



COMEF Bemerkungen zur Messgenauigkeit von BV-Systemen

Der Maßstab für Genauigkeit

Was ist COMEF

Der Name COMEF ist ein Akronym für **CO**mputer**ME**ss**F**adenkreuz.

Er soll verdeutlichen, dass COMEF zur computergestützten Vermessung von Bildern dient, die in digitaler Form vorliegen, also im Computer gespeichert werden können oder bereits gespeichert sind.

COMEF ist eine Software, die alle für die hochgenaue Bildvermessung am Computer-Monitor notwendigen Funktionen enthält.

Im folgenden sollen einige Zusammenhänge zur erreichbaren Messgenauigkeit dargestellt werden.

Was sind Pixel und welchen Einfluss haben sie auf die Messgenauigkeit

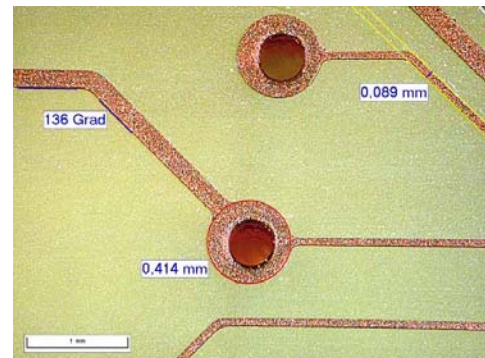
Pixel sind lichtempfindliche Elemente auf dem CCD-Chip.

Die Größe der Pixel bestimmt die geometrische Auflösung des Chips.

Hierfür muss jedoch noch der Abbildungsmaßstab der Optik berücksichtigt werden. Es gilt der Grundsatz: die optische Abbildung ist umkehrbar. Deshalb kann man sich auch den CCD-Chip in die Prüflingsebene abgebildet vorstellen. Ein Mikroobjektiv, welches den Prüfling mit der Vergrößerung 10x in die Chip-Ebene abbildet, bildet im Prinzip auch den Chip mit der Vergrößerung 1/10 in die Prüflingsebene ab. Bei einer Original-Pixelgröße von 6µm auf dem Chip besitzt ein Pixel in der Prüflingsebene demnach eine Größe von 0,6µm.

Können alle Pixel 1:1 auf dem PC-Monitor dargestellt werden, kann der Mauszeiger demnach in Schritten von 0,6µm auf dem Bild positioniert werden. Das ist die geometrische Auflösung, mit der ein Messpunkt auf dem Monitor angetastet werden kann.

Der Hinweis auf „geometrische“ Auflösung ist wichtig, da noch andere Faktoren (die elektronische Signalübertragung, optische Abbildungsfehler) die Auflösung beeinflussen. Diese Einflüsse sind aber gering und schwer allgemein zu quantifizieren.



Allgemein gilt folgende Faustformel für die theoretische Grenze der Detektion einer Kantenlage beim manuellen Setzen von Messpunkten auf dem PC-Monitor:

$$\Delta X_m = P / \beta' \quad (1)$$

mit: ΔX_m = Antastunsicherheit beim manuellen Setzen von Messpunkten, P = Pixelabstand auf dem CCD-Chip, β' = Abbildungsmaßstab

Da Auflösung nicht gleich Messgenauigkeit ist und die Formel auch einige verallgemeinernde Annahmen enthält, ist diese Angabe als Richtwert für die Abschätzung von erzielbaren Messgenauigkeiten zu verstehen. Für normale Messanwendungen schätzt man die erzielbare Genauigkeit mit ca. $5 \Delta X_m$ ab. In unserem betrachteten Fall ist also mit einer Messgenauigkeit von ca. 3µm zu rechnen.

Erhöhung der Messgenauigkeit durch Subpixel-Algorithmen

Wer sich schon einmal mit Bildverarbeitung beschäftigt hat, dem ist sicher der Begriff „Subpixeling“ bekannt.

Was versteht man unter Subpixeling?

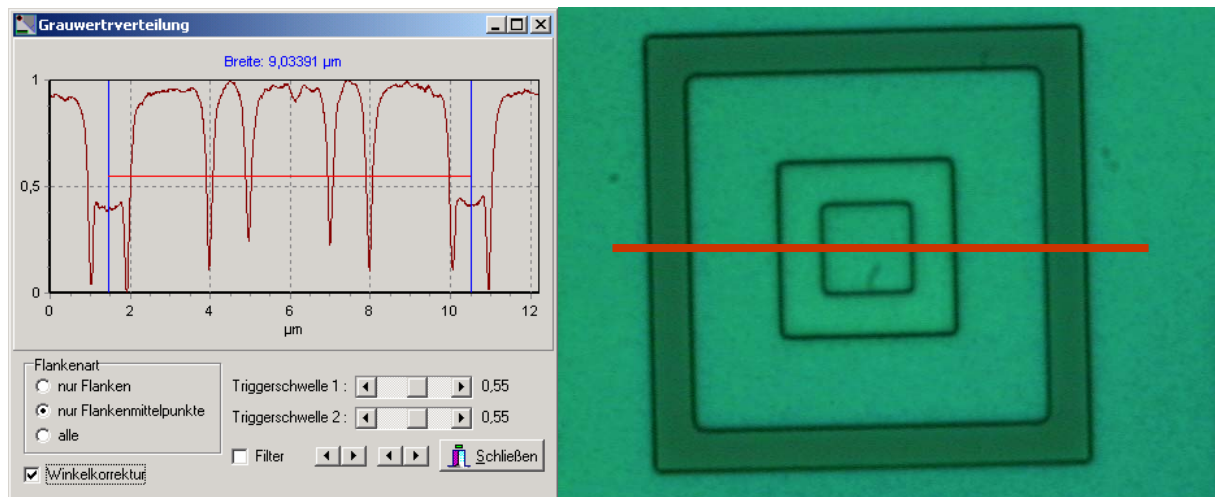
Subpixeling bedeutet die Antastung von Kantenlagen mit einer nachweislich höheren Reproduzierbarkeit als ΔX_m .

Wie funktioniert das?

Zunächst einmal ist die Voraussetzung, dass die Kantenantastung nicht mehr manuell durch das Setzen von Messpunkten auf dem PC-Monitor erfolgt.

Die Antastung der Kante erfolgt anhand von Grauwertverteilungen über den betrachteten Bildausschnitt.

Damit ist dieses Messverfahren nicht mehr für alle Arten von Objekten geeignet. Es funktioniert jedoch hervorragend für alle eindimensional ausgedehnten Objekte, also z.B. für Leiterzüge auf Leitplatten oder Strukturen auf Wafern und Masken.



Das Bild rechts zeigt eine klassische Anwendung für die sogenannte „Grauwertverarbeitung“. Das Bild links zeigt die Grauwertverteilung in dem rechts rot eingezeichneten Schnitt.

Wenn diese Verfahren Anwendung finden können, lässt sich folgender Zusammenhang herleiten:

$$\Delta X_G = P / (n_G * \beta') \quad (2)$$

mit: ΔX_G = Antastunsicherheit mit Grauwertverarbeitung, P = Pixelabstand auf dem CCD-Chip, β' = Abbildungsmaßstab, n_G = Anzahl Grauwerte

Bei üblicherweise 256 Graustufen im digitalen Bild ergibt sich die theoretische Grenze für die Antastunsicherheit einer Kante für unser weiter oben aufgeführtes Beispiel zu $\Delta X_G = 6\mu\text{m} / (256 * 10) = 0,00234 \mu\text{m}$. In Pixeln ausgedrückt ist das 1/2560 Pixel.

In der Praxis wird dieser Wert natürlich nicht erreicht. Der tatsächlich erreichbare Wert ist besonders für diese Messfunktion sehr vom Objektkontrast abhängig. Das geht auch aus der Formel hervor. Auflösungen von Pixel/10 bis Pixel/20 sind aber ohne weiteres nachweisbar.

Egal ob manuelle Messung oder Messung mittels Grauwertverarbeitung, COMEF ist das ideale Werkzeug zur hochgenauen Vermessung digitaler Bilder.

Bilddokumentation und maßgeschneiderte Messprotokolle

Messungen sollen im Allgemeinen dokumentiert werden.

COMEF bietet komfortable Möglichkeiten zur Bildbeschriftung mit Messmarkierungen, Messdaten und Texten.

Ein wesentlicher Bestandteil von COMEF sind die frei konfigurierbaren Messprotokolle. Sie ermöglichen es, auf sehr einfache Weise für verschiedene Messaufgaben speziell angepasste Protokollvorlagen anzufertigen. Die Messwerte sind aber auch als ASCII-File zu speichern, wodurch eine Schnittstelle zu anderen Anwendungen gegeben ist

Automatisierung von Messabläufen

Die OEG GmbH ist auf die Automatisierung von Messabläufen spezialisiert und liefert Lösungen vom einfachen interaktiven Schrittmotorinterface bis zum vollautomatischen Messmikroskop. Wer eine Komplettlösung aus Optik, Bildverarbeitung, Schrittmotorsteuerung und Positioniersystem aus einer Hand sucht, ist bei OEG genau an der richtigen Adresse.

COMEF - einfach messen

OEG GmbH

Wildbahn 8b, D-15236 Frankfurt
 Tel.: +49 335 5213894
 Fax: +49 335 5213896
 eMail: OEG-GmbH @t-online.de
 Internet: www.oeg-messtechnik.de

Händler

Video-Messsysteme
 Motorsteuerung
 Optik
 Positioniersysteme
 Optische Messgeräte