

Vision Technologietag 2011

Fertigungsintegrierte Gewindeinspektion mit Superweitwinkel-Objektiven



Dipl.-Phys. Hartmut Eigenbrod
24. November 2011

1



Vision Technologietag 2011
Ausgangssituation



Technische
Informationsverarbeitung

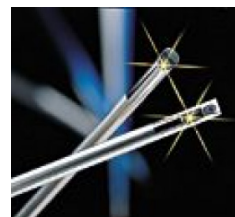
Aufgabenstellung

- Prüfung sicherheitsrelevanter Bauteile aus dem Automobilbereich
- Bohrungen mit Innengewinden
- Variierende Beschaffenheit der Oberfläche
- 100%-Prüfung erforderlich
- Taktzeit < 1s



Stand der Technik

- Endoskopische Abbildung
- Hohe Bildqualität
- Inspektion von tiefen Bohrungen
- Präzise Einführung in Bohrung
- Aufwendig, langsam



Vision Technologietag 2011

Prüfung auf Basis von Superweitwinkel-Objektiven



Technische
Informationsverarbeitung

Fertigungsintegrierte Gewindeinspektion

Prüfkonzzept

- Einsatz von Superweitwinkel-Objektiven
- Beleuchtung optimiert für schwer zugängliche Innengeometrien
- Spezialisierte Bildverarbeitungsalgorithmen zur Erkennung von Oberflächendefekten in Bohrungen und Zylindermantelflächen
- Software Plug-Ins für NeuroCheck und EMSIS

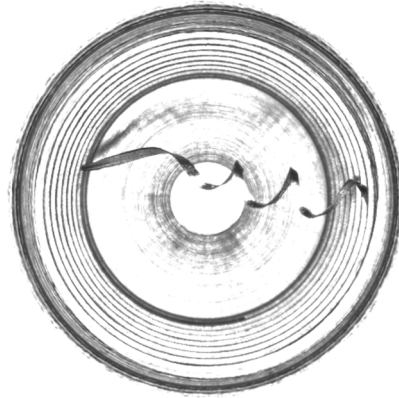


Technische
Informationsverarbeitung

Fertigungsintegrierte Gewindeinspektion

Prüfkriterien

- Bohrung, Gewinde und Durchgang vorhanden
- Prüfung der gesamten Innenfläche auf Fehlstellen
- Bohrung frei von Spänen und anderen Fremdkörpern
- Gewinde ohne Beschädigungen (Unterbrechungen, Einschlüsse, Lunker usw.)
- Gewindelänge innerhalb der Toleranz
- Detektion kleiner Defekte



Fertigungsintegrierte Gewindeinspektion

Bildaufnahme

- Bohrung wird durch eine Superweitwinkeloptik abgebildet
- Optik wird nicht in die Innenkontur eingeführt oder gedreht
- Erheblicher Geschwindigkeitsvorteil gegenüber endoskopischen Methoden



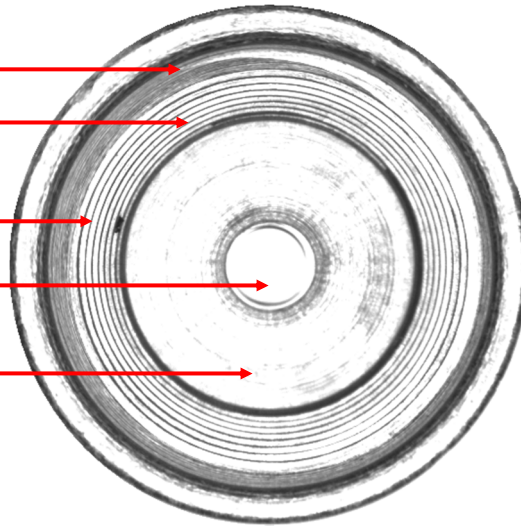
Gewindeeinlauf

Gewindeauslauf

Defekt

Durchgang

Bohrungsboden



Fertigungsintegrierte Gewindeinspektion

Situation bei der Bildaufnahme

- Bildperspektive
- Ausleuchtung von Innenkonturen im Auflicht
- Reflektionsvariation der Oberfläche
- Auflösung auf Grund des Betrachtungswinkels geringer als bei der Endoskopie

Reflektionsverhalten der Oberfläche

Einflussgrößen:

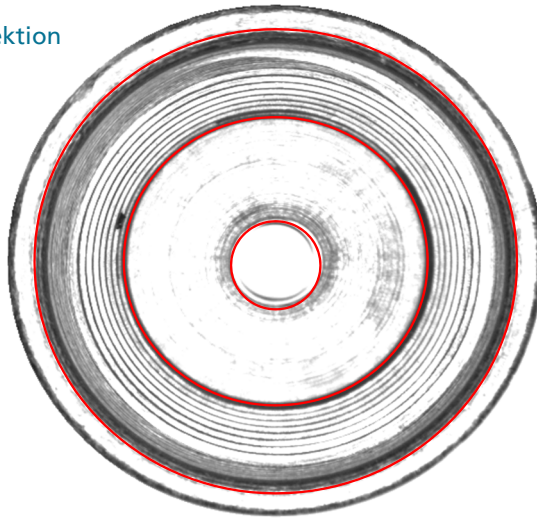
- Material
- Abnutzung des Werkzeuges
- Verschiedene Bauteilvarianten
- Beschichtung (phosphatiert, eloxiert, ...)
- Alterung
- Helligkeit und Struktur variieren sogar innerhalb Chargen

Kompensationsmöglichkeiten der Bildaufnahmen im Aufricht

- Softwarealgorithmen zur Kompensation der variierenden Helligkeit
- Grenzen durch Dynamikbereich der Kamera definiert
- Neuentwicklung: Dynamische Steuerung der Beleuchtungsintensität
- Auswahl orientierte Mehrfachbildaufnahme

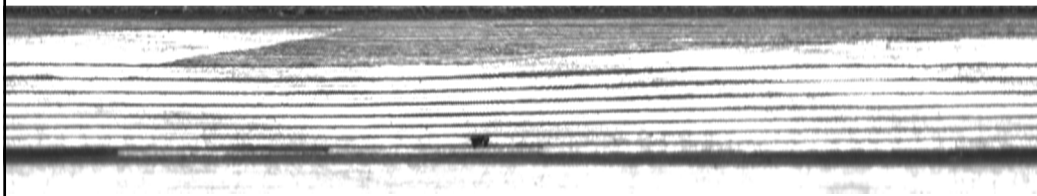
Bildausrichtung

- Kreiskonturen werden angepasst
- Die genaue Ausrichtung des Bauteils im Bild wird festgestellt
- Gewinde, Boden und Durchgang werden segmentiert



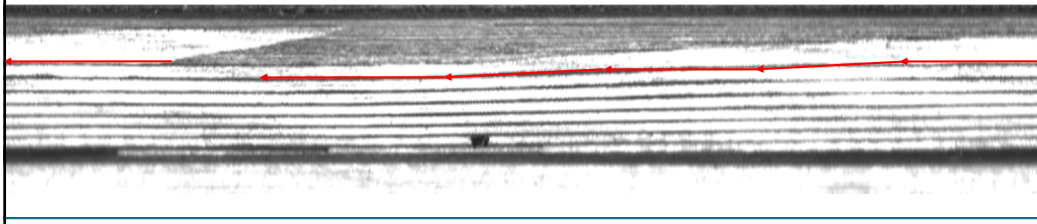
Abwicklung in Polarkoordinaten

- Gewindegänge → nahezu waagrechte Spuren
- Bild setzt sich zyklisch fort
- Gewindegänge optisch verzerrt



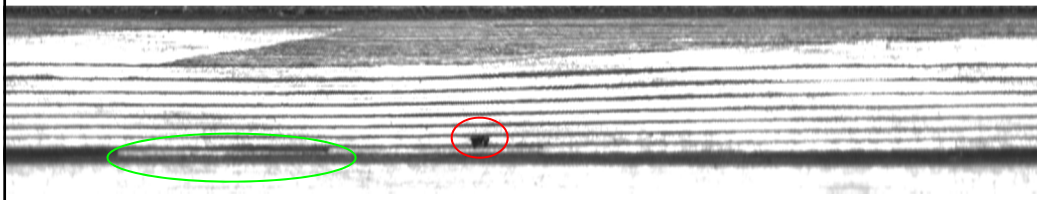
Verfolgung des Gewindeverlaufs

- Genauer Verlauf des Gewindes wird festgestellt
- Ausgangspunkt ist der Gewindeeinlauf
- Detektion und Verfolgung der Gewindekontur
- Robust gegen Unterbrechungen im Gewinde



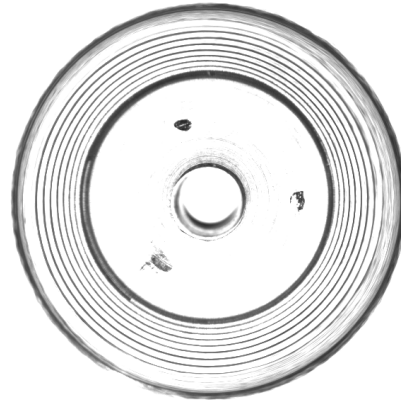
Auswertung der Gewindegänge

- Zwei Methoden für die Fehlerdetektion:
 - a) Absolutprüfung des Grauwertprofils
 - b) Veränderung des Grauwertprofils
- Spezialfall: Gewindenachschnitt



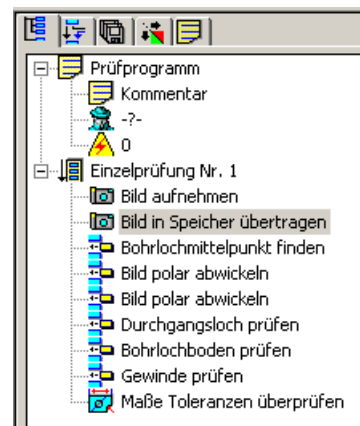
Prüfung des Bodens

- Darstellung in Polarkoordinaten
- Geprüft wird die Homogenität der Oberfläche
- Detektion kleiner Defekte



Integration in NeuroCheck

- Bildausrichtung
- Abwicklung zu Polarkoordinaten
- Verfolgung des Gewindeverlaufs
- Auswertung der Gewindegänge
- Prüfung des Bohrungsbodens
- Prüfung des Durchgangs

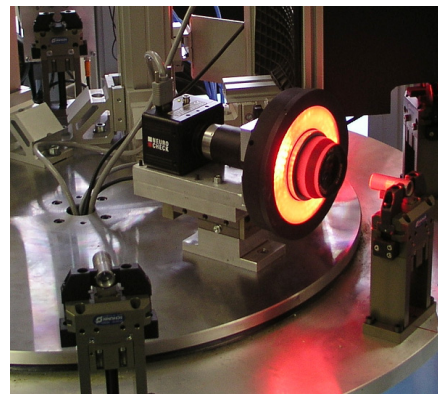


Vision Technologietag 2011
Anwendungsbeispiele

Anwendungsbeispiel: Dieselinjektoren

Übersicht Prüfanlage

- Gesamtprüfkonzert:
Ingenieurbüro Weber
- Software-Entwicklung:
Fraunhofer IPA



Anwendungsbeispiel: Dieselinjektoren

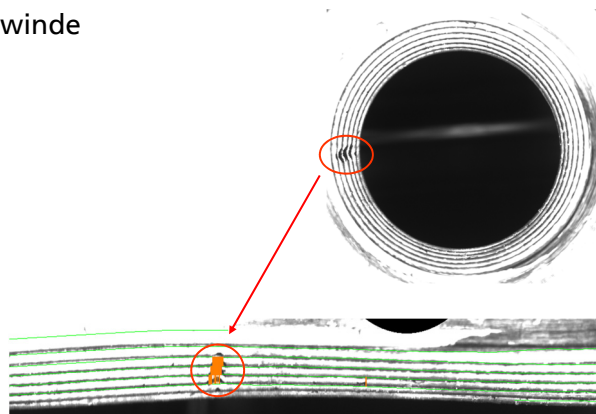
Betrieb im Dauereinsatz

- Nutzung in 3-Schichtbetrieb
- Bisherige Ausbringungsmenge 50 Mio. Teile
- Anlagensystem ist auf sieben Bauteile rüstbar (Rüstaufwand 30 Minuten)
- Optimierte Beleuchtungseinheiten für matt bis goldglänzende Oberflächen
- BV-System ist extrem robust im Umgang mit Rückständen und Verschmutzung

Anwendungsbeispiel: Werkstückbearbeitung

Innengewinde nahe Schweißstelle

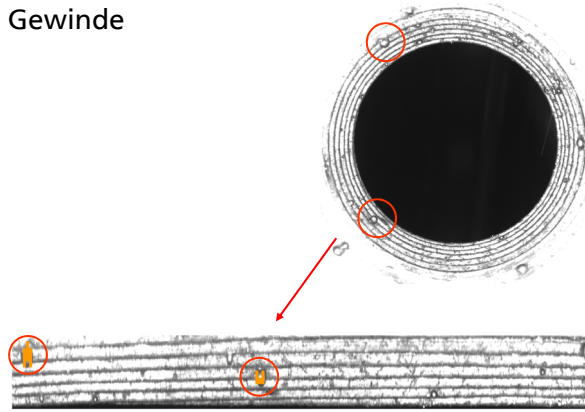
- Kerbe in Innengewinde



Anwendungsbeispiel: Fehler in Werkstückbearbeitung

Innengewinde nahe Schweißstelle

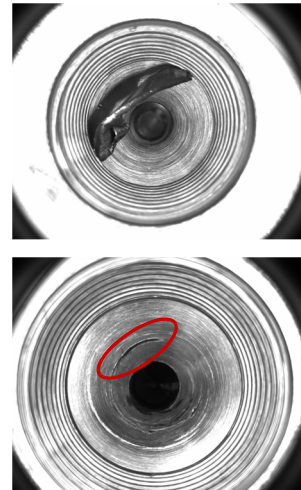
- Schweißperlen im Gewinde



Anwendungsbeispiel: Aluminium Vakuumdruckguss

Gussbaugruppe

- Identifikation verschiedener Fehler
- z.B. Späne, Fremdkörper
- Z.B. Beschädigungen im Übergangsbereich zur Bohrung



Vision Technologietag 2011

Kombination mit Außengewindeprüfungen

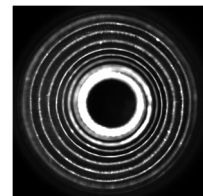
Erweiterungen

Bildaufnahme

- Verwendung von perizentrischem Objektiv
- Bilder von Außen- und Innengewinden haben strukturelle Ähnlichkeit
- Anwendung angepasster Algorithmen
- Erkennung von Oberflächendefekten (Fremdkörper, Beschädigungen)



(Quelle: Opto Engineering)



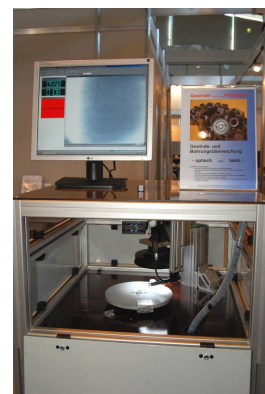
(Quelle: Ingenieurbüro Weber)

Vision Technologietag 2011 Zusammenfassung

Fertigungsintegrierte Gewindeinspektion

Fazit

- Hohe Taktrate bei Gewindeinspektionen mit Superweitwinkel-Optiken
- Optimierte Beleuchtungseinheiten (für matt bis goldglänzende Oberflächen)
- BV-System robust im Bezug auf Materialschwankungen, Rückstände und Verschmutzungen



Exponat in der Ausstellung
(in Zusammenarbeit mit
Ingenieurbüro Weber)