

Schöner Schein

## **Lichtquellen bei Bildverarbeitungsmessgeräten**

Die Bildverarbeitung führt in der Messtechnik alles andere als ein Schattendasein, vielmehr ist sie gerade in den letzten Jahren zunehmend ins Rampenlicht gerückt. Berechtigt, denn dank ihrer rasanten technischen Entwicklung erschließt sich die Bildverarbeitungsmessung immer neue Aufgaben. Die Fähigkeiten solcher Systeme hängen in erster Linie von den eingebauten Lichtquellen ab. In diesem Beitrag beleuchten wir die diversen Ausführungen.

In der Regel agieren Bildverarbeitungsmessgeräte mit zwei unterschiedlichen Lichtquellen, dem Durchlicht und dem Auflicht. Besonders leistungsfähige Systeme sind eventuell zusätzlich mit einer weiteren Lichtquelle bestückt: dem programmierbaren Ringlicht, ebenfalls eine Auflichtquelle.

Bei Durchlichtbetrachtungen befindet sich das Werkstück immer zwischen Lichtquelle und Objektiv. Es schattet das von der Lichtquelle ausgehende Licht ab und wird durch das Objektiv daher auch nur als schwarzer Schatten erfasst. Ähnlich wie bei einer Sonnenfinsternis: Hier schiebt sich der Mond – als Werkstück – zwischen die Sonne und den Betrachter auf der Erde (sozusagen das Objektiv). Dadurch ist der Mond nur als schwarzer Schatten vor der Sonne zu sehen.

# **Mitutoyo**

In der Nacht dagegen sieht man den Mond ganz anders: viele Details seiner Oberfläche sind bereits mit bloßem Auge gut zu erkennen. Das liegt daran, dass sich nun die Lichtquelle (Sonne) und das „Objektiv“ (der Betrachter auf der Erde) auf der gleichen Seite des Werkstücks (Mond) befinden – und nicht auf der gegenüberliegenden. Der Betrachter erfasst also das Licht, das vom Werkstück reflektiert wird. Wir haben es demnach mit einer Auflichtbetrachtung zu tun.

Beide Arten der Betrachtung, Durchlicht und Auflicht, dienen in der Bildverarbeitungsmessung spezifischen Aufgaben.

### **Von Kanten und Kontrasten**

Grundsätzlich gilt: Je schärfer ein Kontrast an einer Werkstückkante zu erkennen ist, Desto besser kann die Kante gemessen werden. Da das Durchlicht einen optimalen Kontrast bietet, ist diese Art der Betrachtung folglich die bevorzugte und wird grundsätzlich immer angewendet, sobald es die Messaufgabe zulässt. Das kann zum Beispiel bei der Messung von Bohrungsdurchmessern oder Durchbrüchen der Fall sein. Typischerweise werden aber auch die Profilformen der Außenkanten im Durchlicht überprüft.

Das Auflicht kommt immer dann zum Einsatz, wenn die Messaufgabe ein Durchlicht nicht zulässt. Zum Beispiel, wenn Kanten von Absätzen quer über das Werkstück verlaufen und somit keine Außenkanten sind, wohl aber gemessen werden müssen. Auch die Position von Aufdrucken auf dem Werkstück – die ja lediglich Farbänderungen der Oberfläche erzeugen – kann allein

mit einem Auflicht erfasst werden, da nur dieses Oberflächendetails hervorhebt.

Um eine Lösung für alle Aufgaben zu bieten, besitzen leistungsfähige Bildverarbeitungsmessgeräte, zum Beispiel das Quick Image von Mitutoyo, immer mehrere Lichtquellen für Durch- und Auflichtbetrachtungen.

Das System des japanischen Komplettanbieters besitzt darüber hinaus ein telezentrisches Objektiv. Diese besondere Art von Objektiven ermöglicht eine Abbildung mit hoher Schärfentiefe ohne perspektivische Verzerrung. Es gleicht unterschiedliche Höhen am Werkstück aus und erzeugt damit eine zweidimensionale maßstabsgetreue Projektion des Werkstücks. Eine solche Projektion erfordert allerdings die entsprechende Anpassung der Lichtquellen.

### **Grünes Licht für spezielle Objektive**

Beim Durchlicht führt beispielsweise diffuses Licht – also Licht, das in alle Richtungen strahlt – dazu, dass die Kante im Bild unscharf erscheint, weil im Bereich der Schärfentiefe der durch das Werkstück entstehende Schatten unterschiedlich groß ausfällt.

Um das zu vermeiden, muss das Licht der Durchlichtquelle gerichtet werden und im Bereich der Schärfentiefe weitgehend parallel verlaufen. Am besten erreicht man das, indem die gleiche telezentrische Technik wie im Objektiv

auch an der Lichtquelle verwendet wird. Genau diese Lösung hat Mitutoyo bei der Durchlichtquelle des Quick Image gewählt. Zusätzlich wird dabei ein grünes Licht benutzt. Der Grund hierfür: Bei parallelem Licht kommt es an scharfen Körperkanten – also bei sehr dünnen Werkstücken oder bei Rotationsteilen – zu einer Beugung des Lichts.

Das bedeutet, dass die Lichtstrahlen, die das Werkstück gerade eben tangieren, leicht ihre Richtung verändern und in den abgeschatteten Bereich eindringen. Die Folge ist wiederum eine unscharfe Kantendarstellung, da es ja zum gleichen Effekt kommt wie bei der diffusen Beleuchtung. Die beschriebenen Beugungseffekte können fast vollständig vermieden werden, wenn mit grünem Licht gearbeitet wird.

### **Innere Leucht-Werte**

Das koaxiale Auflicht des Quick Image wird seitlich über einen Lichtleiter und einen halb durchlässigen Spiegel in den Strahlengang des Objektivs geleitet. Dadurch leuchtet es nahezu parallel zur optischen Achse (also koaxial) auf das Werkstück und wird von dort zurück in das Objektiv reflektiert.

Allerdings ist diese Reflexion auch das Problem dieser Lichtart, weil die Oberfläche des Werkstücks wie ein Spiegel wirkt. Dadurch wird das Licht abhängig von der Lage und der Oberflächenstruktur des Prüfteils in alle möglichen Richtungen reflektiert und gestreut.

Das telezentrische Objektiv lässt aber wiederum nur die Lichtstrahlen passieren, die weitgehend parallel zur optischen Achse verlaufen. Mit anderen Worten werden die meisten auf die Oberfläche auftreffenden Lichtstrahlen durch das optische Prinzip oder die Werkstückoberfläche geschluckt. Nur ein Bruchteil des Lichts wird so reflektiert, dass es durch das Objektiv dringt und das Abbild erzeugt. Wegen dieses hohen Verlusts an Lichtenergie muss das koaxiale Auflicht also eine sehr große Lichtleistung besitzen, damit verwertbare Bilder entstehen können. LED, also Leuchtdioden, erzeugen für diesen Fall bei weitem keine ausreichende Lichtmenge. Daher arbeitet das Quick Image beim koaxialen Auflicht mit dem wesentlich lichtintensiveren Halogenlicht. Damit die von der Halogenlampe ausgehende Wärme keinen Einfluss auf das Messgerät hat, ist die Leuchte außen angebracht. Das Licht – nicht aber die Wärme – der Lampe wird über einen Glasfaserlichtleiter zum Gerät geführt. Da ein solcher Lichtleiter keine Wärme transportiert, spricht man übrigens bei dieser Technik auch von Kaltlicht.

Merkmal hochklassiger Bildverarbeitungsmessgeräte wie der Quick Image von Mitutoyo ist die Verfügbarkeit einer weiteren steuerbaren Lichtquelle für Auflichtbetrachtungen: des Ringlichts.

### **Herr der Ringe**

Bei der Ringlichtbeleuchtung wird Licht aus einem um das Objektiv angeordneten Ring unter einem bestimmten Winkel auf die Oberfläche gestrahlt. Da das Licht aus allen Richtungen kommt und diffus reflektiert wird, gelangt ein großer Teil des aufgestrahlten Lichts auch durch das Objektiv. Bei dieser Art der Beleuchtung hat man also nur geringe Verluste, weshalb auch nur ein

kleiner Ring aus Leuchtdioden benötigt wird. Beim Ringlicht werden weiße LED eingesetzt, weil das Licht nicht aus Bereichen hinter dem Werkstück kommt und daher keine Beugungseffekte auftreten. Weiße LED bieten zudem das hellste Licht, haben einen sehr niedrigen Verbrauch und eine hohe Lebensdauer.

Beim Mitutoyo-System kann zudem die Lichtintensität der vier einzelnen Bereiche - oder Quadranten - des Rings getrennt gesteuert werden. Durch einseitiges Anstrahlen des Werkstücks lassen sich so zum Beispiel selbst an relativ kleinen Abstufungen lange Schatten erzeugen, wodurch ein automatisches Messen der Kante außerordentlich erleichtert wird.

Ein weiterer Vorteil der Ringlichtbeleuchtung gegenüber dem koaxialen Auflicht ist das „Glätten“ der Oberfläche. Da das Koaxiallicht relativ einheitlich und senkrecht auf die Oberfläche trifft, werden Oberflächenstrukturen, etwa Bearbeitungsriefen, sehr deutlich sichtbar. Farbänderungen der Oberfläche gehen in diesen Strukturen beinahe unter. Im Gegensatz dazu trifft beim Ringlicht das Licht von allen Seiten auf die Oberfläche, wodurch ihre Strukturen deutlich weniger sichtbar werden. Die Oberflächen wirken glatter und Farbänderungen – zum Beispiel ein Aufdruck – werden gut sicht- und leicht messbar.

**Wenn der schöne Schein trägt**

**Mitutoyo**

Grundsätzlich ist immer zu bedenken, dass es neben den steuerbaren Lichtquellen des Messgeräts auch eine ganze Reihe weiterer Lichtquellen gibt, die das Bild und damit die Messung beeinflussen.

Wichtig ist es vor allem, auf das Messsystem einwirkendes Streulicht aus der Umgebung abzuschirmen. Nur dann ist nämlich eine gute automatische Messung garantiert. Leuchtstoffröhren über dem Gerät können zum Beispiel zu unerwünschten Reflexionen an Kanten führen.

Noch unangenehmer wirkt sich unter Umständen Sonnenlicht aus, das durch ein Fenster auf das Gerät fällt: Da die Sonne über den Tag „wandert“, ändert sich ständig auch der Winkel, in dem ihre Lichtstrahlen auf das Werkstück treffen. Messungen, die vormittags problemlos möglich waren, führen dadurch am Nachmittag eventuell zu Problemen und Fehlern – weil der schöne Schein in diesem Fall ganz einfach trügt.