Oberflächeninspektion in langen Bohrungen

Dipl.-Ing. Dietmar Kollhoff

Gesellschaft für Bild- und Signalverarbeitung mbH

Kontakt:
Gesellschaft für Bild- und Signalverarbeitung (GBS) mbH
Gustav-Kirchhoff-Straße 5
98693 Ilmenau
Tel. 03677-2010303
Fax. 03677-2010302
Email: dietmar.kollhoff@gbs-ilmenau.de

Aufgabenstellung:

- Kontrolle der Oberfläche von Bohrungen in Bauteilen aus Aluminiumdruckguss auf Lunker, Risse und andere Fehlererscheinungen
- Defektgröße Ø ≥ 0,3 mm
- Bohrung Ø 12 mm, Länge 90 mm
- nur Durchgangsbohrungen
- 100% - Kontrolle, da sicherheitskritische Teile und keine prozesssichere Technologie

Anforderungen des Fertigungsumfeldes:

- robust, industrietauglich
- Prüfplatz neben Bohrmaschine: Ölnebel, Vibrationen
- Low-Cost (< 40 T€ inkl. Entwicklung)
- hohe Geschwindigkeit: ≤ 3 s / Bohrung

Lösungsvarianten

Klassische Lösung: Endoskopkamera

- teuer, langsam
- mechanisch empfindlich
- Verschmutzungsprobleme
- Rundumoptik oder Seitenoptik+Drehbewegung

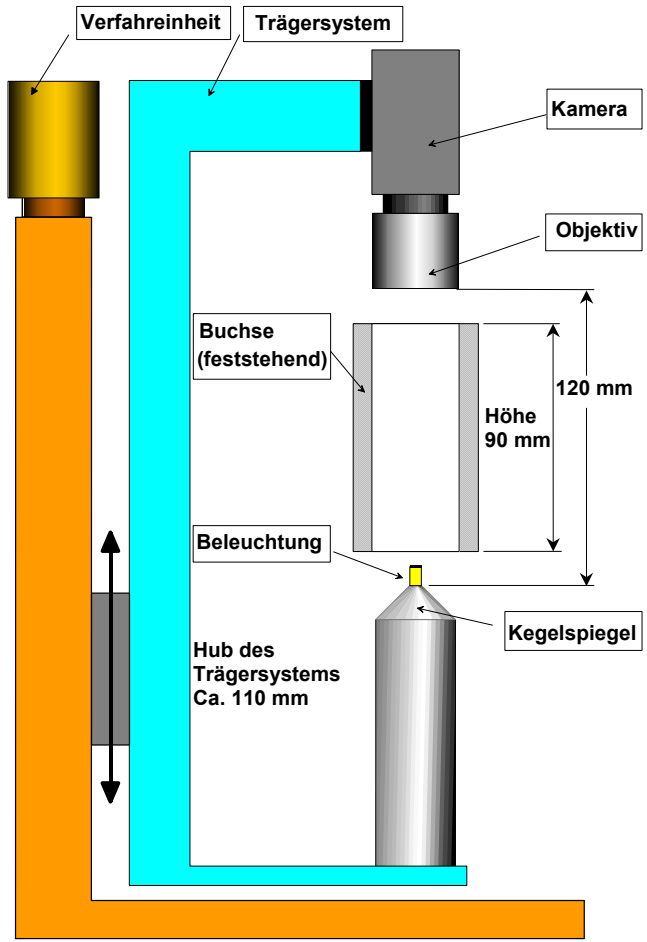
Unsere Lösung:
Abbildung der Wandung über Kegelspiegel

- preiswerter Kegelspiegel aus Edelstahl
- mechanisch robust
- Kamera außerhalb der Bohrung
- gegenwärtig nur Durchgangsbohrungen

Bsp: Innenprüfsensor IPS-10

Bilddatengewinnung

- Zuführung der Buchse über einen Rundtakttisch
- Buchse ist zentriert über Spiegel
- Durchfahren der Spiegel-Kamera-Einheit durch die Bohrung
- progressive scan Kamera mit Shutter (782x582 Pixel)
- überlappende Aufnahme von Zylinderringen
- 36 Einzelbilder in dieser Anwendung
- Bilder sind durch Spiegel geometrisch verzerrt

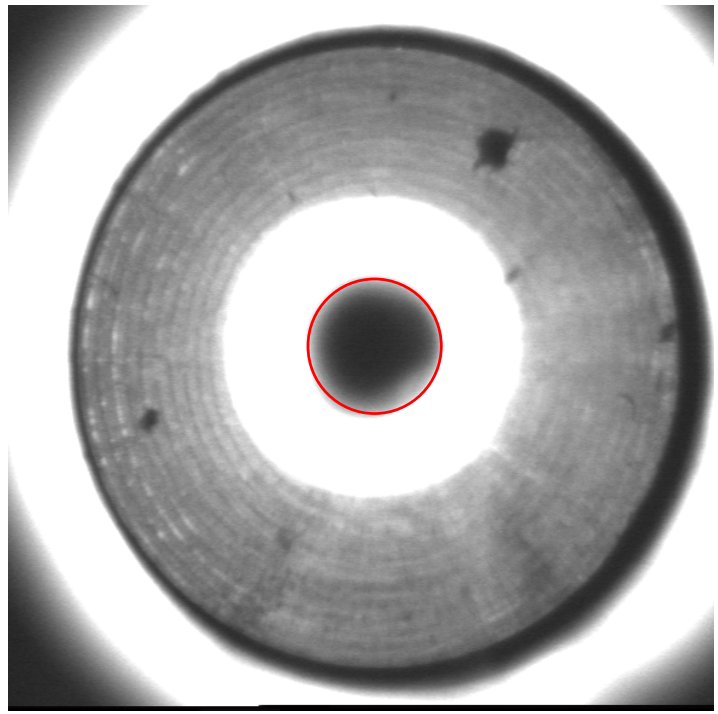


Prüfaufbau

Algorithmische Lösung

Bestimmung der Orientierung des Bildes

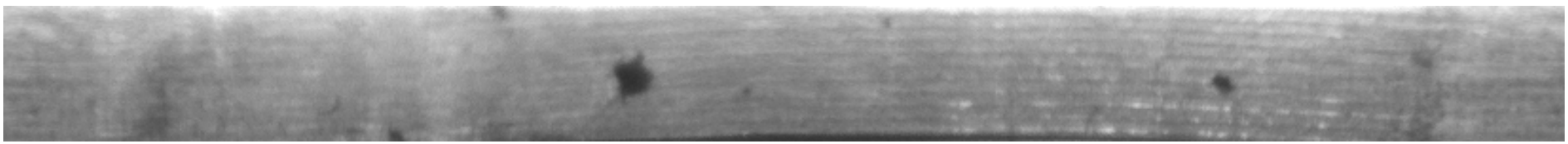
- Mittelpunkt des Spiegels = Schwerpunkt der dunklen, zentralen Fläche
- Schwellwertbildung und Binarisierung
- Ausgleich über alle Aufnahmen einer Serie zur Ausreißerelimination

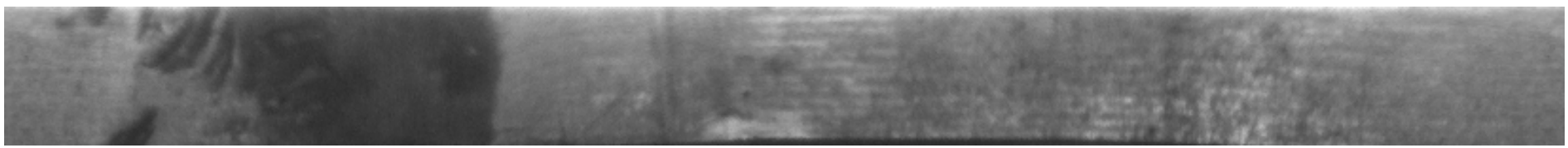


Algorithmische Lösung (2)

Geometrische Entzerrung

- Bild des Kreisringes → rechteckiges Bild der Mantelabwicklung
- festgelegter Innen- und Außenradius
- neue Länge x'_{max} entspricht Umfang des Innenkreises plus Überlappung
- neue Höhe y'_{max} gleich (Außenradius - Innenradius) * Normfaktor
- Erzeugung des entzerrten Bildes (x', y') durch Abtastung des Originalbildes (x, y)





Algorithmische Lösung (3)

Photometrische Korrektur

- ortsabhängige Helligkeitskomponente durch ungleichmäßige Ausleuchtung, Helligkeitsabfall in radialer Richtung und Glanzlichter an Bohrerspuren
- Neutralisierung des mittleren Helligkeitsgradienten entlang des Radius

Erzeugung des Gesamtbildes

- Zusammensetzen der Bildstreifen zu einem Gesamtbild mit reduzierter Auflösung

Fehlerdetektion

3 Fehlerklassen mit unterschiedlichen Fehlereigenschaften

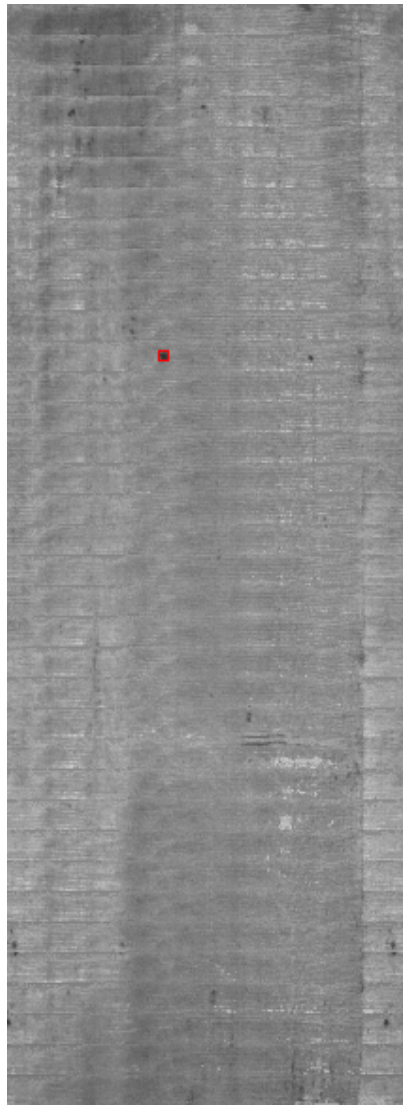
➔ angepasste Algorithmen

Kleine Lunker

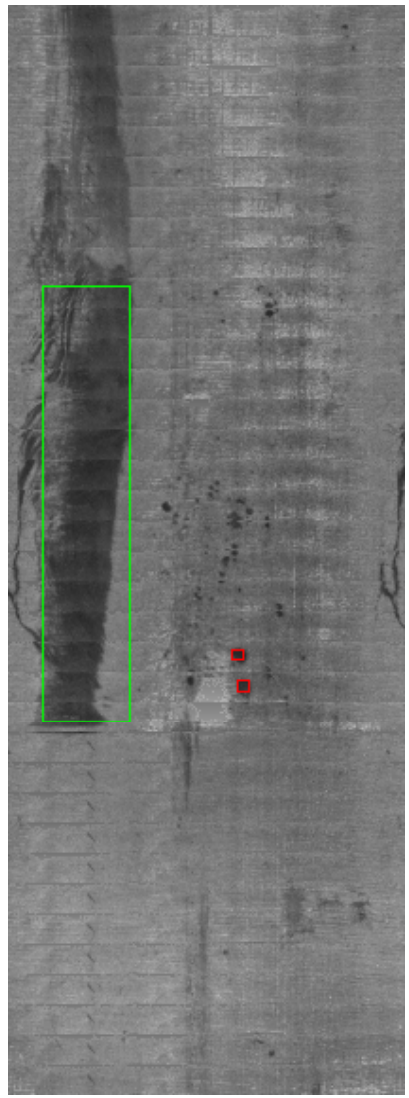
- Detektion in Einzelbildern
- geringere Helligkeit als normale Bohrungswand
- kleiner als Ringhöhe und größer als zulässige Mindestgröße
- scharfe Berandung

Mikrodefekte

- Nachweis nur bei ansonsten homogenen Oberflächen
- Laplace-Operator mit einstellbarer Filterbreite
- Schwellwert-Entscheidung



Fehlerdetektion (2)



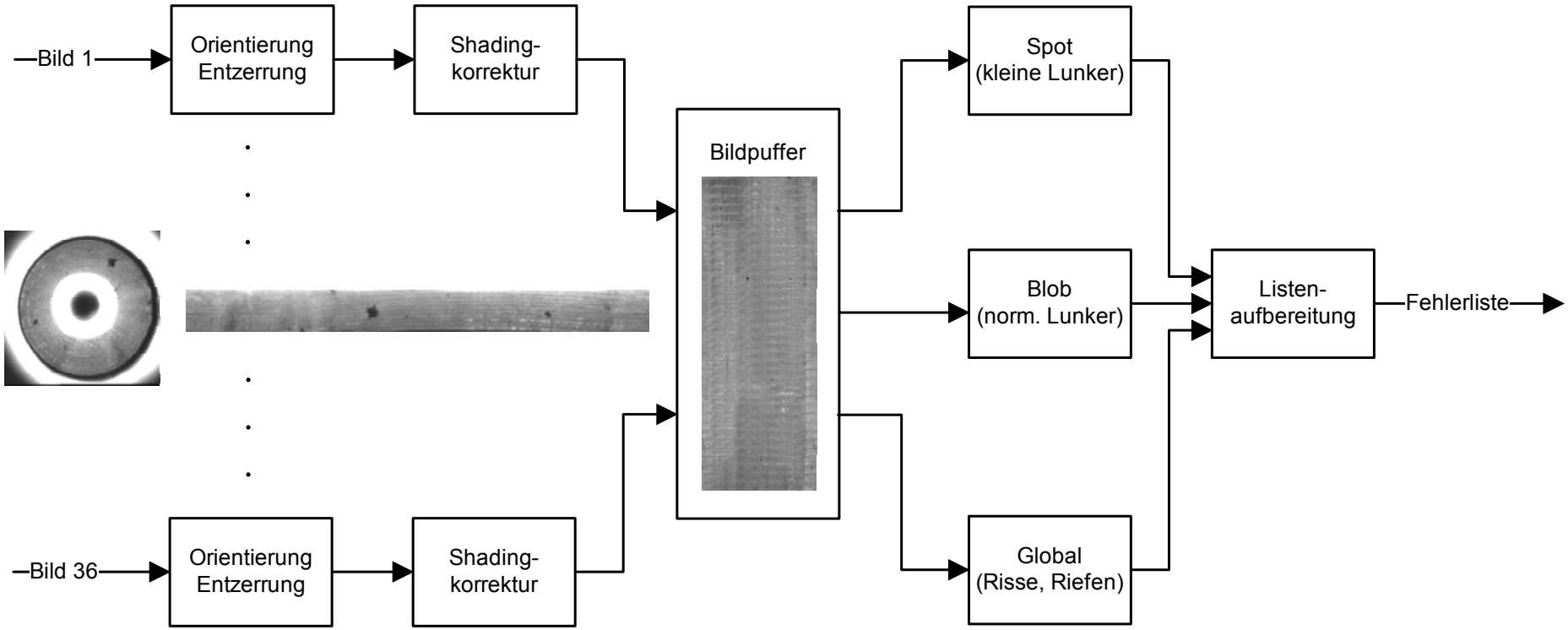
Großflächige Defekte

- Lunker, die größer als die Streifenhöhe sind, Riefen, Risse
- Erzeugung eines verkleinerten Gesamtbildes der Bohrung
- Detektion von Objekten, die dunkler als die typische Bohrungswand sind
- Schwellwertbildung mit morphometrischer Glättung

Bearbeitungsmängel

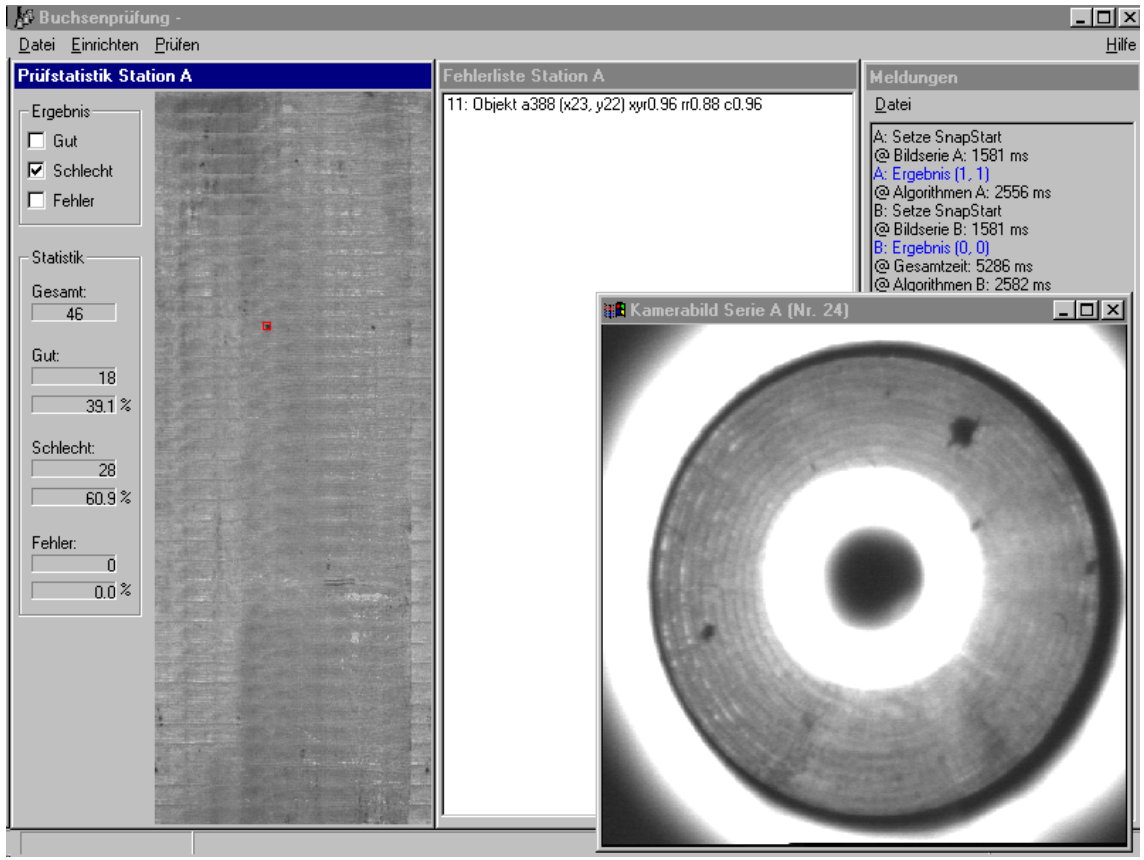
- unbearbeitete Gussflächen, grobe Bohrspuren, aufgerissene Oberfläche und Einlaufspuren am Bohrungsanfang führen zu Pseudofehlern
- keine Unterscheidung von Lunkern möglich, allerdings Hinweis auf Prozessfehler

Übersicht zur Bildverarbeitung



Programm und Bedienoberfläche

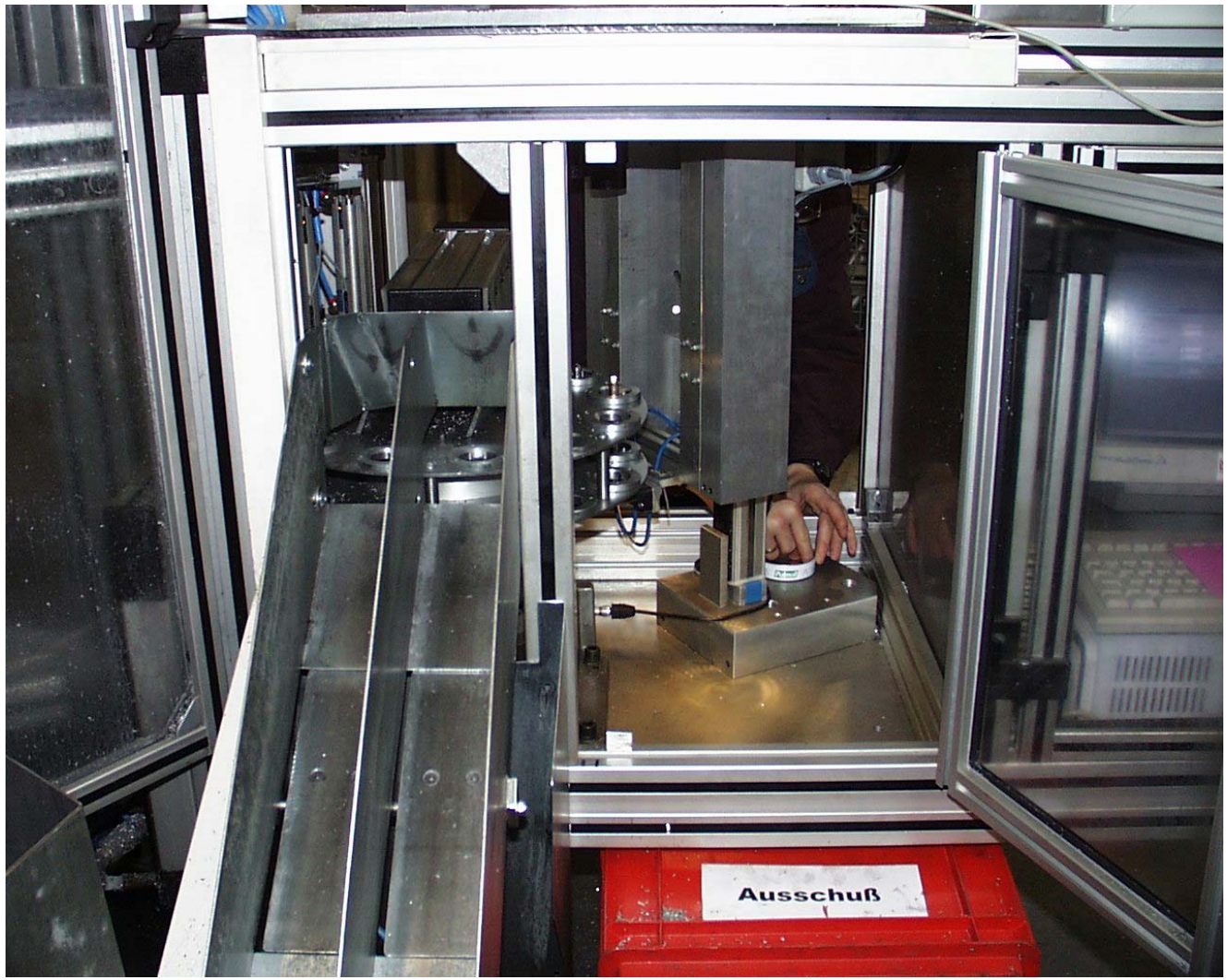
- PC-basiertes Prüfsystem
- Applikation unter Windows NT 4.0
- 2 Buchsen gleichzeitig geprüft
- graphische Parametrierung
- Anzeige des Prüfergebnisses
- Gut-Schlecht-Statistik
- Jetter Nano-SPS zur Steuerung der Verfahreinheit und der Auswurfklappe



Integration in das Fertigungsumfeld

- Ausblasen der Bohrung vor der Prüfung
- Einsatz robuster bzw. leicht wechselbarer Komponenten (z.B. Lampen)
- Einhausung von Kamera und Objektiv
- PC in 19“-Industriegehäuse und in separatem, abgedichteten Schrank

Wartung und Reinigung

- regelmäßig
- Reinigen des Gesamtaufbaus und der Spiegel
- Kontrolle der Beleuchtung
- Wechsel der Luftfilter des PC

Integration in das Fertigungsumfeld