

Optische Inline-Inspektion von Barrenglas



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

SCHOTT
glass made of ideas



J. Muster, Institut für Angewandte Physik, TU Darmstadt & SCHOTT AG Mainz
M. Stelzl, R. Neubecker, SCHOTT AG Mainz

Abstract

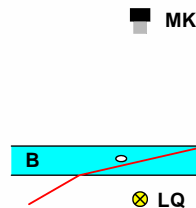
Es wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem mittels Lasertriangulation unter Produktionsbedingungen Defekte im Volumen eines Glasbarrens automa-

tisch detektiert und zusätzlich mithilfe einer Hellfeldanordnung deren Größen vermessen werden können.

Einleitung / Problemstellung

Bei der Produktion von optischem Glas entstehen Barren, für die Fehler im Volumen, wie Blasen und Einschlüsse, als wichtiges Qualitätsmerkmal gelten. Defekte der Oberflächen sind irrelevant, da diese bei der späteren Bearbeitung entfallen. Es wird daher ein automatisches Inspektionssystem benötigt, das Defekte im Glas detektiert und deren Größe vermisst. Erschwert wird diese Aufgabe durch Vibrationen, hohe Temperaturen und Staub in der Produktion.

Messaufbau

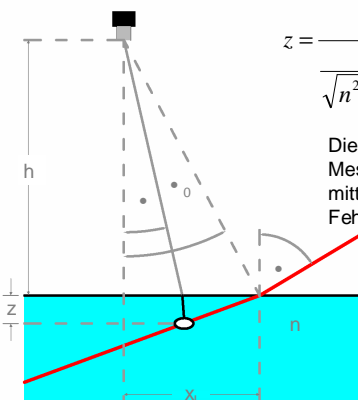


B Glasbarren
L Laserlinie über die gesamte Breite des Barrens
MK Matrixkamera
LQ Lichtquelle Hellfeld
Laufrichtung des Barrens

Funktionsprinzip

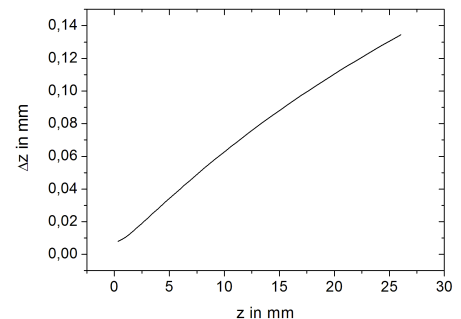
- Eine Laserlinie wird von oben schräg durch den Barren gestrahlt und mit einer Matrixkamera beobachtet
- Für jeden Defekt entsteht eine Bildserie, während er durch das Kamerabild wandert
- Nur in einem Bild leuchtet er auf, da der Laser wie ein gerichtetes Dunkelfeld wirkt
- Über die Position des Defektes in diesem Bild wird seine Tiefe bestimmt
- In einem anderen Bild wird mittels Hellfeld seine Größe bestimmt

Bestimmung der Tiefe (Theoretisch)



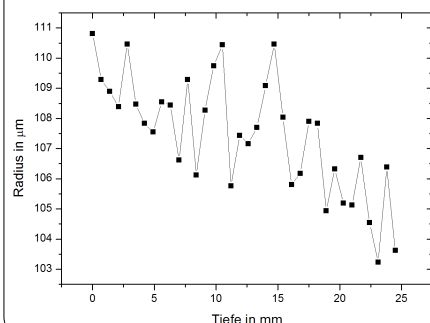
$$z = \frac{h(\varphi_0 - \varphi)}{\frac{\varphi}{\sqrt{n^2 - \varphi^2}} + \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{n^2 - \sin^2(\alpha)}}}$$

Die Bestimmung der Messunsicherheit • z erfolgt mittels Gauß'scher Fehlerfortpflanzung.



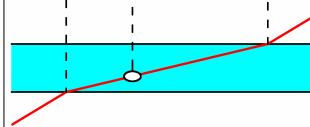
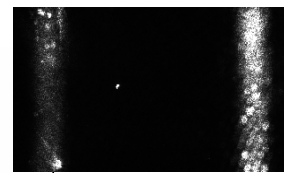
- Messunsicherheit • z in der Bestimmung der Tiefe z ist ausreichend klein
- Limitierender Faktor hierfür ist die Genauigkeit der Positionierung der Kamera bzw. der Höhenschlag des Glases!

Größenvermessung (Experimentell)



- Die Größenvermessung erfolgt durch Kantenbestimmung und Ellipsenfit mittels Software (Halcon)
- Gemessen wurde dieselbe Blase in unterschiedlichen Tiefen
- Die gemessene Größe nimmt durch den Barren um ca. 10 % ab
- Wiederholversuche zeigen, dass die Unsicherheit der Größenvermessung im selben Bereich liegt
 ↳ Korrektur der Messwerte auf die Größe eines Wertes im mittleren Bereich
 ↳ Die Genauigkeit der Größenbestimmung ist ausreichend

Diskussion



- Matrixkamera ↳ Robust gegen horizontale Vibrationen
- Laser wird an Ober- und Unterseite des Barrens gestreut
 ↳ Beide Oberflächen in jedem Bild als senkrechte Linien sichtbar
 ↳ Alles, was zwischen diesen aufblitzt, ist im Volumen
 ↳ Oberflächen- und Volumenfehler eindeutig unterscheidbar!

Fazit

Mit dem Prinzip der Lasertriangulation kann die Tiefe eines Defektes im Glasbarren mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden. Auch seine Größe kann im Hellfeld für die bestehende Applikation ausreichend genau bestimmt werden. Zusätzlich sollte die Art der Auswertung das System relativ unempfindlich gegenüber den herrschenden Produktionsbedingungen (Vibrationen, Oberflächenzustand) machen, da eine Referenz bezüglich beider Oberflächen immer gegeben ist.

Ausblick

- Experimentelle Bestimmung der Detektionssicherheit
- Bestimmung des Einflusses der Form des Laserstrahls auf Detektion und Tiefenmessung
- Erstellung eines prototypischen Systems und Test der Anlage unter Produktionsbedingungen