen

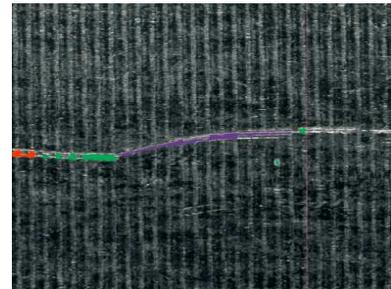
Kategorien:

- Mikroskopische (3D)Erfassung der Oberflächenstruktur (z.B. Ableitung von Kenngrößen wie Rauheit)
- Makroskopische Bewertung von quantifizierbaren Oberflächeneigenschaften (z.B. Farbe)
- Detektion von nicht im Detail spezifizierbaren Oberflächenfehlern (z.B. Kratzer, Schlagstellen)

Hochgenaue Oberflächenvermessung mit Fokusvariation



Detektion von Kratzern auf Dichtflächen



Klassifizierung von Prüfaufgaben

Inspektion des Bauteilinneren

Ziel: Zerstörungsfreie Prüfung nicht sichtbarer Strukturen

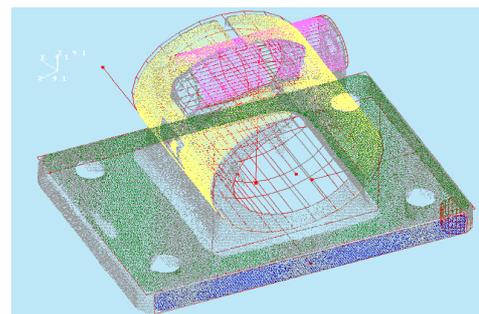
Anwendungsfälle:

- Inspektion und Vermessung von inneren Maßen, Geometrien und Strukturen
- Detektion von Defekten und Materialinhomogenitäten
- Prüfautomaten zur Erkennung von oberflächennahen Fehlern (z.B. Lunker, Risse)

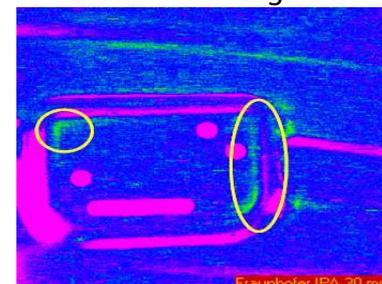
Kategorien:

- Stichprobenmessungen im Prüflabor (z.B. Radioskopie oder Computertomographie)
- Inline-Verfahren zur Integration in den Fertigungsprozess (z.B. Thermographie)

3D Bauteilvermessung mit CT-Daten



Detektion von Materialausdünnungen



Integration in den Fertigungsprozess



Integration in den Fertigungsprozess Nutzen der industriellen Bildverarbeitung

- Technische Verbesserung bestehender Lösungen
 - Vom 1D Strichcode zum 2D Data Matrix Code
- Einführung neuer Lösungen
 - Sehr schnelle und hochgenaue geometrische Vermessung
 - Zerstörungsfreie Prüfung im Bauteilinneren
- Steigerung der Effizienz
 - Berührungslos
 - Hohe Wiederholgenauigkeit
 - Objektive und dokumentierte io/nio – Aussage



Integration in den Fertigungsprozess

Umsetzung von Qualitätsvorgaben

- Kunden fordern häufig von den Zulieferern Qualitätskennzahlen:

- DPM (Defects per Million) < 100
- Prozessfähigkeit

$C_{pK} > 1,5$ (Nächste Toleranzgrenze zum Prozessmittelwert beträgt $4,5 \sigma$)

$C_p > 2$ (Toleranzbreite beträgt 6σ)

$$C_{pK} = \frac{\min(\mu - USG; OSG - \mu)}{3\sigma}$$

$$C_p = \frac{OSG - USG}{6\sigma}$$

- In Europa am weitesten verbreitete Norm:
DIN EN ISO 9000 – 9004
 - Dokumentationspflicht für Prüfung und Prüfergebnis
- Vorgaben hinsichtlich Produkthaftung

USG = untere Spezifikationsgrenze
OSG = obere Spezifikationsgrenze
 μ = Mittelwert
 σ = Standardabweichung

Integration in den Fertigungsprozess

Übergang von Stichprobenkontrolle zu 100% - Prüfung

- Qualitätskennzahlen und Dokumentationspflicht sind mit manuellen Stichproben oft nicht erreichbar
- 100% Kontrolle durch Mitarbeiter oft unwirtschaftlich
- Menschliche Sichtprüfung fehlerbehaftet
 - Konzentration
 - Ermüdung
 - optische Täuschung fehlerbehaftet

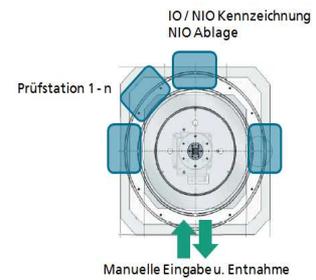
- Bildverarbeitungssysteme bieten eine objektive Beurteilung des Ist-Zustands
- Hohe Reproduzierbarkeit
- Hohe Taktzeiten
- Kombination verschiedenster Prüfungen

Integration in den Fertigungsprozess

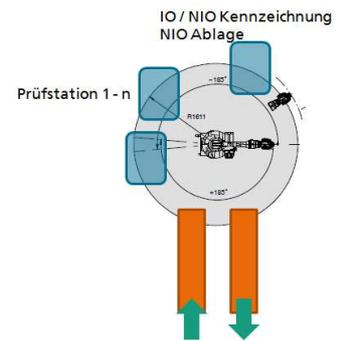
Automatisierungsgrad der Prüfabläufe

- Laborgerät / Hilfsmittel zur Unterstützung der Prüfung
 - Bessere Visualisierung der Defekte
 - Manuelle Zuführung und Sortierung
- Handarbeitsplatz mit manueller Zuführung
 - Manuelles Einlegen der Teile
 - Automatische Prüfung und Sortierung
- Prüfautomat mit komplett automatischer Handhabung
 - Rundtakttisch
 - Roboter
 - Glasteller / Rutsche
 - Förderband
 - Fördersysteme

Rundtakttisch mit manueller Zuführung

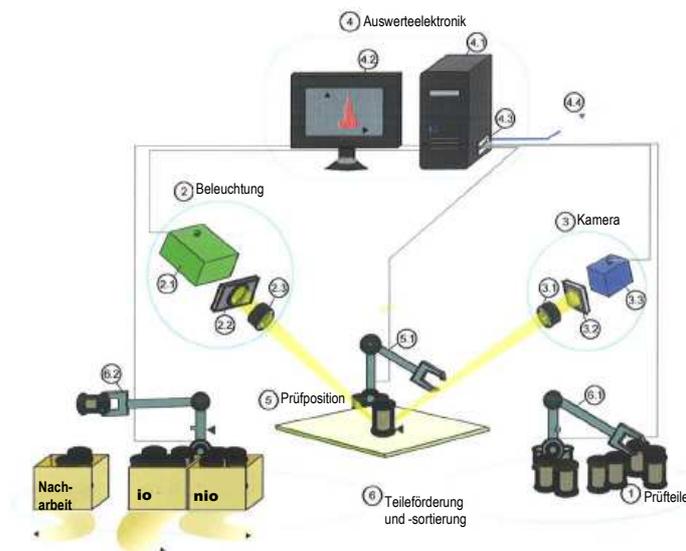


Rundtakttisch mit Förderband und Roboterzuführung



Integration in den Fertigungsprozess

Automatisierungsgrad der Prüfabläufe (II)



Quelle: Fraunhofer Vision

1. Prüfteile

2. Beleuchtung

- 2.1 Energieversorgung/Steuerung
- 2.2 Leuchtmittel
- 2.3 Beleuchtungsoptik

3. Kamera

- 3.1 Abbildungsoptik
- 3.2 Sensor
- 3.3 Elektronik

4. Auswerteelektronik

- 4.1 Industrie PC
- 4.2 BV-Software
- 4.3 Steuerungsschnittstelle
- 4.4 Prozessschnittstelle

5. Prüfposition

- 5.1 Manipulator

6. Teileförderung

- 6.1 Zuführung
- 6.2 Sortierung

Integration in den Fertigungsprozess

Wirtschaftlichkeit – Wann lohnt sich ein BV System?

- Betrachtung der gesamten Prozesskosten oft nicht genau quantifizierbar:
 - Auswirkung nicht erkannter Fehler im Produktionsablauf oder beim Kunde?
 - Kosten / Aufwand verschiedener Kundenreklamationen?
 - Eingesparte Kosten für Austausch, Ausbau etc. ?
 - Kosten in späteren Prozessschritten durch Fehlerfortpflanzung?
 - Bessere Absicherung gegen Reklamation, Rückruf etc. ?
 - Wie stark kann die Fehlerrate gesenkt werden?

- Nutzen der IBV nicht immer sofort ersichtlich
 - Strategie der ständigen Verbesserung?
 - Höhere Gesamteffizienz des Prozesses?
 - 100% Prüfung anstelle Stichproben?
 - Automatische Dokumentation / Prüfprotokoll?
 - Erkennung bisher nicht prüfbarer / sichtbarer Defekte?

Integration in den Fertigungsprozess

Qualitätsbezogene Kosten

Qualitätsbezogene Kosten	Beispiele der verschiedenen Kosten
Fehlerverhütungskosten Kosten für vorbeugende Qualitätssicherung	<ul style="list-style-type: none"> - Mitarbeiter Qualitätswesen - Qualitätsplanung vor Beginn der Fertigung - Prüfplanung - Qualitätssteuerung, -sicherung, -statistik - Schulung für Mitarbeiter
Prüfkosten Kosten für die routinemäßige Feststellung der Qualität durch Vollprüfung oder Stichproben	<ul style="list-style-type: none"> - Wareneingangsprüfung - Fertigungs-, Zwischen- und Endprüfung - Mess- und Prüfmittel - Laboruntersuchungen
Fehlerkosten Kosten, wenn Produkte oder Verfahren den Qualitätsanforderungen nicht entsprechen	<ul style="list-style-type: none"> - Ausschuss - Nacharbeit - Aussortieren - Garantiezahlungen - Gewährleistungskosten

Integration in den Fertigungsprozess

Wirtschaftlichkeit – Beispielrechnung

Investitionsvolumen für ein fiktives BV-System

Investitionsvolumen: 100.000 €

- Systemkomponenten
- Software
- Mechanik
- Integration und Inbetriebnahme
- Dokumentation und Schulung

Betriebskosten BV-System

Betriebskosten pro Jahr: 35.400 €

- Energiekosten
- Instandhaltung
- Betreuungsaufwand
- Finanzierungskosten
- Abschreibungskosten

Integration in den Fertigungsprozess

Wirtschaftlichkeit – Beispielrechnung II

Einsparung bei der Realisierung von Qualitätszielen

Einsparpotenzial bei Qualitätsbezogenen Kosten pro Jahr: 75.000 €

- Prüfkosten (Personal, Arbeitsplatz)
- Nacharbeitskosten im Haus
- Nacharbeitskosten beim Kunde

Wenn Einsparung > Betriebskosten
dann Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Einsparung pro Jahr an Qualitätsbezogenen Kosten: 75.000€
- Betriebskosten pro Jahr für BV-System: 35.400€
- **Einsparung pro Jahr: 39.600€**
- **Amortationszeit: 2,5 Jahre**

Integration in den Fertigungsprozess

Kostenoptimierte Lösungen

- Kosten für Mechanik und Integration (Anlagenbau) überschreiten schnell die Kosten für die eigentliche Prüftechnik um ein vielfaches
 - Beispiel:
 - Rundtaktisch mit 4 Prüfstationen und unterschiedlicher Teilepräsentation
 - Zuführung über Pufferband und automatische Handhabung und Aussortierung mit Scara-Roboter
 - Verfahrbare Sensoren für unterschiedliche Produktvarianten
 - Kosten Prüftechnik: ca. 100.000€
 - Kosten Mechanik und Steuerung: ca. 400.000€
- Individuelle Prüfung des Automatisierungsgrades
- Vorsicht vor „Sparmaßnahmen“ die zu neuen Aufwänden oder Fehlerquellen führen können (z.B. manuelle Verstellung der Kamera oder händische Sortierung)

Integration in den Fertigungsprozess

Grenzen der industriellen Bildverarbeitung

Generelle Richtlinie:

- Wenn eine Prüfung häufig wiederholt wird,
 - Wenn eine hohe Taktrate für die Prüfung vorliegt,
 - Wenn die Prüfmerkmale eindeutig beschreibbar sind,
 - Wenn die Prüfbedingungen standardisiert sind,
- dann kann der Einsatz automatisierter, digitaler Bildverarbeitung sinnvoll sein

Jedoch sind manche Aufgaben nicht für Bildverarbeitung geeignet:

- Art der Aufgabenstellung
 - Umgebung
 - Technische Randbedingungen
- Es empfiehlt sich immer, eine an die Randbedingungen angepasste Machbarkeitsstudie durchzuführen.

Integration in den Fertigungsprozess

Grenzen der industriellen Bildverarbeitung (II)

Aspekt	Einschränkende Randbedingungen
Art der Aufgabenstellung	<ul style="list-style-type: none"> - Reflektierende Produktoberflächen (z.B. glänzende Metalle) - Viele stark unterschiedlicher Produktvarianten - Viele Prüfmerkmale an unterschiedlichen Stellen - Geringe Stückzahl
Industrielle Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> - Raue Fertigungsumgebung (z.B. Öl, Staub, Erschütterungen) - Schwankende Lichtverhältnisse - Beengte Platzverhältnisse
Technische Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Anteil an Pseudo-Ausschuss (z.B. bei Oberflächenprüfungen) - Realisierbare Auflösung im Bezug zur Teilegröße - Taktzeit - Preis- / Leistungsverhältnis



Anwendungsbeispiele



Anwendungsbeispiele Allgemeine Prüfautomaten

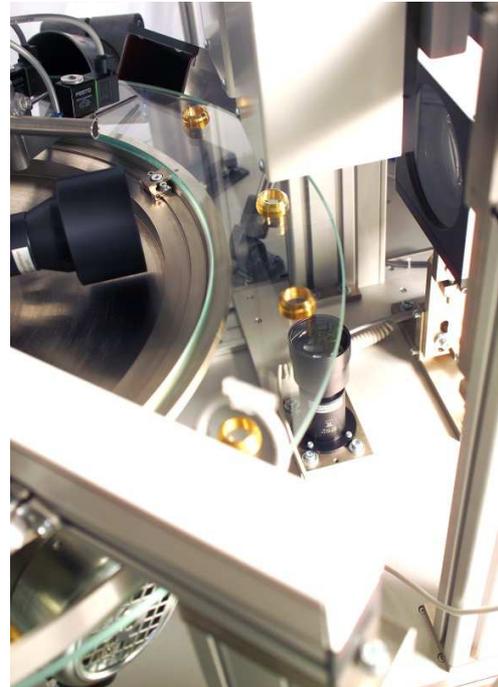
Aufgabe:

Automatische Prüfautomaten für

- Sortieraufgabe
- Vereinzelung
- Lagekontrolle
- Automatisierte Sichtprüfung
- Maßliche Prüfung
- Oberflächenprüfung

Lösung

- Auswahl geeigneter BV-Komponenten
- Auslegung geeigneter Zuführung und Handhabung
- Erstellen eines Prüfprogramms aus Standardalgorithmen
- Bei Bedarf: Implementierung spezifischer Auswertesoftware



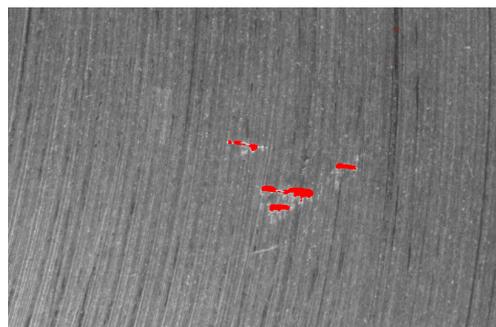
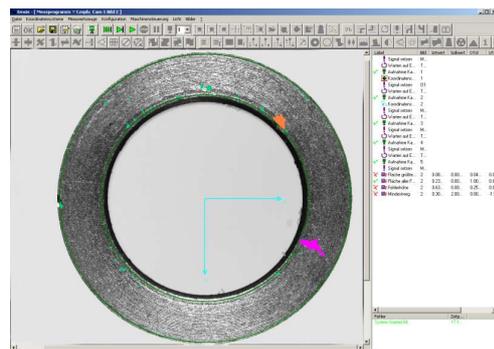
Anwendungsbeispiele Schlagstellenprüfung

Aufgabe:

- Erkennung von Beschädigungen auf technischen Oberflächen

Lösung:

- Spezielle Beleuchtung: LED-Spots von unterschiedlichen Positionen um Beschädigungen sichtbar zu machen
- Fehler wird im Bild als Abweichung von der Soll-Textur der Oberfläche erkannt
- Auswertung über Größe der Abweichung



Anwendungsbeispiele

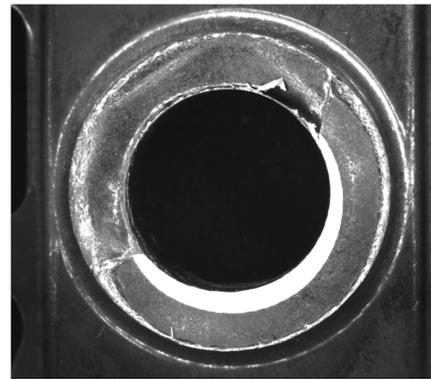
Phasenprüfung

Aufgabe:

- Phasenprüfung von technischen Bauteilen

Lösung:

- Aufnahme im Auflicht mit telezentrischer Beleuchtung
- Phase wird überbelichtet und erscheint hell
- Beschädigungen oder Abweichungen können als Abweichung von der hellen Fläche detektiert werden



Anwendungsbeispiele

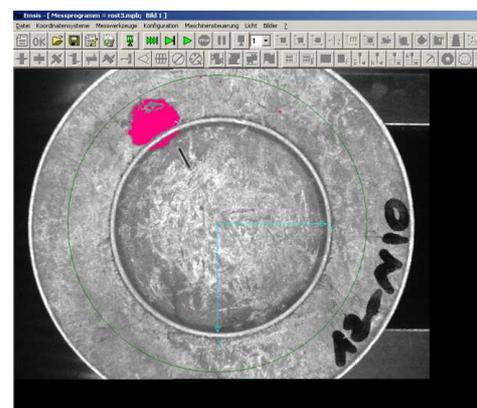
Rostprüfung

Aufgabe:

- Erkennung von Rost auf metallischen Oberflächen

Lösung:

- Farbkamera im Auflicht
- Fehler wird im Bild als größere Farbabweichung im Vergleich zur natürlichen Schwankung der Oberflächenfarbe interpretiert
- Auswertung über Größe der Abweichung



Anwendungsbeispiele

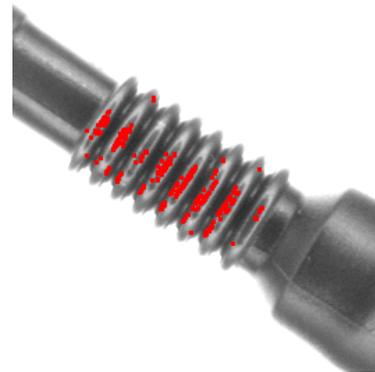
Anwesenheitskontrolle

Aufgabe:

- Anwesenheitsprüfung einer blauen Kunststoffummantelung

Lösung:

- Aufnahme mit Farbkamera
- Ermittlung der Farbabweichung
- Klassifikation des Farbunterschieds



Anwendungsbeispiele

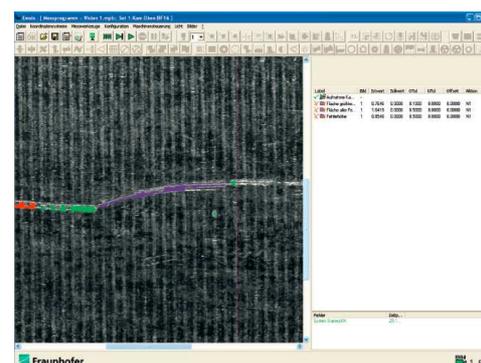
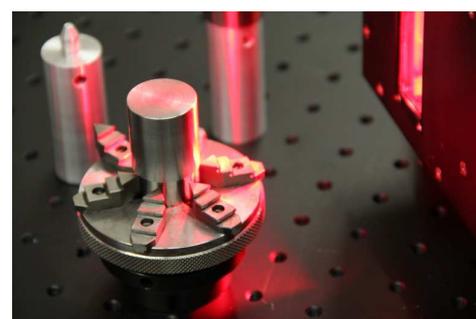
Oberflächenprüfung an Rotationsbauteilen

Aufgabe:

- Erkennung von Beschädigungen auf Mantelflächen bei rotationssymmetrischen Bauteilen

Lösung:

- Zeilenkamera und Auflicht, um Vertiefungen in der Oberfläche sichtbar zu machen
- „Abrollen“ der Mantelfläche (Triggerung durch Inkrementgeber)
- Fehler wird im Bild als Abweichung von der Soll-Textur der Oberfläche erkannt
- Auswertung über Größe der Abweichung

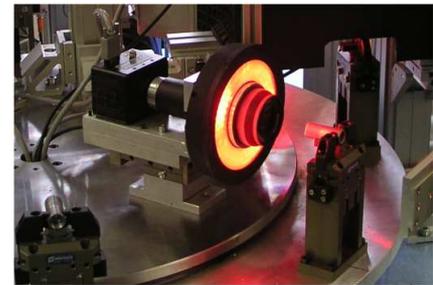


Anwendungsbeispiele

Bohrlochinspektion

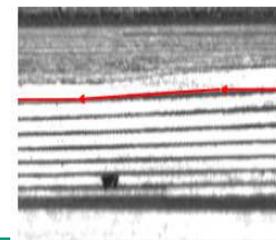
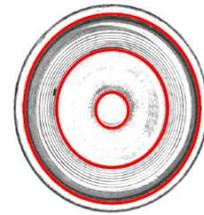
Aufgabe:

- Inspektion von Bohrlöchern mit Innengewinde



Lösung:

- Weitwinkelobjektiv und Auflichtbeleuchtung
- Relevanter Gewindeteil wird segmentiert
- Gewinde wird „abgewickelt“
- Auswertung über Fehlstellen oder Fremdkörper in den Linien



Anwendungsbeispiele

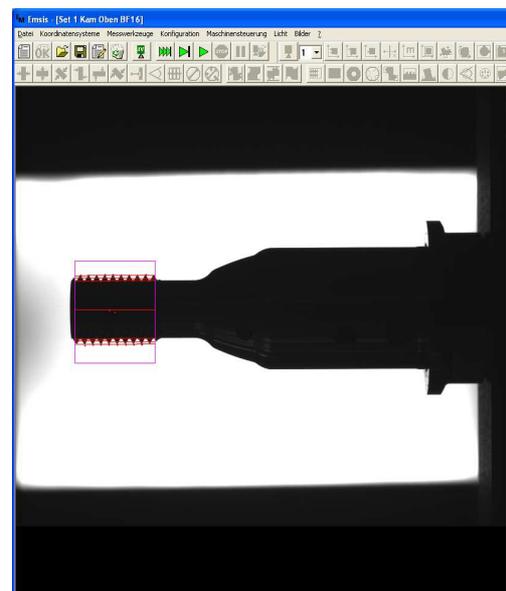
Prüfung besonderer Merkmale

Aufgabe:

- Erkennung von geometrischen Gewindemerkmale:
 - Maße Gewinde
 - Koaxialität zur Mantelfläche

Lösung:

- Telezentrisches Objektiv und Durchlicht
- Segmentierung der Gewindegrenzen
- Vermessung / Berechnung der relevanten Merkmale



Anwendungsbeispiele

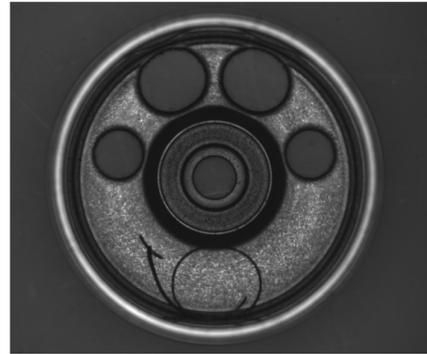
Detektion von Spänen

Aufgabe:

- Erkennung von Spänen in relevanten Bereichen

Lösung:

- Span mit entsprechender Beleuchtung sichtbar machen (Auflicht, Durchlicht usw.)
- Abweichung im entsprechenden Bereich mit Texturanalyse detektieren
- Toleranzen definieren (Pseudoausschuß)



Anwendungsbeispiele

Inspektion umgeformter Bleche

Aufgabe:

- Rissprüfung an kritischen Stellen

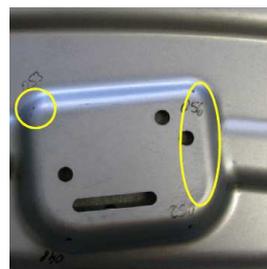
Lösung für Fehler an Oberfläche:

- Photometrisches Stereo, um Risse sichtbar zu machen



Lösung für Fehler unter der Oberfläche:

- Thermographie



Anwendungsbeispiele

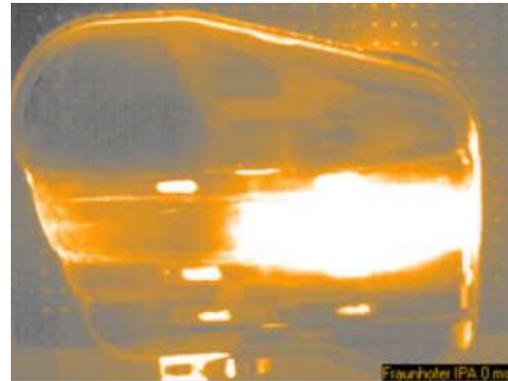
Anwesenheitsprüfung von Dichtmasse

Aufgabe:

- Anwesenheitsprüfung von Materialien in einem bereits verarbeiteten Bauteil

Lösung:

- Erwärmung des Bauteils mit warmer Luft im Durchfluss
- Überwachung der Wärmeausbreitung auf der Oberfläche mittels Thermokameras
- Segmentierung von Fehlstellen durch wesentlich schnellere Erwärmung
- Inline-Lösung möglich



Anwendungsbeispiele

Inspektion von Punktschweißverbindungen

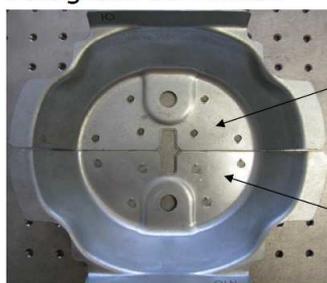
Aufgabe:

- Dichtheitsprüfung bei Punktverschweißungen

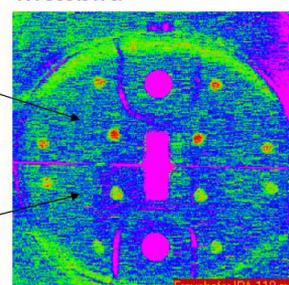
Lösung:

- Erwärmung des Bauteils mit geeigneter Anregung
- Überwachung der Wärmeausbreitung in den Schweißpunkten mittels Thermokameras
- Segmentierung von Fehlstellen durch wesentlich schwächere Wärmeübertragung

Fotografie der Proben



Messbild



Zusammenfassung

Einsatzmöglichkeiten moderner Bildverarbeitungslösungen

- Bildverarbeitung bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für die industrielle Qualitätssicherung
 - Objektidentifikation
 - Vollständigkeitsprüfung
 - Lageerkennung
 - Maß- und Formprüfung
 - Oberflächeninspektion
 - Inspektion des Bauteilinneren
- Praktische Anwendungsfälle sollten immer durch Voruntersuchungen verifiziert werden
- Grenzen der Bildverarbeitung liegen bei variantenreicher Fertigung, glänzenden Oberflächen und verteilten Prüfmerkmalen
- Automatisierte Handhabung ist ein starker Kostentreiber und muss entsprechend berücksichtigt werden





**Stuttgarter
Produktionsakademie**

BASISWISSEN INDUSTRIELLE BILDVERARBEITUNG

Seminar SPA 062
19. März 2014
Stuttgart