

Messmikroskope: Die günstigste Lichtquelle wählen

LEDs rücken ins Rampenlicht

Halogenbeleuchtung als die gängige Lichtquelle in Messmikroskopen besitzt enorme Strahlkraft, aber auch Nachteile. Zum Beispiel hoher Verbrauch, Wärmeentwicklung und wechselnde Farbtemperatur. LED-Licht kennt diese Handicaps nicht und hat weitere Pluspunkte, war aber bislang wegen der geringeren Leuchtstärke keine echte Alternative. Die Entwicklung lichtstärkerer Objektive bringt jetzt die Wende für kosten- und leistungsorientierte Anwender.

Um das Thema Licht hier gezielt zu beleuchten, ist es zunächst einmal wichtig, es im Rahmen dieses Beitrags auf eine konkrete Mikroskop-Bauform zu beziehen: auf Lichtmikroskope.

Der Begriff Mikroskop wäre hier alleine nicht korrekt. Denn es gibt eine Vielzahl anderer Technologien, mit deren Hilfe eine vergrößerte Betrachtung eines Gegenstands möglich ist, die aber nicht mit Licht arbeiten. Zum Beispiel Rasterelektronenmikroskope, Rasterkraftmikroskope etc.

Mit Lichtmikroskop bezeichnet man fachlich das, was im normalen Sprachgebrauch unter einem Mikroskop verstanden wird. Ein Lichtmikroskop verwendet sichtbares Licht, um ein Werkstück oder eine Probe stark vergrößert betrachten zu können. Lichtmikroskope besitzen stets ein Objektiv

und ein Okular, mit deren Hilfe das Werkstück betrachtet wird. Um diese Systeme geht es hier.

Die wichtigsten Komponenten: Beleuchtung und Objektiv

Dreh- und Angelpunkte der Leistungsfähigkeit eines solchen Mikroskops sind die beiden Komponenten Lichtquelle und Objektiv. Ihre technische Ausführung und ihr Zusammenspiel bestimmen die Fähigkeiten sowie Grenzen des Geräts.

Als Lichtquelle dient bislang in aller Regel ausschließlich Halogenlicht. Seine Vorteile sind die hohe Lichtintensität sowie die relativ konstante Helligkeit. Diesen Vorteilen steht jedoch auch eine ganze Reihe von Nachteilen gegenüber.

Im Vordergrund steht dabei die unvorteilhafte Energiebilanz des Halogenlichts. Sein Leistungsvermögen muss mit einem recht hohen Stromverbrauch erkauft werden. Wirtschaftlich nachteilig ist auch die relativ begrenzte Lebensdauer einer Halogenleuchte.

Größter technischer Nachteil des Halogenlichts im Messgerät ist die starke Wärmeentwicklung. Diese kann unter ungünstigen Umständen ohne weiteres durch Ausdehnung von Gerätekomponten oder Werkstück zu Messungenauigkeiten führen. In besonders wärmesensiblen Anwendungen wird die Halogenlichtquelle deshalb mitunter in ein separates Bauteil mit vorgeschaltetem Infrarot-Wärmefilter verbannt.

Halogenlicht: warm und wechselhaft

Sehr problematisch gestaltet sich oft auch die von der Lichtstärke abhängige Farbtemperatur der Halogenbeleuchtung. Bei niedriger Intensität stellt sich Halogenlicht eher rötlich dar. Je weiter die Lichtstärke hochgefahren wird, desto mehr verschiebt sich die Farbe ins Gelbliche. Theoretisch würde bei weiterer Zunahme der Intensität ein neutrales Weiß folgen – in der Praxis ist diese Stufe jedoch technisch nicht erreichbar. Es bleibt stets bei einem rötlichen oder gelblichen Farbstich, der oft den Einsatz eines LB-Filters erfordert.

LB-Filter (Light Balance) sind notwendig, sobald für die Werkstückbetrachtung „natürliches“ Licht im Sinne von Tageslicht simuliert werden soll. Zum Beispiel, um Farbfehler des betrachteten Gegenstands bewerten zu können und dabei durch das Halogenlicht bedingte Farbfehler in der Abbildung auszuschließen. Der Light-Balance-Filter filtert die langwelligen roten Wellen aus dem Halogenlicht heraus und erzeugt so eine Farbtemperatur, die der des Tageslichts entspricht.

Allerdings ist eine LB-Filterung stets mit einem spürbaren Verlust an Lichtintensität verbunden – eine äußerst unerwünschte Begleiterscheinung.

Bei der Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen des Halogenlichts überwiegen letztlich also die Nachteile. Ungeachtet dessen gab es bislang in der Lichtmikroskopie keine Alternative. Denn wie eingangs erwähnt: Licht ist Leistung. Und die definiert sich über die Leuchtintensität.

LED rücken ins Rampenlicht

Doch es brechen neue Zeiten an. Das Halogenlicht in Messmikroskopen bekommt leistungsstarke Konkurrenz: die LED-Beleuchtung. LED steht für „Licht emittierende Dioden“. LED sind eine Alternative, die für zahlreiche Anwender sowohl mit technischen als auch wirtschaftlichen Vorteilen verbunden ist.

Im Vergleich zur Halogenvariante kann die LED-Beleuchtung in vielfacher Hinsicht punkten – und zwar genau dort, wo Halogen seine Schwächen hat.

Rein konstruktiv liegt der größte Vorteil der LED-Beleuchtung wohl in der praktisch nicht vorhandenen Wärmebildung. Dadurch entfällt jeder unerwünschte Temperatureinfluss auf das Messgerät sowie das Werkstück.

Nicht weniger vorteilhaft ist das von der Lichtstärke völlig unabhängige, stets monochromatische LED-Licht. Beim Einsatz weißer LED ist eine Farbtemperatur nahe dem „natürlichen“ Tageslicht gegeben. Dadurch kann auf den Einsatz korrigierender und lichtschrückender LB-Filter komplett verzichtet werden.

Farbige LED wiederum ermöglichen eine gezielte monochromatische Ausleuchtung des Werkstücks in speziellen Messanwendungen.

Spürbar positiv schlägt sich letztlich auch die hervorragende Energiebilanz der LED-Beleuchtung nieder. Die deutlich geringere Stromaufnahme im Vergleich

zu Halogen wird zudem durch eine erheblich längere Lebensdauer der Dioden flankiert. Hier spart der Anwender also in doppelter Hinsicht.

Nun mag man sich fragen, warum LED sich erst jetzt anschicken, eine Alternative zum Halogenlicht in Messmikroskopen zu werden. Schließlich gibt es die LED-Technik doch bereits seit Jahren.

Richtig, doch bislang hatte sie mit einem erheblichen Handicap zu kämpfen: mit der geringeren Lichtausbeute im Vergleich zum Halogenlicht. Ein Handicap, mit dem die meisten Messmikroskophersteller bis heute hadern. Bei der Entwicklung und Implementierung der LED-Leuchttechnik haben die Anbieter einen erheblichen Vorsprung, die wie Mitutoyo parallel auch auf einem zweiten Gebiet höchst erfolgreich sind: bei der Objektivherstellung.

Objektive brachten die Wende

Tatsächlich war das LED-Licht bis dato wegen seiner geringeren Leuchtkraft einfach nicht in der Lage, ein sinnvolles Leistungsspektrum für die Mikroskopie bereitzustellen. Das hat sich auch durch den erheblichen Fortschritt der LED-Technik in letzter Zeit nur bedingt geändert.

Den Durchbruch brachte die parallele Weiterentwicklung der Objektive – der zweiten wichtigen Komponente in einem Messmikroskop. Hier konnte geradezu Revolutionäres erreicht werden, was die Lichtdurchlässigkeit der Optiken angeht.

Erst die Verbindung beider Aspekte – stärkere Leuchtdioden und lichtstärkere Objektive – machen die LED-Beleuchtung in bestimmten Vergrößerungsstufen zur klar überlegenen Lösung.

Besonders deutlich wird dieses unabdingbare Zusammenspiel bei den Optiken des Messgerätespezialisten Mitutoyo. Ihm gelang es, parallel zur erhöhten Lichtdurchlässigkeit das berüchtigte Linsenflimmern extrem zu reduzieren.

Linsenflimmern als größter Störfaktor

Anders als im üblichen Sinne beschreibt das Linsen- oder Objektivflimmern kein Flackern im Bild, sondern eine Überlagerung des Bildes mit unerwünschten Lichtstrahlen.

An jeder Linse eines optischen Systems wird ein Teil des Lichts reflektiert statt gebrochen. Trifft das von einer Linse reflektierte Licht eine vorgelagerte andere Linse, wird ein Teil erneut reflektiert und mindert die Qualität der Abbildung. Solche Reflexionen treten übrigens nicht nur beim Eintreten des Lichts in eine Linse auf. Auch beim Wiederaustritt sind sie zu verzeichnen, wobei es sogar zu einer Totalreflexion kommen kann.

Das erzeugte Bild wird durch die Summe aller intern reflektierten Lichtstrahlen blasser und milchiger. Linsenflimmern macht sich bauartbedingt bei relativ geringen Vergrößerungen von 1-fach, 2-fach und 5-fach besonders bemerkbar. Ihm kann nur mit enormem technischem Aufwand und viel

Erfahrung bei der Produktion der Optiken begegnet werden. Mitutoyo gelang in der neuen Optikgeneration eine Reduktion des Objektivflimmerns von bis zu 80 Prozent. Damit war die ideale Einsatzbasis von LED-Licht in Messmikroskopen gegeben.

Allerdings, so betont man auch bei Mitutoyo, ist die Zeit für Halogenbeleuchtung in Lichtmikroskopen längst nicht abgelaufen. Denn unabhängig von der immens gesteigerten Lichtausbeute moderner LED müssen diese in bestimmten Messsituationen weiterhin hinter den Fähigkeiten der Halogen-Variante zurückstecken. Nämlich immer dann, wenn es um starke Vergrößerungen von 50-fach und mehr geht. Hier ist eine so hohe Lichtausbeute gefragt, wie sie auf absehbare Zeit weiterhin nur die Halogenbeleuchtung bieten kann.

In allen Vergrößerungsstufen darunter sei dem leistungs- und kostenorientierten Praktiker jedoch ein Blick auf die LED-Lösung empfohlen. Denn mit ihr hat er die Chance, seine Mikroskopmessungen gleichzeitig sowohl wirtschaftlicher als auch komfortabler und sicherer durchzuführen.

Mitutoyo Messgeräte GmbH
Jürgen Bergmann
info@mitutoyo.de
www.mitutoyo.de
www.mitutoyo-produkte.de

Mitutoyo