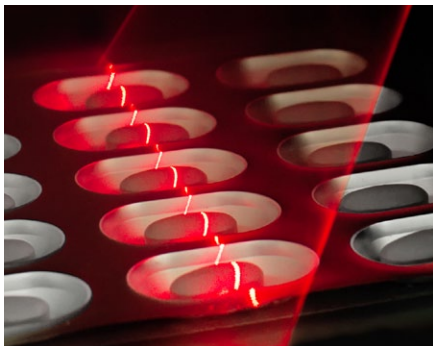
ALLGEMEINE INFORMATION



LYNX-SPECTRA 3D Lasersicherheit

Einführung

Die Geometriekontrolle durch das System LYNX-SPECTRA 3D erfolgt mittels einer Zeilenkamera, die das Abtastergebnis eines Lasers aufnimmt. Im Hinblick auf diese Technologie stellt sich bei vielen Kunden die Frage, wie sicher Mitarbeiter und Produkte im Umgang mit dem Gerät sind.

In diesem Dokument wird die Technik der Geometriekontrolle von technischen Daten und genauen Berechnungen des Laser-Herstellers beschrieben und mit anderen Systemen verglichen. So wird nicht nur erklärt, warum die Lasertechnologie für die Geometriekontrolle unumgänglich ist sondern auch das System LYNX-SPECTRA 3D anderen Laser-Systemen aus dem täglichen Leben gegenübergestellt.

Laserschutzklassen

Der in LYNX-SPECTRA 3D verbaute Laser hat mit einer Diodenleistung von 35 mW eine vergleichsweise geringe Stärke. Das System ist somit vergleichbar mit einem CD- oder DVD-Player, in dem sich ebenfalls ein Laser befindet, welcher aber zu keiner Zeit aus dem Gehäuse austreten kann und somit ungefährlich ist. Darüber hinaus sind in einem BluRay-Player Laser mit 405 nm und einer Leistung von 150 mW und in Blu-Ray-Brennern sogar Laserdioden mit 500 mW verbaut. LYNX-SPECTRA 3D wurde deshalb, genau wie den anderen aufgeführten Geräten, die Laserschutzklasse 1 verliehen.

Das System ist durch seine fest montierte Einhausung ausreichend geschützt, um ein gefahrloses Arbeiten zu garantieren, solange keine Sicherheitsmechanismen (Schubladenkontakt, Enable-Signal) fahrlässig umgangen werden.

Die in den technischen Daten angegebene Laserklasse 3B bezieht sich nur auf den unaufgeweiteten Laser, also den direkten punktuellen Laserstrahl. Der Laser des LYNX-SPECTRA 3D wird allerdings durch eine speziell verbaute Optik zu einer Linie aufgeweitet und verliert damit an Bestrahlungsstärke, womit eine Einstufung des Systems in die Laserschutzklasse 1 ebenfalls begründet wird.

Die Laserschutzvorschriften beziehen sich nur auf den direkten Umgang mit freier Laserstrahlung und sollen verhindern, dass unbeteiligte Mitarbeiter versehentlich der Strahlung ausgesetzt werden können. Durch die Kapselung des Lasers und der Abschaltmechanismen kommt der Kunde zu keiner Zeit in Kontakt mit dem Laser. Ein Laserschutzbeauftragter ist nur notwendig, wenn ein Laser der entsprechenden Laserschutzklasse frei in einem Arbeitsbereich betrieben wird.

Die Strahlung des Lasers wird in dem Abschnitt Strahlungseigenschaften des Lasers in LYNX-SPECTRA 3D auf Seite 4 genauer beschrieben.

Technische Daten

Umgebungsbedingungen	
Betriebstemperaturbereich	-10... +45 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	90% (nicht kondensierend)
Transport-/Lagertemperaturbereich	-10... +80 °C

Optische Leistungsdaten	
Laserklasse	3B (unaufgeweitet)
Wellenlänge (λ)	660 nm
Optische Ausgangsleistung (P)	35 mW
Intensitätsverteilung	Gleichmäßig entlang der Linie, gaussförmig ortogonal zur Linie
Öffnungswinkel (φ)	30°
Linienlänge (L)	~180 mm
Linienbreite (W)	~200 µm

Mechanische Daten	
Gewicht	44 g
Durchmesser	19 mm
Länge	73,5 mm
Gehäuse	Aluminium (Bronze eloxiert)
Gehäuseisolation	ja

Elektrische Daten	
Betriebsspannung	5 V
Verpolungsschutz	ja
Interne Strombegrenzung	ja

Daten zur Sicherheits-Einhausung	
Maße der Einhausung (H × B × T)	166 × 80 × 40 mm
Maße der Glasscheibe (H × B)	40 × 16 mm
Glastyp	Anti-Reflex-Glas
Justiervorrichtung	2 Achsen

■ Vergleich von 3D-Aufnahmetechniken

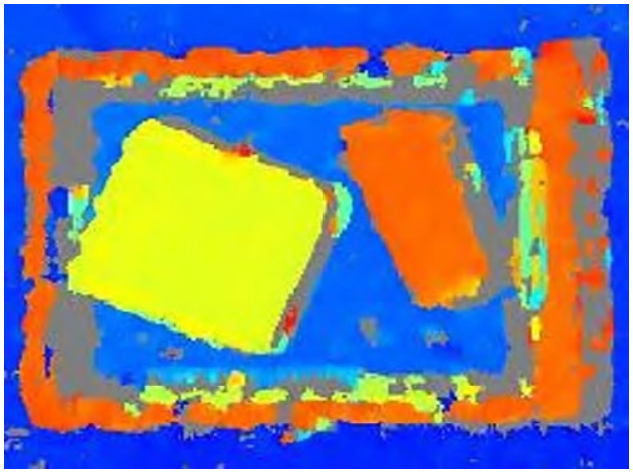
In diesem Abschnitt werden die beiden gängigen Verfahren zur Aufnahme von 3D-Bildern und deren Ergebnisse verglichen. Dabei wird herausgearbeitet, warum das mutmaßlich gefährliche Lasersystem dem stereoskopischen Verfahren gegenüber im Vorteil ist.

Stereovision (stereoskopisches Verfahren)

Einsatzgebiete:
- Geodatenerfassung
- Robotersteuerung
- Berührungslose Interaktion (z. B. Microsoft Kinect)
- Unterhaltungsmedien (3D-Filme)

Bei Stereovision handelt es sich um ein flexibles Verfahren zur Bestimmung von Positionen im Raum. Es findet eine weite Verbreitung im Konsumerbereich, bei Fahrassistenzsystemen und in der Robotik. Das Bild wird über Standardhardware (normale Kameras) erzeugt, bedarf jedoch einer aufwendigen mathematischen Berechnung, um aus zwei 2D-Bildern ein 3DBild zu berechnen.

Das Verfahren benötigt Korrespondenzpunkte, d. h. Punkte, die in beiden Bildern klar identifizierbar sind. Dies ist eines der größten Probleme der Stereo-Bildaufnahme. Gerade bei kontrastschwachen Bildern oder sehr homogenen Objekten ist die Zuordnung von Punkten ohne besondere Hilfsmittel kaum möglich. Je schlechter die Zuordnung der Punkte, umso ungenauer das Ergebnisbild. Dies führt zu einer falschen Kombination der Bildinformationen und damit zu einer Verringerung der Auflösung. Manche Strukturen, die in den 2D-Bildern klar zu erkennen sind, sind dann nicht mehr zu erkennen.

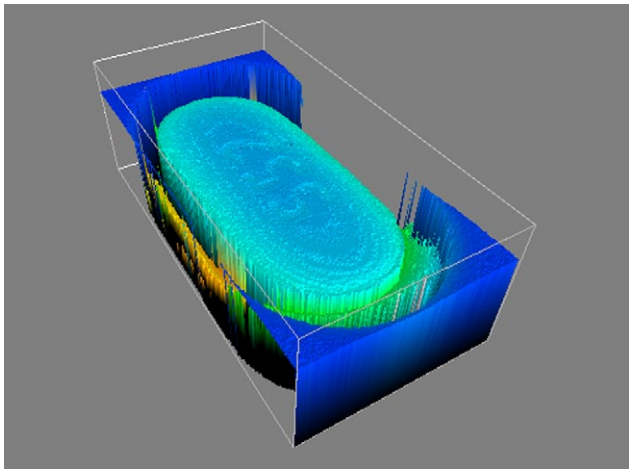


Ergebnisbild mit stereoskopischem Verfahren
Quelle: wiki.zimt.uni-siegen.de

Lasertriangulation (Lichtschnitt-Verfahren)

Einsatzgebiete:
- Schweißnahtprüfung
- Oberflächenfehlererkennung
- Objektvermessung
- Objektlageerkennung

Beim Lichtschnitt-Verfahren, das im scanware-System LYNX-SPECTRA 3D Verwendung findet, handelt es sich um ein sehr genaues Verfahren, welches für den industriellen Einsatz die maximale Leistung bereitstellt. Die Messdaten (3D-Bild) werden direkt von der Kamera bereitgestellt und können sofort verarbeitet werden. Es gibt nur wenige Einschränkungen bezüglich der zu vermessenden Oberfläche, dafür aber eine konstante Genauigkeit durch genaue Positionsbestimmung über einen Inkrementalgeber. Dieses Verfahren kann nur bei bewegten Objekten verwendet werden, was allerdings auf Verpackungslinien gegeben ist und dadurch kein Problem darstellt.



Ergebnisbild mit Lichtschnitt-Verfahren

■ Strahlungseigenschaften des Lasers im LYNX-SPECTRA 3D

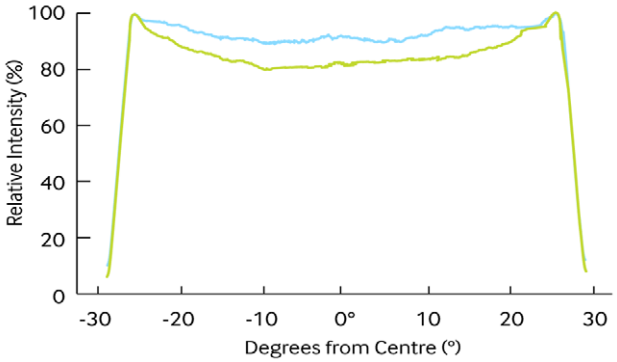
Hier werden die numerischen Eigenschaften der Strahlung des Lasers angegeben, der in der Geometriekontrolle LYNX-SPECTRA 3D verwendet wird.

Optische Leistungsdaten

Parameter	Wert
Wellenlänge (λ)	660 nm
Optische Ausgangsleistung (P)	35 mW
Öffnungswinkel (φ)	30°
Linienlänge (L)	~180 mm
Linienbreite (W)	~200 µm

Gleichmäßige Leistungsverteilung

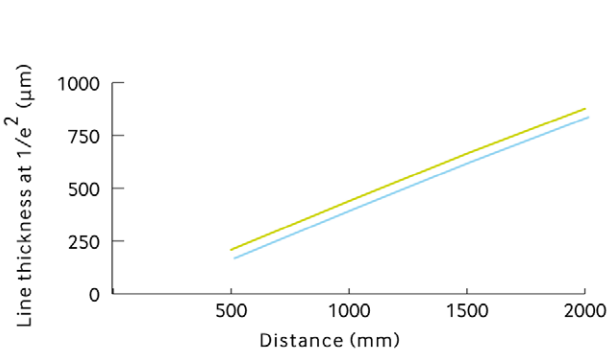
Der grüne Graph zeigt die relative Intensität, d. h. die Helligkeit des in LYNX-SPECTRA 3D verwendeten Lasers an. Dabei ist zu sehen, dass über den Gesamtverlauf des Öffnungswinkels, die Helligkeit nahezu gleichbleibend ist. Der Laser hat also nur geringe Helligkeitsabweichungen und kann so ein optimales Ergebnis erzielen.



Gleichmäßige Leistungsverteilung
Quelle: global-laser.co.uk

Fokussierung

Auch hier spezifiziert der grüne Graph die Leistung des Lasers im LYNX-SPECTRA 3D. Mit diesem Graphen wird gezeigt, wie sich die Linienbreite des Lasers mit zunehmender Entfernung verbreitert. Durch diese Verbreiterung kann das Messergebnis bei großen Entfernungen ungenau werden. Dies ist bei den Entfernungen, die im LYNX-SPECTRA 3D verwendet werden allerdings nicht der Fall, da diese in der Regel noch unterhalb des Beginns des Graphen bei einer Entfernung von unter 500 mm liegen.



Darstellung der Fokussierungswerte
Quelle: global-laser.co.uk

Berechnung der Beleuchtungsfläche
Will man herausfinden, wie lange die zu überprüfenden Produkte welcher Strahlungsstärke durch die Geometriekontrolle LYNX-SPECTRA 3D ausgesetzt sind, muss zunächst als erste Größe die Beleuchtungsfläche (A) berechnet werden.

Die Berechnung erfolgt nach dem folgenden Muster:

$$A = \text{length} \times \text{width} = L \times W$$

Im konkreten Fall ist die Größe der Beleuchtungsfläche also:

$$A = 180 \times 10^{-3}\text{m} \times 200 \times 10^{-6}\text{m} = 36 \times 10^{-6}\text{m}^2$$

Berechnung der Bestrahlungsstärke
Mithilfe dieses Werts ist nun die Berechnung der Bestrahlungsstärke (E) möglich.

Die Berechnung erfolgt nach dem folgenden Muster:

$$E = \frac{\text{power}}{\text{area}} = \frac{P}{A}$$

Im konkreten Fall ist die Bestrahlungsstärke also:

$$E = \frac{35 \times 10^{-3}\text{W}}{36 \times 10^{-6}\text{m}^2} = 972,22\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Im Vergleich hat die Sonne an einem Sommermittag in Zentraleuropa eine Strahlung von etwa 700 W/m².

Durchschnittliche Bestrahlungszeit
Mit diesen Ergebnissen ergibt sich eine durchschnittliche Bestrahlungszeit (t), der die Produkte ausgesetzt werden. Dabei wird mit einer maximalen Bestrahlungszeit auf kontinuierlichen Maschinen gerechnet. Intermittierende Maschinen laufen schneller und setzen die Produkte damit einer kürzeren Bestrahlungszeit aus.

Die Berechnung erfolgt nach dem folgenden Muster:

$$t = \frac{\text{speed}}{\text{linewidth}} = \frac{S}{W}$$

Im konkreten Fall beträgt die Bestrahlungszeit also:

$$t = \frac{0,5\frac{\text{mm}}{\text{ms}}}{0,2\text{mm}} = 0,4\text{ms}$$

Im schlimmsten Fall werden die Produkte dem Laserstrahl also für 0,4 ms ausgesetzt.

Schlussfolgerung
Der Laser der Geometriekontrolle LYNX-SPECTRA 3D besitzt etwas mehr Energie pro Fläche (W/m²) als die Sonne an einem sonnigen Mittag in Mitteleuropa abgibt. Die Laserstrahlung ist sichtbar und hat eine sehr niedrige Bandbreite bei einer Wellenlänge von etwa 660 nm (rot). Die Sonne dagegen umfasst das ganze Spektrum an Wellenlängen, von UV- bis hin zu sichtbaren IR-Strahlen, die für das menschliche Auge und die Haut gefährlicher sind, als der Laserstrahl. Außerdem wird jeder Produktbereich dem Laserstrahl nur sehr kurz ausgesetzt, da nur ein Teil des Produkts zur gleichen Zeit abgetastet wird.

Zertifikat Lasersicherheit

goebel ingenieurbüro

ZERTIFIKAT LASERSICHERHEIT

Das unten bezeichnete Industrielasersystem wurde durch uns gemäß den aufgeführten Normen klassifiziert und bezüglich der Lasersicherheit wie angegeben bewertet. Messverfahren und Prüfergebnisse sind im angegebenen Gutachten dokumentiert.

Gutachten	**110930 GUT scanware**
Hersteller / Vertrieb	scanware electronic GmbH
Strasse	Darmstädter Straße 9
PLZ / Ort	D – 64404 Bickenbach
Produkt / System	
Bezeichnung	Bildverarbeitungssystem zur Geometriekontrolle
Prüfmuster S/N	LYNX-SPECTRA 3D
Bestimmungsgemäße Verwendung	Geometriekontrolle für pharmazeutische Produkte und Verpackungen
Laserquelle(n)	
Hersteller	Global Laser
Modell & S/N	Lyte MV 103715-28418-1
Laserart / Wellenlänge	Diode λ 650 nm
Betriebsart / Leistung	CW P_{peak} 35 mW
Normen / Vorschriften	
ISO IEC EN	60 825-1 / 60 825-4 / 11 553-1
FDA ANSI	./.
BG oder nationale	BGV-B2 / OStrV Juli 2010

Klassifizierung

Betriebsart	Normalbetrieb	Einrichten / Warten	Service / Reparatur
Berechtigung / gilt für	Anwender	Anwender	Hersteller
Laserklasse	1	1	3B
Einhausung Prüfklasse	T1 (30.000s)	./.	./.
Augensicherheit gegeben	JA	JA	nur mit PSA
Laserschutzbeauftragter	NEIN	NEIN	JA
Laserschutzbrillen	NEIN	NEIN	JA
Anmeldung GWA / BG	NEIN	NEIN	JA

Unser SV-Gutachten bestätigt die Klassifizierung und die Sicherheit des Lasersystems (Produktes) für den Anwender in den oben genanten bestimmungsgemäßen Betriebszuständen laut Bedienerhandbuch des Geräteherstellers bezogen auf den original ausgelieferten Zustand. Eine Risikoanalyse wurde vom SV nicht durchgeführt.

Darmstadt, den 24. Oktober 2011

Klaus R. Goebel
Physiker & Dipl.Ing.
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lasertechnik der IHK Darmstadt

- Öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Lasertechnik
- Beratende Ingenieure der Kammer Hessen / Reg.: B 902
- Zertifiziert nach EN ISO 9001 – 2000 / Reg.: 287 496 QM
- Zertifiziert nach EN ISO 13 485 / Reg.: 287 496 MP 21

- Ingenieurbüro Goebel GmbH
- De La Fosse weg 26
- D – 64289 Darmstadt

- Telefon: + 49–6151–73 47 00
- Telefax: + 49–6151–73 47 020
- Internet: www.goebel-laser.de
- E-Mail: info@goebel-laser.de

LYNX-SPECTRA Produktkontrolle
LYNX-SIGNUM Kennzeichnungskontrolle
LYNX-FOCON Folienrisskontrolle
LYNX-CAPA Track & Trace-Lösungen

Quality is visible.

scanware electronic GmbH
Darmstädter Straße 9-11
D-64404 Bickenbach
Telefon +49 6257 9352-0 Fax -22
info@scanware.de
www.scanware.de

Vertretungen in folgenden Ländern:
Ägypten | Algerien | Brasilien | China | Costa Rica
Dänemark | Frankreich | Griechenland | Großbritannien | Irland | Italien | Jordanien | Kanada | Marokko | Mexiko | Norwegen | Puerto Rico
Schweden | Schweiz | Spanien | Südkorea | Türkei
Tunesien | USA

© scanware electronic GmbH 2016