

Vollautomatische Inspektion von dünner, transparenter und mit Textur strukturierter Bahnenware (Haushaltsgelatine)

Dr.-Ing. St. Rauer, Dipl.-Ing. F.Gaßmann, Dipl.-Ing. C.Lucht

49. IWK

Ilmenau, 27.-30.09.2004

Gesellschaft für Bild- und Signalverarbeitung mbH Tel.: 03677-2010303
Gustav-Kirchhoff-Straße 5 Fax: 03677-2010302
D - 98693 Ilmenau Internet: www.gbs-ilmenau.de



Inhalt

- ▶ Aufgabenstellung
- ▶ Fehlerbilder
- ▶ Beleuchtungstechnik
 - ▶ Gestaltung der Lichtquellen zur optimalen Abbildung der Gelatineplatten
- ▶ Kameratechnik
 - ▶ Optimierung der Bildaufnahmetechnik unter den Restriktionen der Produktionslinie
- ▶ Kalibrierung der Messstelle
 - ▶ Entwicklung einer effektiven Kalibrierstrategie
- ▶ Bildauswertung
 - ▶ Anwendung hauseigener Algorithmen bei geringen Grauwertdifferenzen
- ▶ Ergebnisse

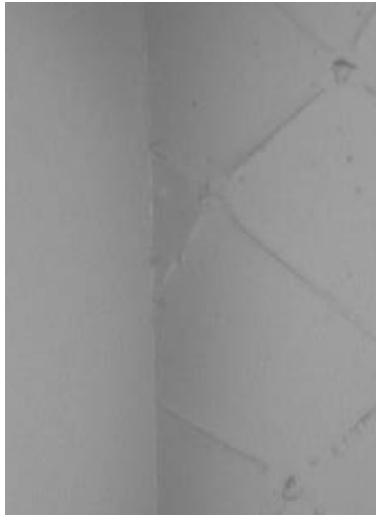
Aufgabenstellung

- Integration in automatische Verpackungslinie
- Geräteausführung für Lebensmittelindustrie
- Transportgeschwindigkeit 10 m/min
- Taktzeit 4 Sekunden
- 2 parallele Bahnen
- Messbreite 750 mm/Bahn
- 3 Schichtbetrieb
- Geometriemessung
- Fehlerinspektion
- Umgebungstemperatur bis 35°C



Gelatineplatte

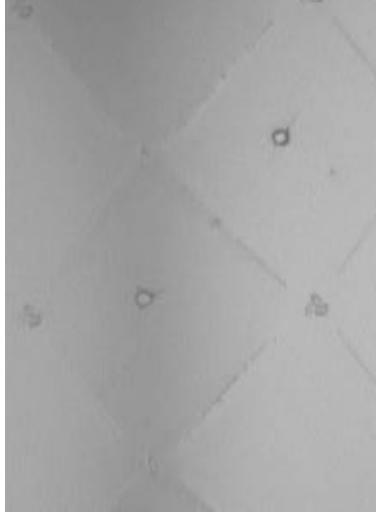
Fehlerbilder



Gelatinerand
Länge 430..480 mm +/- 2 mm
Ausbrüche bis 5 mm Tiefe



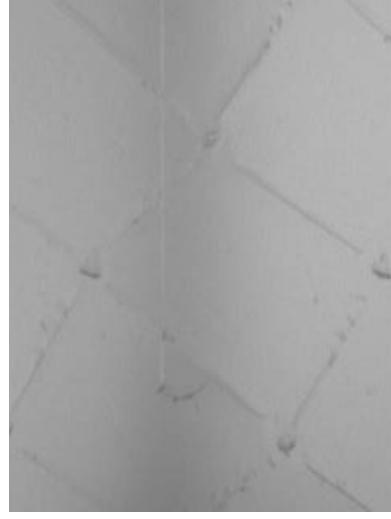
Einschluss
größer 0,6 mm



Löcher
größer 2 mm



Riss dunkel
Breite größer 0,6 mm

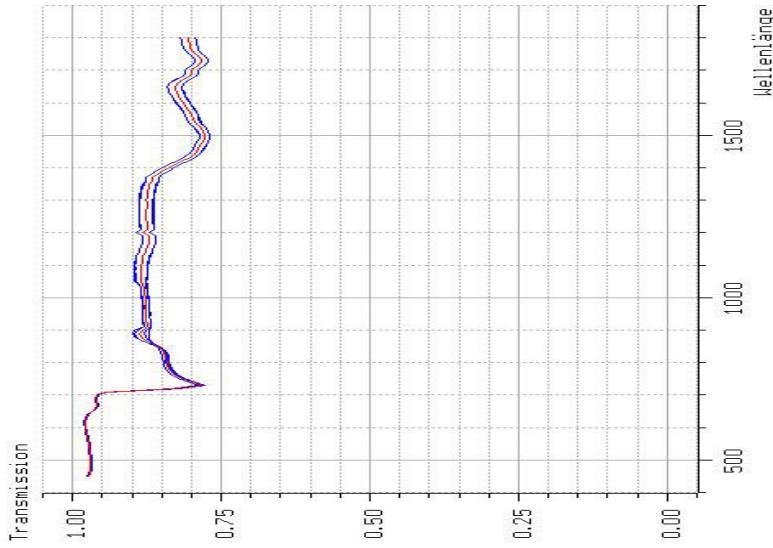


Riss hell
nicht detektierbar

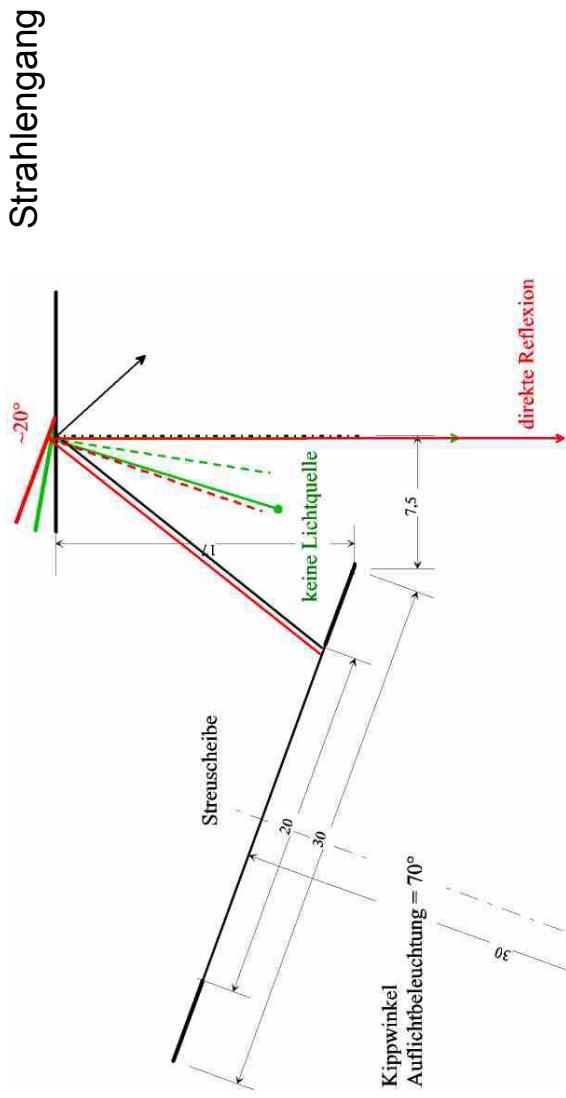
Beleuchtungstechnik

► Transmissionsspektrum bietet keinen Angriffspunkt

- Ausblenden der Gitterstruktur nicht möglich
 - Verzüge im Netz
 - beschädigte Netze, Knüpfstellen
 - d.h. Maschen nicht periodisch
- 1. Beobachtung: Kontrast der Gitterstruktur ist seitenabhängig
- 2. Versuche: Aufhellen der Gitterstruktur ist mit seitlicher diffusen Beleuchtung möglich
- 3. Applikation: Winkel der seitlichen Auflichtbeleuchtung so wählen, dass auf der Gelatineoberfläche keine Reflexionen in Richtung Kamera entstehen



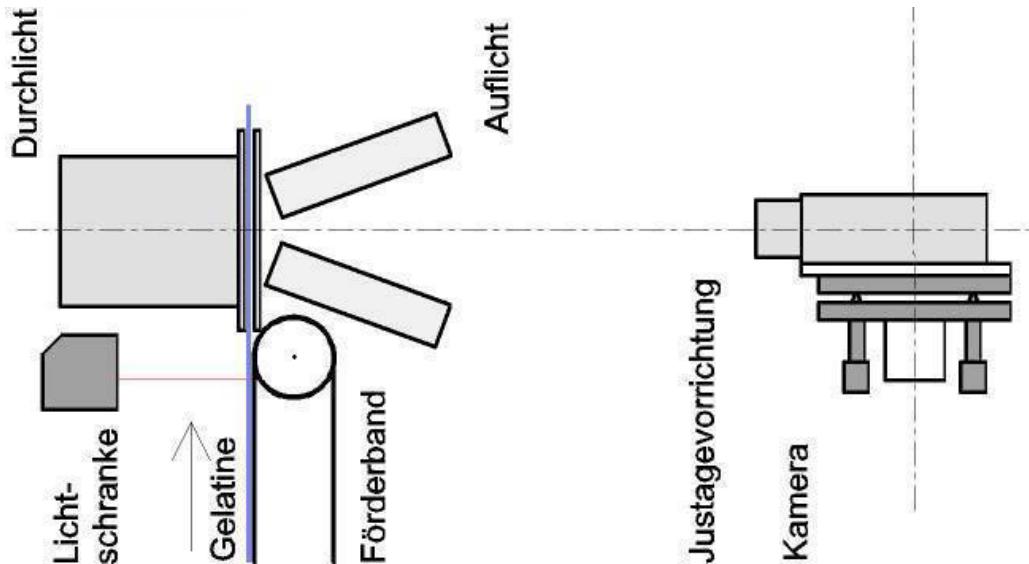
Strahlengang der Auflichtbeleuchtung



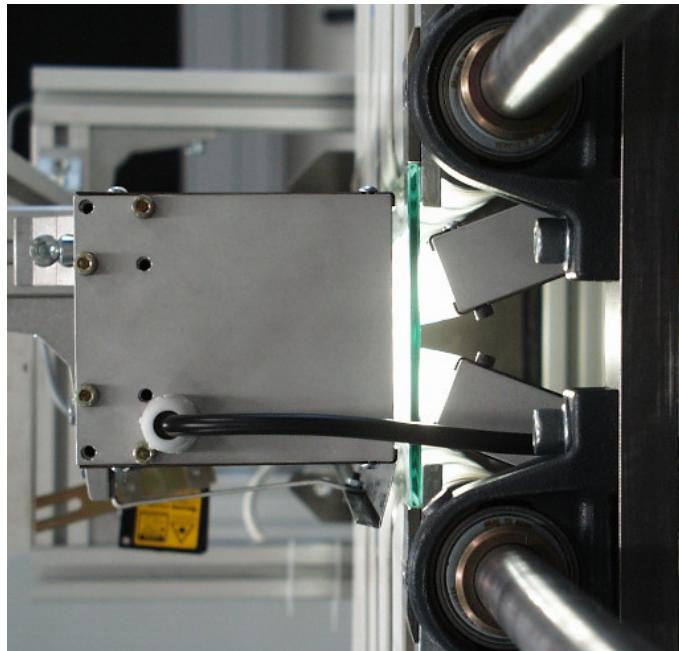
- ▶ plan liegende Platte (schw) - i.O.
- ▶ 10° gekippte Platte (grün) - i.O.
- ▶ 20° gekippte Platte (rot) - Reflexion

Aufbau der Beleuchtung

- Zulässige Hochwölbén der Gelatine max. 10°
- Führung zwischen zwei Glasplatten
- Abstimmung der Intensität Durch- / Auflicht
- dazu Rezepte entsprechend der Plattendicke

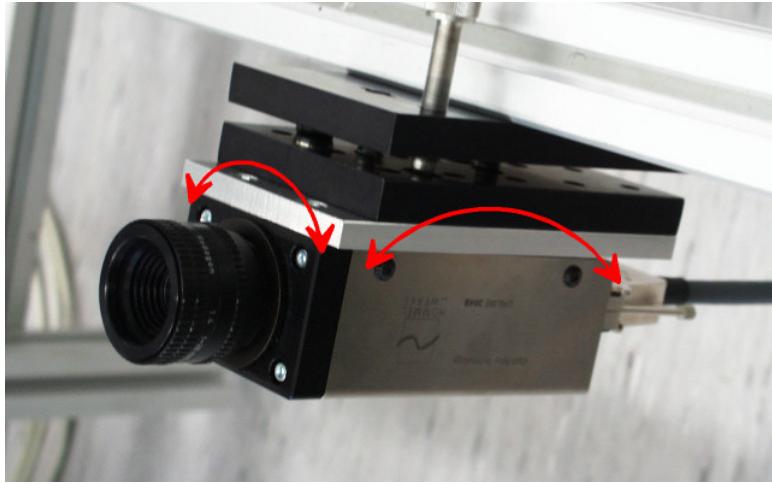


Laboraufbau
und Prinzip



Messbereich der Zeilenkamera

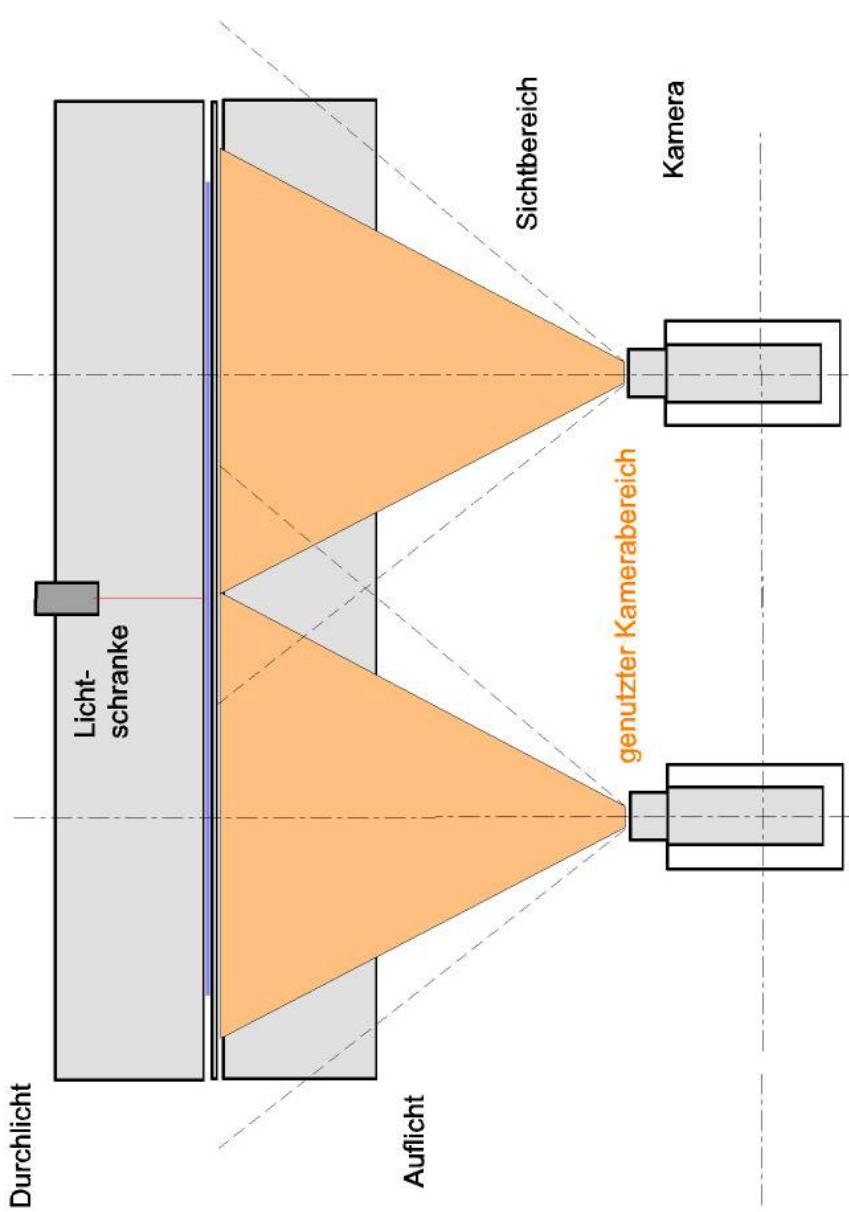
- Zu lösende Probleme:
 - Kamera muss unter dem Förderband montiert werden
 - nur geringer Arbeitsabstand verfügbar (800 mm)
 - Messbereich von 750 mm benötigt
 - Aufteilung in zwei Messbereichshälften
 - Zusammensetzen des Messbereichs
 - höherer Aufwand bei der Justage der Kameras
 - Einsatz von schwenkbaren Justageplatten
 - Helligkeitsdifferenzen zwischen den Kamerabildern
 - Verschmutzungen infolge Gelatinebruch
 - erwartete Helligkeitsschwankungen der Lichtquellen
 - Notwendigkeit einer Shadingkorrektur



Justageplatte Zeilenkamera

Messbereich der Zeilenkamera

- Helligkeitsabfall an den Objektivrändern (Vignettierung)
- Nutzung nur der mittleren 1024 Pixel je Zeilenkamera (2048)



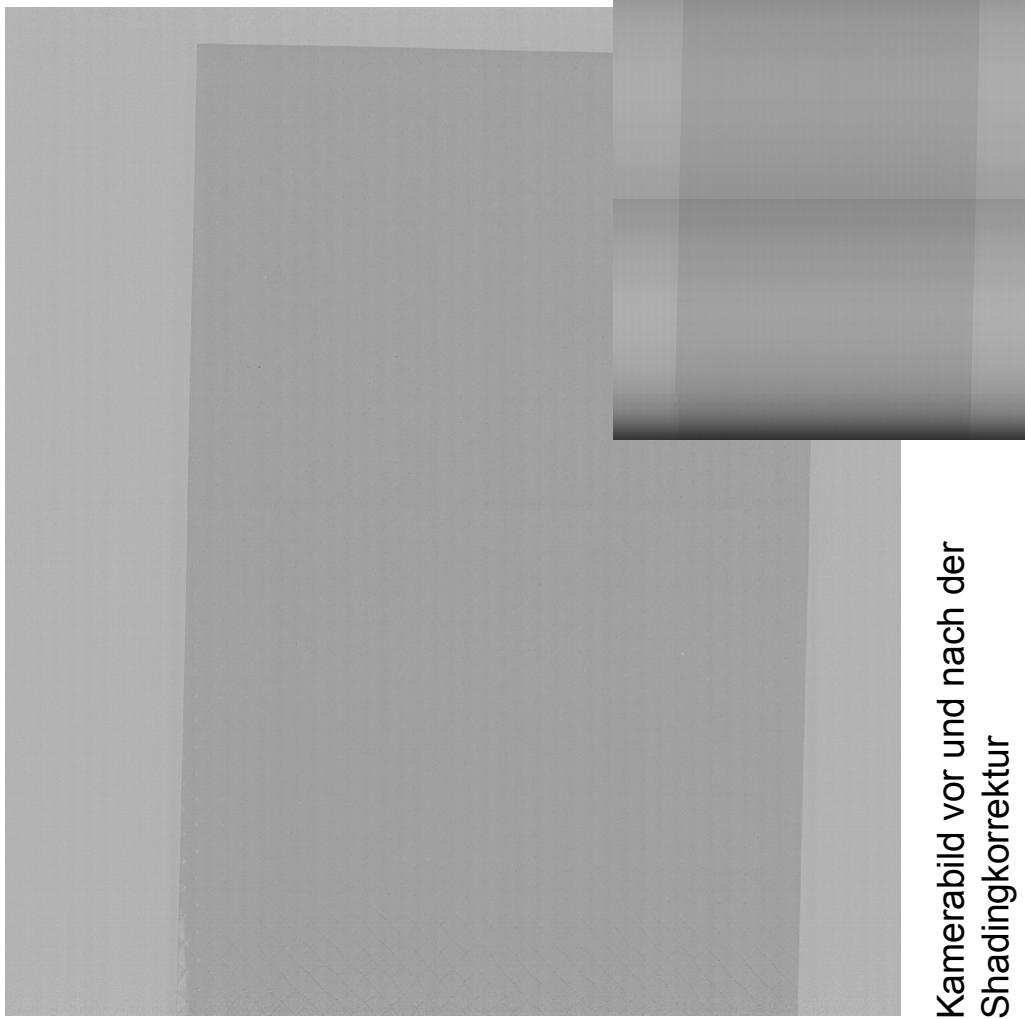
Prinzipaufbau Messbereich

Bildaufnahme



Laboraufbau

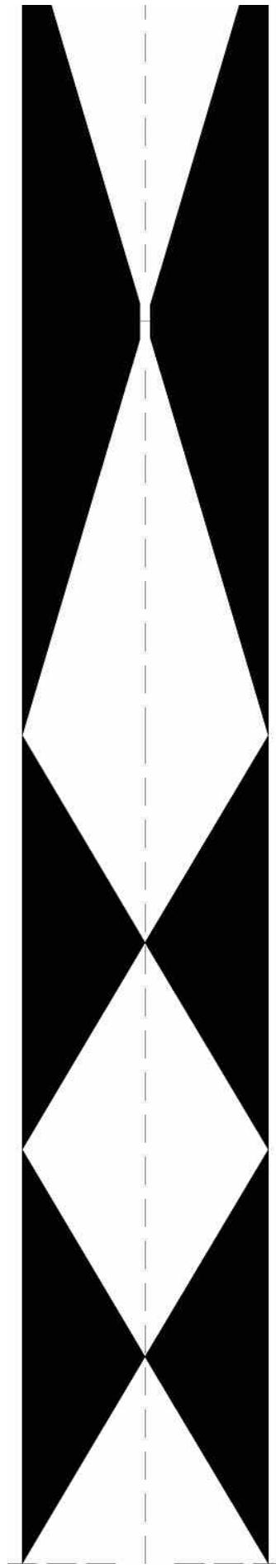
- ▶ Ultraschallsensor: Plattenanfang
- ▶ IGR: Zählen von 2000 Scans
- ▶ Glasplatte: Führung Messobjekt
- ▶ Shadingkorrektur: 100 Bildzeilen vor dem Objekt



Kamerabild vor und nach der
Shadingkorrektur

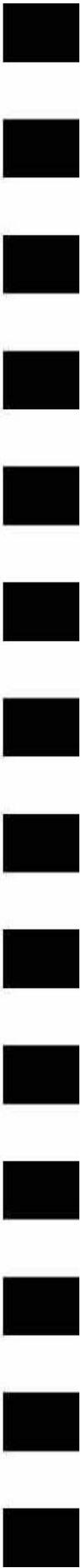
Kalibrierung Messsystem

- ▶ 1. Mechanische Abstände und Winkel einrichten
- ▶ 2. Helligkeit und Schärfe einstellen
- ▶ 3. Überlappung der Messbereichshälften justieren (dünner Strich auf Folie)
- ▶ 4. Verdrehung der Zeilenkameras zur Transportrichtung (horizontal)
 - ▶ gleiche Breite der schwarzen / weißen Dreiecke (siehe Kalibriervorlage)
- ▶ 5. Verdrehung der Kameras zur Objektauflage (vertikal)
 - ▶ dünne gestrichelte Linie im Kamerabild (siehe Kalibriervorlage)



Kalibrierung Messsystem

- 6. Maßstab in X- und Y-Richtung justieren
 - Zwei Durchläufe mit um 90° gedrehter Folie (siehe Kalibriervorlage)



Ausschnitt Kalibriervorlage (Folie) „Maßstab“

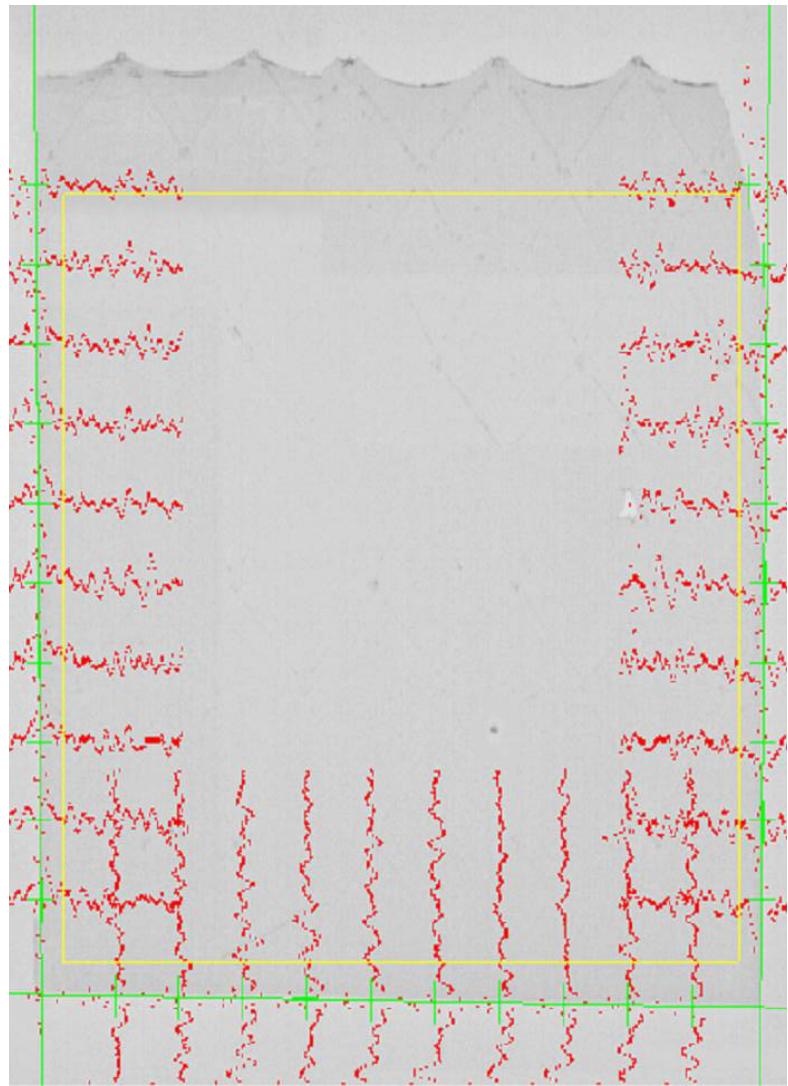
Bildschirmausschnitt:
Anzeige der Flanken-Nr.,
Pixel-Nr. und des
Abstandes (Summe)

Kantenanzahl: 76, Start [Pixel0]: 6.45839mm, Ende [Pixel4095]: 764.055mm
< 0, 19, 9.9973mm < 3, 180, 39.86mm < 6, 343, 69.963mm < 9, 506, 99.9cm
< 1, 72, 19.853mm < 4, 235, 49.957mm < 7, 397, 79.965mm < 10, 559, 109.965mm
< 2, 126, 29.931mm < 5, 289, 59.888mm < 8, 451, 89.85mm



Bildauswertung

- ▶ 1. Detektion der geschnittenen Plattenkanten
- ▶ 2. Festlegung des Inspektionsbereiches ausgehend von der mittleren Schnittkante
- ▶ 3. Vermessung der Plattenlänge
- ▶ Probleme:



Messbild: Filterlinien (rot), Geradenapproximation an den Plattenkanten (grün), festgelegter Inspektionsbereich (gelb)

Einsatz 9x9 Gradientenfilter:

```

    -1 -1 -1  0  1  1  1
    -1 -1 -1  0  1  1  1
    ....
    -1 -1 -1  0  1  1  1
  
```

Wirkungsweise:

- ▶ vertikale / horizontale Strukturen
- ▶ je Kante zehn 1D-Profilfilterungen
- ▶ Geradenberechnung (Stützstellen)

Bildauswertung

► 4. Detektion von Helldefekten (Löcher, Ausbrüche)

► Probleme:

► geringe Grauwertdifferenzen

► Bild verrauscht

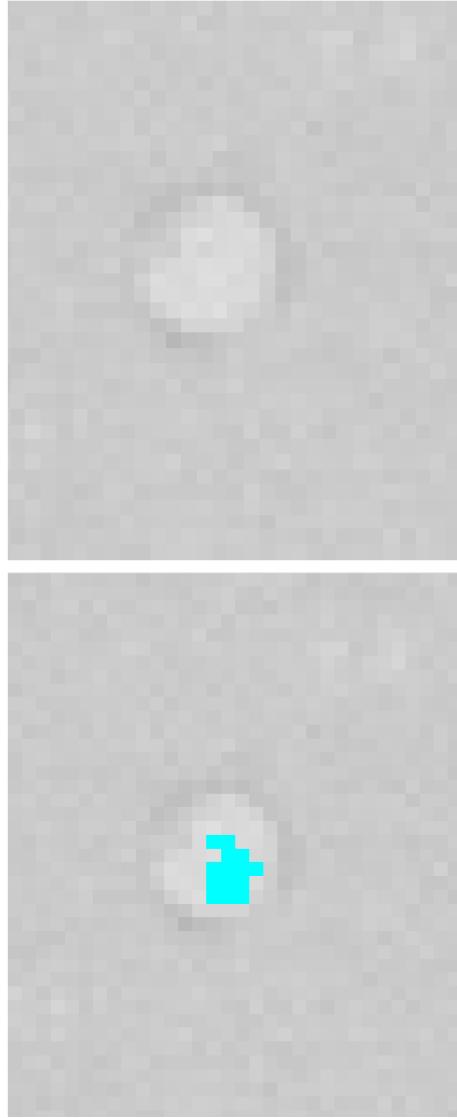
► Einsatz 3x3 Medianfilter:

► Glätten des Rauschens

► Binarisierung:

► oberer Schwellwert

► Gefahr von Pseudofehlern



► 5. Detektion von Dunkeldefekten (Einschlüsse)

► Vorteil:

► signifikante Grauwertdifferenzen

► Binarisierung:

► unterer Schwellwert

Ergebnisse

GelatinePrüfung-Master (Offline) - C:\GelatineSteubler\Einrichten\duenn.qpr

| Benutzer | Datensatz | Einrichten | Prüfen | Statistik | Einstellungen | Service | ? | - |
|-----------|-----------|--------------------|---------------------------------|-----------|---------------|---------|---|---|
| Meldungen | | 1 - Gelatineplatte | Fehlerpixel dunkel: 1 hell: 855 | | | | | |

V\CheckMeasure->Shadingkontrast
V\CheckMeasure->Anfärbung der Plattenänder
V\CheckMeasure->Vermessung vertikale Schnittkante
V\CheckMeasure->Vermessung obere und untere Schnittkante
V\CheckMeasure->Bewertung Plattenänder
V\CheckMeasure->Plattenlänge:
460.282144
V\CheckDefects:->
Schwellwertberechnung
V\CheckDefects:->Schwellwertvergleich
V\CheckDefects:->Fehler: Dunkleidetekt

- ▶ 4 Rezepte für 4 Plattendicken
- ▶ automatische Beleuchtungsanpassung
 - ▶ Dauer Bildaufnahme: 2 s
 - ▶ Dauer Bildauswertung 0,8 s
 - ▶ erreichbare Taktzeit 3 s
- ▶ Forderungen der Fehlerdetektion erfüllt
- ▶ Genauigkeit der Längenmessung +/- 1 mm
- ▶ Signalisierung der Sortierergebnisse an SPS
- ▶ Fernwartung per Modem

| zbs | test1.qpr_ps | Prüfbereit | P | |
|-----|--------------|------------|---|--|
| | | | | |

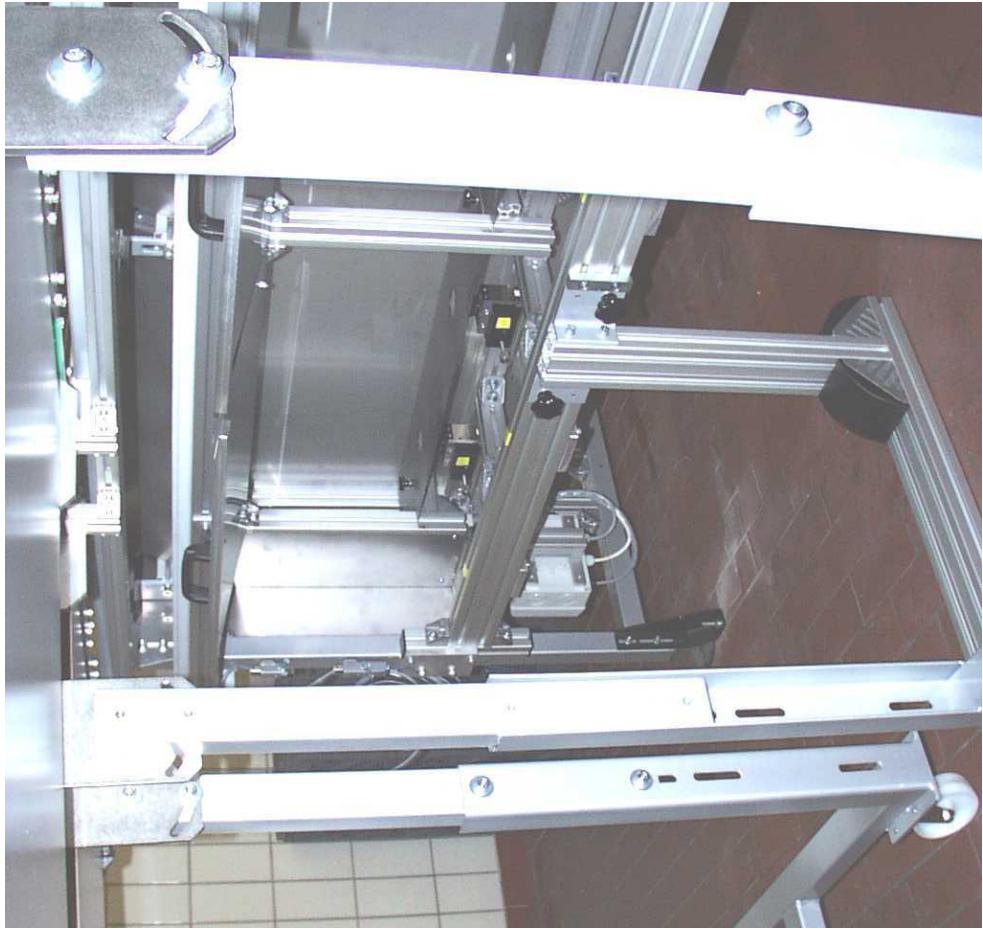
Drucken Sie F1, um Hilfe zu erhalten.



Visualisierung der Inspektionsergebnisse

Ergebnisse

- ▶ Edelstahlgehäuse
- ▶ Schutzscheiben für Objektive
 - ◀ störunempfindlich
 - ◀ wartungssarm
 - ◀ servicefreundlich



Kameraschutzgehäuse

Ergebnisse



Automatische Verpackungslinie mit Prüfstation

- ▶ Integration in die Verpackungslinie
 - ▶ 3 Schichtbetrieb
 - ▶ Einsparung von 2 Arbeitskräften