

## FAQ

In diesem Bereich bemühen wir uns, die häufigsten Fragen zum Thema Messgeräte mit Bildverarbeitung direkt zu beantworten.

Der Klick auf eine der Fragen in der Liste führt Sie direkt zur entsprechenden Antwort.

Sollten Sie Ihre Frage in dieser Liste vermissen, haben Sie die Möglichkeit, unmittelbar von hier aus eine Email an die Bildverarbeitungsspezialisten von Mitutoyo zu richten. Ihre Frage wird dann individuell beantwortet und eventuell in die FAQ-Liste aufgenommen.

Warum setzt Mitutoyo keine hochauflösenden Farbkameras in den Quick Vision Geräten ein?

Was ist der Unterschied zwischen einem Zoom-Objektiv und einem automatischen Vergrößerungswechsler?

Welche Vor- und Nachteile hat eine telezentrische Optik?

Wie genau ist eine Messung im Bild - ohne Gerätebewegung?

---

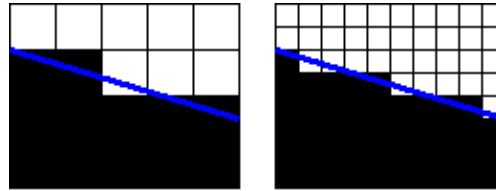
### **Warum setzt Mitutoyo keine hochauflösenden Farbkameras in den Quick Vision Geräten ein?**

Die Mitutoyo Forschungs- und Entwicklungsabteilung KDC in Japan testet regelmäßig neue digitale Kameratypen, die auf den Markt kommen. Bisher haben aber alle neueren hochauflösenden Kameras das Messergebnis nicht verbessert und die Auswertung eher verlangsamt.

Ursache dafür ist das Verhalten dieser hochauflösenden Kameras an Kanten, also in dem Bereich, in dem sich die Farbe oder die Helligkeit in Bild schlagartig ändern. Diese Kanten werden von der Software in einigen Punkten entlang definierter Messwege (quer zur Kante) erfasst. So wird z.B. jeweils im Abstand von 10 Pixeln ein Punkt auf der Kante bestimmt.

Aus diesen Punkten wird dann eine ideale Gerade gemittelt und als Ergebnis ausgegeben. Zusätzlich wird die Spanne, in der die Messpunkte um diese gemittelte Gerade streuen, als Hinweis auf die Qualität oder Geradheit der Kante ausgegeben.

## Mitutoyo: FAQ



Kameras mit kleinerer Auflösung stellen den Kantenverlauf leicht vergrößert (oder besser: abgestuft) dar, Kameras mit höherer Auflösung haben eine entsprechend geringere Pixelgröße und damit auch eine deutlich geringere Abstufung entlang der Kante. Theoretisch müsste es also ein besseres und damit sichereres Abbild der Kante geben. In der Realität aber führen die kleineren Pixel bei Videoaufnahmen zu einem Flimmern oder Flirren an der Kante, d.h., einige Pixel wechseln ständig stark in ihrer Helligkeit - weil sie eben sehr klein sind und genau auf dem Kantenverlauf liegen. Die größeren Pixel der weniger hoch auflösenden Kamera dagegen bleiben in ihrer Helligkeit stabil.

Durch das Flirren an den Kanten streuen nun aufgenommene Messpunkte mindestens genauso stark wie Punkte, die im größeren aber stabilen Raster aufgenommen wurden, meistens sogar noch stärker. Was natürlich bedeutet, dass auch das gemittelte Ergebnis nicht besser, sondern eher sogar schlechter wird.

Um den Nachteil des relativ groben Rasters auszugleichen, setzt Mitutoyo daher vor den eigentlichen CCD-Chip, der das Bild aufnimmt, eine Mikroskopoptik, die den Kantenverlauf so stark vergrößert, dass ein Bildpunkt nur wenige Mikrometer groß wird in der Summe der vom Pixel stammende Positionsfehler also gegenüber einem an der Kante tatsächlich vorhandenen Formfehler vernachlässigbar klein wird.

Zusätzlich wird das grobe Raster vor der Auswertung immer auch noch rechnerisch verfeinert. Dieses Sub-Pixeling führt unter anderem dazu, dass das auf dem Monitor angezeigte Videobild fließende Übergänge aufweist und eben kein Pixelraster mehr erkennbar ist.

[zurück](#)

---

## Was ist der Unterschied zwischen einem Zoom-Objektiv und einem automatischen Vergrößerungswechsler?

Bei einem Zoom-Objektiv werden mehrere Linsen im Objektiv so zueinander verschoben, dass der daraus resultierende Abstand zwischen der Gegenstandsebene (auf dem Werkstück) und der Bildebene (auf dem CCD-Chip) gleich bleibt, wobei sich der Vergrößerungsfaktor des gesamten Systems aber entsprechend ändert.

Der automatische Vergrößerungswechsler basiert dagegen auf einer Mikroskopoptik. D.h., hier wird das Bild der Gegenstandsebene durch ein Festobjektiv erstens vergrößert und zweitens in ein parallel verlaufendes Lichtbündel umgewandelt. Dieses Lichtbündel wird an einer beliebigen anderen Stelle mittels einer weiteren Linse - der Tubuslinse - wiederum in ein Bild (auf dem CCD-Chip) umgewandelt und dabei ein weiteres Mal vergrößert. Bei dem von Mitutoyo eingesetzten automatischen Vergrößerungswechsler sind nun drei Tubuslinsen mit unterschiedlichen Vergrößerungen in einem motorisch drehbaren Revolver angeordnet. Auf diese Weise kann der Anwender je nach Bedarf jede Tubuslinse in den optischen Lichtlauf einschwenken und erhält so die verschiedenen Gesamtvergrößerungen auf der Bildebene.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass hochwertige Mikroskopobjektive verwendet werden können, die alle auftretenden Linsenfehler (Aberrationen) ausgleichen. Da dies nur durch eine aufwändige Kombination

verschiedener Linsen in diversen Formen und aus unterschiedlichen Glassorten erreichbar ist, kann ein Zoom-Objektiv, das ja bewegliche Linsen haben muss, eine solche Korrektur nicht in der gleichen Qualität bieten. Mit anderen Worten: Das Bild, das über einen automatischen Vergrößerungswechsler erzeugt wird, ist klarer und schärfer als das Abbild des Zoom-Objektivs. Außerdem ist in der Regel auch das optische Auflösungsvermögen bei Festobjektiven größer, d.h., es bildet auch sehr kleine Details gut ab, die bei einem Zoom-Objektiv bereits nicht mehr erkannt werden können.

[zurück](#)

---

## Welche Vor- und Nachteile hat eine telezentrische Optik?

Für die Messtechnik hat ein telezentrisches Objektiv einen großen Vorteil. Aufgrund des Aufbaus dieser Objektive kommt es zu keiner perspektivischen Verzerrung. Bei normalen Objektiven stimmt die Größe des Bildes nur genau in der Fokusebene maßstäblich mit der wahren Größe des Werkstücks überein. Liegt ein Gegenstand vor dieser Ebene, wird er zu groß, liegt er hinter der Ebene, wird er zu klein dargestellt. Werden diese Gegenstände jetzt im Bild gemessen, wird also ein falsches Maß erfasst und ausgegeben. Telezentrische Objektive stellen im Vergleich dazu Gegenstände aus jeder Entfernung immer genau maßstäblich dar - hier kann es also zu keinem Messfehler kommen.

Dieser große Vorteil wird auf der anderen Seite aber durch zwei gravierende Nachteile erkaufte. Zum einen haben telezentrische Objektive aufgrund ihres Prinzips immer eine kleine numerische Apertur, das ist die Kenngröße, die das optische Auflösungsvermögen von Objektiven definiert. Je größer der Wert, desto kleinere Details können durch die Optik dargestellt werden. Telezentrische Objektive haben also immer ein relativ schlechtes optisches Auflösungsvermögen gerade im Vergleich zu anderen Mikroskopobjektiven.

Zum anderen besitzen die telezentrischen Objektive immer einen großen Bereich der Schärfentiefe. Innerhalb dieses Bereiches ist das Bild immer gleich bleibend scharf. Ist dieser Bereich wie bei telezentrischen Objektiven relativ groß, kann über eine Scharfstellung des Bildes keine genaue Aussage über die Höhe von Gegenständen gemacht werden. Anders ausgedrückt, sind Messungen in senkrechter Richtung optisch nicht machbar oder nur äußerst ungenau. Aus einem dreidimensionalen Messgerät wird also dann ein zweidimensionales.

Auf der anderen Seite haben Mikroskopobjektive nun gerade einen sehr kleinen Schärfentiefenbereich, mit der Folge, dass eigentlich jedes Element, das nicht genau auf der Gegenstandsebene liegt und also perspektivisch verzerrt dargestellt wird, gleichzeitig aber auch unscharf dargestellt wird. Dadurch wird durch einfaches Herausfiltern von unscharfen Bereichen im Bild ein falsches (perspektivisch verzerrtes) Messen verhindert.

Aus diesem Grund setzt Mitutoyo bei dreidimensionalen Bildverarbeitungsmessgeräten immer ein konventionelles Mikroskopobjektiv ein.

[zurück](#)

## Wie genau ist eine Messung im Bild - ohne Gerätebewegung?

Diese Frage ist sehr schwer zu beantworten. Prinzipiell ist der mögliche Fehler natürlich abhängig von der Größe eines Bildpunktes. Diese Größe ist wiederum abhängig von der vor den CCD-Chip geschalteten optischen Vergrößerung. Je stärker die Vergrößerung, desto kleiner der dargestellte Bildpunkt. Allerdings erfolgt immer auch noch eine digitale Aufbereitung das Sub-Pixeling des Videobildes dahingehend, dass die Helligkeitsverläufe innerhalb eines Bildpunktes ermittelt werden. Die eigentliche Auflösung des Bildes wird also zusätzlich rechnerisch verbessert. Eine genaue Aussage über die Qualität einer solchen Messung nur im Bild kann also gar nicht getroffen werden.

Allerdings kann natürlich ein Musterwerkstück im Bild gemessen und die Bildpunktgröße entsprechend an diesem Muster kalibriert werden. Jede folgende Messung ist dann referenziert auf das Maß des Musterteils, jedes andere Teil wird also sozusagen mit dem Musterteil im Maß verglichen. Eine solche Vorgehensweise bietet in der Regel eine hohe Genauigkeit einen Zahlenwert kann man aber auch hier nicht geben.

[zurück](#)