

# LED- oder Laserlinie zur strukturierten Beleuchtung?

## In der Qualitätssicherung zeigen LEDs entscheidende Vorteile gegenüber etablierten Lasersystemen

- **Üblicherweise werden Laserdiodenmodule in modernen Produktionsanlagen für die Projektion von schmalen Linien für den Einsatz in der Bildverarbeitung verwendet. Über die Jahre ist eine ganze Bandbreite an Leistungen, Wellenlängen, Optiken und Optionen am Markt entstanden.**

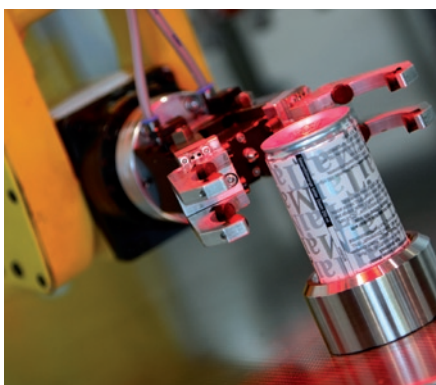


ABB. 1: Mögliche Anwendungsbeispiele mit LED-Beleuchtung.

### Laser sind etabliert

Der Haupteinsatzbereich ist die Lasertriangulation, in der durch einen Versatz der Laserlinie – bedingt durch unterschiedliche Höhen im Objekt – ein 3D Profil dargestellt werden kann. Bei der Lasertriangulation wird ein Laserstrahl auf das Messobjekt fokussiert und mit einer daneben befindlichen

Kamera beobachtet. Laserdioden sind dabei als Lichtquelle die erste Wahl, da sie eine kompakte Laserlichtquelle darstellen, in vielen Leistungen verfügbar sind und Abstrahlcharakteristika haben, die die Lichtführung durch Optiken vereinfacht. Allerdings gibt es bei dieser Lösung auch Nachteile, wie beispielsweise die begrenzte Anzahl an Wellenlängen, aufwändige Maßnahmen zum Laserschutz sowie die Eigenschaft des Specklens.

Laserdioden emittieren aus einer schmalen Öffnung Laserlicht, das heißt kohärentes und „paralleles“ Licht. Dieses Licht ist bei Laserdioden nicht wirklich parallel und muss durch einen Kollimator und eine optische Komponente weiter geformt werden. Dabei wird das Laserlicht durch eine Optik in einen Fächer aufgeweitet der als Linie auf der zu prüfenden Oberfläche sichtbar wird. Die Optiken sind im einfachsten Fall Stablinen, für hochwertige Aufgaben werden die Laserdioden mit entsprechend aufwändig angepassten Powell-Linsen ausgestattet.

Der Laser wird eingesetzt, weil er eine hohe Leistung punktgenau und gut definiert in eine Richtung abgibt.

Der Laser ist mit dieser Grundidee in vielerlei Variationen erhältlich. Als einfache, relativ breite Linie (1–2 mm), bis hin zu ultrafeinen 5 µm dünnen Varianten für hochgenaue Oberflächen-Vermessungsaufgaben.

Diese Methodik findet sich in unterschiedlichen Märkten wie der Paketvermessung für Logistikaufgaben, z.B. der Automobilindustrie für die Vermessung von Kolbenoberflächenrauigkeiten, der Pharmaindustrie mit der Kontrolle von Blisterverpackungen, oder in der Metallindustrie für die Überwachung von Warmband sowie der Qualitätskontrolle von Schweißnähten wieder. Wie aus der Auswahl der Beispiele ersichtlich, sind die Anforderungen an die Linie sehr unterschiedlich.

Die Anforderungen enthalten Parameter wie Homogenität in der Linie, Geradheit, Leistungsverteilung und die Breite der Linie. In jedem Fall ist der Laser die erste Wahl für 3D Vermessungsaufgaben.

### DER AUTOR

#### PATRICK HERZOG

Nach dem Studium des Photoingenieurwesens in Köln arbeitete Patrick Herzog als Sales Manager für Optische Komponenten für die Fujinon GmbH in Willich. Dort war er für die osteuropäischen und CIS Märkte verantwortlich. Anschließend wandte er sich im Bereich Maschine-Vision der Digitalkameratechnik zu und verantwortete später den Vertrieb von CCD- und CMOS-Kamerasystemen in Europa und Asiens bei Baumer Optronic. Herr Dipl.-Ing. (FH) Patrick Herzog betreut seit Dezember 2007 bei Laser 2000 als Produktspezialist die Bereiche Lichtquellen, Laserdiodenmodule und Laser für die Bildverarbeitung.



Patrick Herzog  
Laser 2000 GmbH  
Argelsrieder Feld 14  
82234 Wessling  
Tel.: +49 (0)8153 405-51  
Fax: +49 (0)8153 405-33  
E-Mail: p.herzog@laser2000.de  
Website: www.laser2000.de

### LED- vs. Laserlinie

Die alternative Lösung mittels der LED-Linie wird durch zwei Aspekte getrieben:

- Das kohärente Laserlicht interferiert aufgrund der Reflexion an rauen Oberflächen mit sich selbst und erzeugt ein Muster das in der Kamera als Speckle sichtbar wird. Diese Flecken mit großem Kontrast erschweren die Auswertung erheblich.
- Bei höherer Leistung ist ein sicherer Einsatz der Laser nicht ohne weiteres möglich, die Einhaltung der Laserschutzvorschriften erfordert einen erhöhten finanziellen und organisatorischen Aufwand.

Diese Nachteile können mit der LED-Linie eliminiert werden, darüber hinaus ergeben sich aber noch weitere Vorteile gegenüber der Laserdiode.

LEDs sind in wesentlich mehr Wellenlängen verfügbar, erzeugen aufgrund Ihrer Bandbreite in der Wellenlänge kein Speckel, sind nicht kohärent und fallen nicht unter den Laserschutz.

Da die LED Licht in sämtliche Richtungen aussendet (Abbildung 2, mitte), kann es nicht so einfach wie Laser-Licht zu einer Linie oder einem anderen Muster geformt werden. Die beinahe ideale Punktquelle der Laserdiode soll einer flächig leuchtenden Lichtquelle (Einzel-LED) weichen, in höheren Leistungen noch anspruchsvoller für den Optikdesigner als eine Fläche von vielen LED, die sogenannte LED-Matrix.

Mit neuen optischen Systemen ist es heute möglich LED-Matrizen optisch in Form zu bringen. Das heißt, dass wie beim Laser ein Muster (Linie, Kreis, Quadrant) unabhängig von der Entfernung scharf abgebildet werden kann (Abbildung 1). In diesem System wurde darauf geachtet, dass innerhalb der aufgespannten Fläche eine möglichst hohe Homogenität herrscht die üblicherweise bei über 95 % liegt.

Um den Laser durch die geeignete LED ersetzen zu können, muss in der Anwendung definiert werden, was der Laser für die Anwendung liefern muss.

In der Auswertung der Laserlinie wird der Hell/Dunkel Übergang ausgewertet. Der Laser hat im Querschnitt keine Rechteckfunktion sondern eine Gaußsche-Verteilung über die Breite der Linie (Abbildung 2, links). Im Versatz dieser Verteilung steckt die 3D-Information. Je nach den Größenverhältnissen kann eine 1 mm breite Linie schmal genug sein um der Aufgabe zu genügen.

Spätestens hier können wir mit dem neuen Optikdesign ansetzen, um die Laserlinien durch LED-Licht zu ersetzen. Eine passende LED Matrix mit einer auf die Aufgabe adaptierten Optik liefert eine Zeilenprojektion, die an den Kanten schärfer ist als Zeilenbeleuchtungen und innerhalb der Linie eine höhere Homogenität liefert als der Laser (Abbildung 2, rechts).

Da das LED-Licht erst seit relativ kurzer Zeit in der industriellen Anwendung eingesetzt wird, sind noch nicht für alle Anwendungen die notwendigen Variationen vorhanden. In der Betrachtung der einzelnen Anwendung kann jedoch die notwendige Definition aus Wellenlänge, Linienbreite, Linienqualität und Lichtleistung erfolgen.

Bei der Laserlinie wird der verschliffene Übergang des gaußschen Profils über die Line, bzw. der Versatz desselben detektiert. Mit der LED-Projektion gibt es nun eine an-

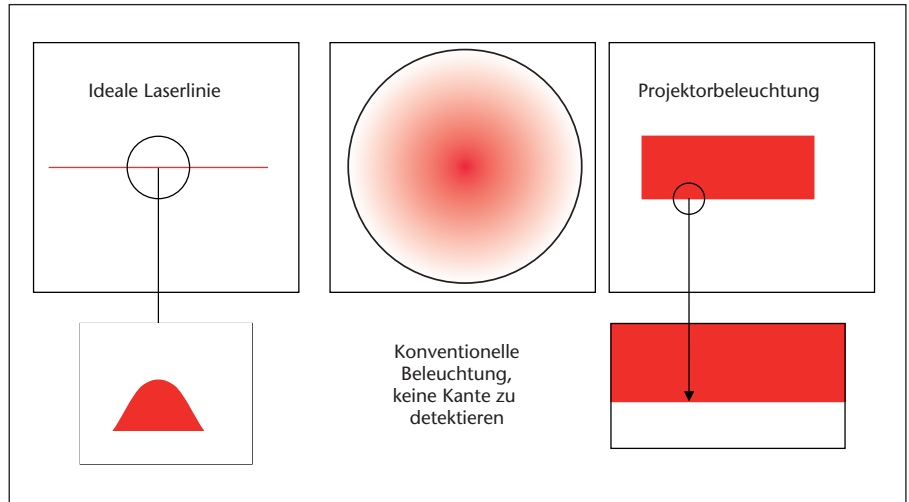


ABB. 2: Vergleich zwischen strukturierter Beleuchtung durch eine Laserlinie, konventionelle Beleuchtung (Punktlichtquelle) und einer Projektorbeleuchtung.

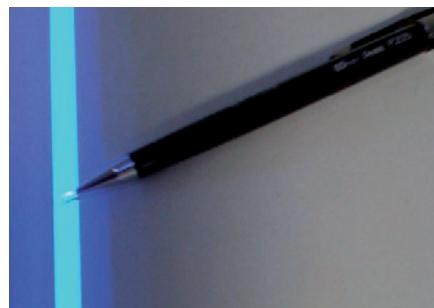


ABB. 3: Veranschaulichung der LED-Linie am Bleistift. Linienbreiten von 1 cm auf 1 m Arbeitsabstand sind bereits realisierbar.

dere Möglichkeit eine Kante zu erzeugen die einen Versatz durch Unebenheiten in der Oberfläche erhält (Anpassung der Software nicht ausgeschlossen).

### Zusammenfassung

Linienbreiten von 1 cm auf 1 m Arbeitsabstand sind bereits realisiert (Abbildung 3). Für die anspruchsvolleren Aufgaben ist eine Strategie der „Versuch und Irrtum“-Methode notwendig um die Grenzen des derzeit Möglichen auszuloten.

Mit LEDs ist es möglich den Lasern in Bezug auf Leistung und Speckelfreiheit den Rang abzulaufen. Die bislang noch größeren Aufwände in der Optik sind im Verhältnis zum Mehraufwand durch die Laserschutzklassen bei größeren Laserleistungen und Speckelfreiheit bei nicht allzu feinen Linien vernachlässigbar.

Auch wenn die Machbarkeit noch projektweise geprüft werden muss, so ist der speckelfreie Laser als LED-Aufbau bereits heute für viele Anwendungen verfügbar.

LED lösen sich von dem Bild der billigen und simplen Lichtquelle. Auch die Startschwierigkeiten wie vorzeitige Alterung sind

**▶ DIE FIRMA**

**Laser 2000 GmbH**  
Wessling, Deutschland

Laser 2000 bietet seit 1986 seinen Kunden innovative Produkte der „Optischen Technologien“ an. Das Angebotsspektrum von Laser 2000 umfasst Komponenten und Systeme und ist gekennzeichnet durch einen hohen Innovationsgrad und große Zuverlässigkeit.

Die Produkte finden sowohl im Forschungsbereich als auch im industriellen Umfeld ihren Einsatz. Auslandsniederlassungen bestehen in Frankreich, Großbritannien, Belgien, Holland, Schweden sowie Spanien.

mit unterschiedlichen Mitteln in den Griff zu bekommen. Die Temperatur der LED war und ist der entscheidende Faktor für Lebensdauer und Effizienz. Je nach Umgebung können die Lösungen mit passiven Kühlkörpern, Wärmetauschern, aktiven Lüftern und Wasserkühlung bereit gestellt werden. Da die Temperatur der LEDs im Betrieb wesentlich geringer ist als bei „Glühlampen“, können sie auch in staubigen und damit explosionsgefährdeten Umgebungen eingesetzt werden. Die Entwicklung der LED ist weiterhin nicht abgeschlossen und bietet in der Lichtleistung und in der Infrastruktur viel Entwicklungspotential, so dass sie in den kommenden Jahren weitere Einsatzbereiche erobern wird.