

3D-Formbruchkontrolle (FBK)

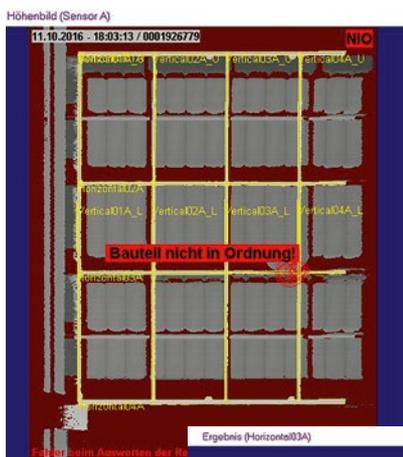
Schokoladenformen aus Polycarbonat sind in der Produktion systematischem Verschleiß ausgesetzt. Starke mechanische und thermische Beanspruchungen führen dazu, dass die Formen spröde werden, sich Teile deformieren und herausbrechen können. Um **Ausbrüche an den Stegen der Rückseite** inline erkennen und damit defekte Formen unmittelbar aus dem Prozess ausschleusen zu können, bietet Bi-Ber zuverlässige 3D-Vision-Systeme an.

Hohe Scangeschwindigkeit

In der Produktion können damit hohe Scangeschwindigkeiten erreicht werden. Bei maximaler Auflösung von 200 µm sind **Geschwindigkeiten bis zu 800 mm/s** möglich. Die Geschwindigkeit lässt sich bei geringerer Auflösung weiter steigern.

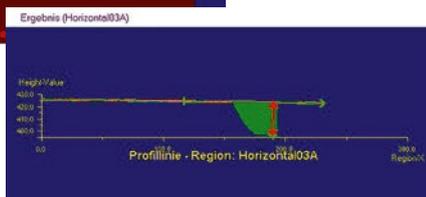
So funktioniert's: Triangulationsverfahren

Das System verwendet das Triangulationsverfahren und besteht aus einem Edelstahlgehäuse mit bis zu drei **3D-Sensoren L4300 von Cognex**, einem Drehgeber für die Ermittlung der Formgeschwindigkeit, einer Trigger-Lichtschranke sowie einem Panel-PC, auf dem die Software zur Auswertung, Visualisierung und Dokumentation installiert ist. Jeder Sensor hat eine Erfassungsbreite von 400 mm und blickt über Spiegel unter einem Winkel von 35° auf die Form. Die Sensoren berechnen aus der Position der Laserlinie die Höhendaten einer Profillinie. Aneinander gereiht ergeben diese ein 3D-Bild, das auf Abplatzungen und Deformationen überprüft wird.



Höhenbild eines Sensors

NIO-Profillinie



Flexibel adaptierbar – Systemvarianten

Das System kann frei bemessen und individuell geometrisch an die jeweilige Anlage angepasst werden. Es stehen **vielfältige Systemvarianten mit 1, 2 oder 3 Sensoren** zur Auswahl:

- Prüfung der Formen im Längs- oder Quertransport
- Große Überwachungsbreiten möglich
- Optionale Integration von RFID-Readern für Form-ID

Prüfbar sind alle üblichen geraden Steggeometrien, Krümmungen werden durch Geradenabschnitte angenähert. Die Software verarbeitet Formen verschiedenster Farben, optional können Typwechsel automatisch erfolgen.

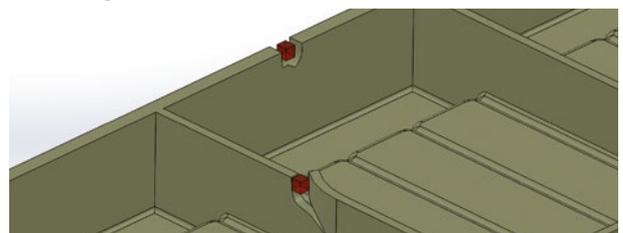


Innenansicht mit einem Sensor

Prüfgenauigkeit unter Produktionsbedingungen

An den Formen können zwei Arten von Beschädigungen auftreten: Bei Abplatzungen fehlt Material entlang eines Steges. Bei Deformationen ist das Material noch vorhanden, es handelt sich um eine Vorstufe der Abplatzung. Beide Fehlerarten werden mit dem System erkannt.

In Labortests wird bei idealem Formtransport eine würfelförmige Fehlstelle mit 2 mm Kantenlänge sicher erkannt. Verschiedene Einflussfaktoren unter realen Produktionsbedingungen (Schlingern, Vibration, Rutschen, Verschmutzung der Formen etc.) führen zu einer prozesssicher zu detektierenden Fehlergröße für beide Fehlerarten in der **Größe eines Würfels mit 3 mm Kantenlänge**. Tatsächliche Defekte sind in der Regel deutlich größer.

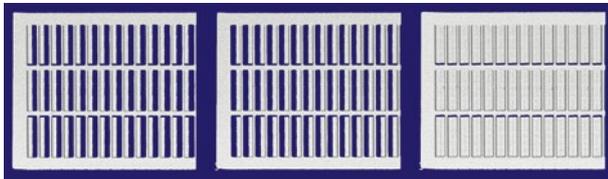


Schematische Darstellung der Fehlerarten: Abplatzung (hinten), Deformierung (vorn)

3D-FBK mit Reflexsystem

3D-Vision-Systeme nach dem Triangulationsprinzip können die bruchanfalligen Stege auf der Rückseite von Schokoladenformen inline auf Defekte untersuchen, nicht aber tiefer liegende Bereiche wie die Alveolen der Oberseite. Einerseits können solche Bereiche aufgrund von Abschattungen nicht direkt eingesehen werden, andererseits können ungewollte Transmissionen des Lasers Pseudopixel verursachen und so eine 100 %-Kontrolle verhindern.

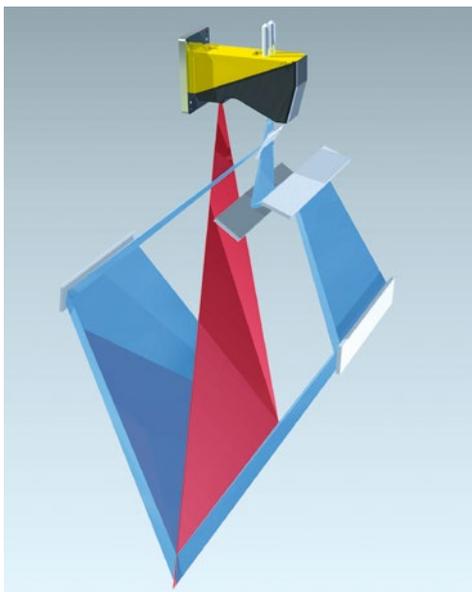
Abhilfe für dieses Problem bringt der 3D-Profilscan mit Reflexoptik. Damit können auch Vertiefungen in der Form hochfrequent geprüft werden. Somit wird sichergestellt, dass die gesamte **Form ohne Schokolade, ausbruch- und gleichzeitig fremdkörperfrei** ist.



3D-Teilbilder einer Form und Gesamtbild nach dem Reflexverfahren ohne Abschattungen (rechts)

3D-Profilscanner mit Reflexoptik

Beim Reflexverfahren wird in den Strahlengang ein halbdurchlässiger Spiegel eingebracht, der diesen in zwei separate Gänge teilt, die sich aus Sicht der Kamera auf dem Prüfobjekt wieder überlagern. Da der zweite Strah-



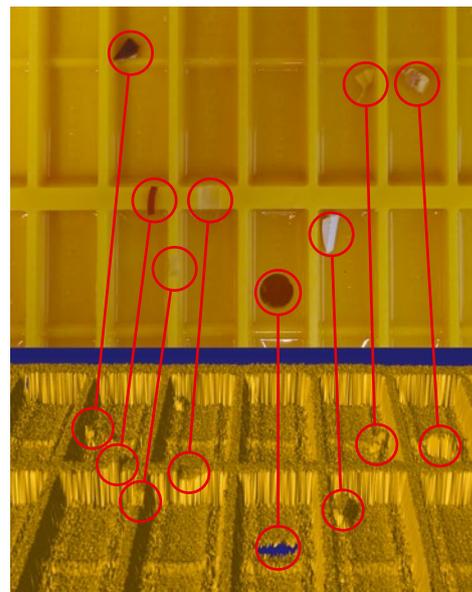
Schematischer Strahlengang
(Laser rot, Kamera blau)

lengang über einen zusätzlichen Spiegel verfügt und von der entgegengesetzten Seite auf die Laserlinie blickt, sind **Ausrichtung, Blickwinkel, Skalierung und Länge beider Perspektiven identisch**. Die Kamera sieht die Laserlinie überlagert aus zwei verschiedenen Richtungen. Wenn eine Sicht von einem Steg oder einem anderen hohen Objekt verdeckt wird, wirkt die Laserlinie lediglich dunkler.

Vorteile des Reflexsystems

Sofern die **Alveolen mindestens doppelt so breit wie tief** sind, liegt der Vorteil gegenüber der gängigen Methodik darin, dass Abschattungen vermieden werden, Alveolen können somit komplett geprüft werden.

- unempfindlicher bei Überstrahlung
> keine fehlenden oder Pseudopixel bei hellen reflektierenden Oberflächen mit dunkler Verschmutzung
- mehr Spielraum bei der Anpassung der Belichtungszeit an die jeweilige Formfarbe
- Prüfung tiefer liegender Stege möglich
- Blick aus 2 Richtungen, aber weiterhin nur 1 Kamera notwendig
> keine zusätzliche Softwarebelastung und Erhalt der Scangeschwindigkeit
- **3D-Abgleich mit eingelernten Musterformen**
> Einlernen neuer Formen erheblich einfacher, da keine Rücksicht auf spezifische Details, Lage, Anzahl oder Form der Alveolen genommen werden muss



Testobjekte in einer Form; oben im Farbbild, unten in der 3D-Aufnahme