

Applikationsbericht 12

Kontaktwinkelbestimmung durch verschiedene Methoden der Konturauswertung

Fragestellung

Der Kontaktwinkel eines Tropfens auf einer Festkörperoberfläche ist eine häufige Anwendung zur Bestimmung der Oberflächenenergie. Die Ermittlung des Kontaktwinkels kann dabei mit verschiedenen Methoden durchgeführt werden. Mit der DataPhysics SCA 20 Software stehen dem Benutzer 4 verschiedene Auswertemethoden zur Verfügung:

- 1.) Circle-Fitting (Auswertung der Kontur durch einen anliegenden Kreis)
- 2.) Ellipse-Fitting (Auswertung der Kontur durch eine anliegende Ellipse)
- 3.) Tangent-Fitting (Auswertung der Kontur zu einer anliegenden Tangente)
- 4.) Young-Laplace (Auswertung nach dem Young-Laplace'schen Algorithmus)

Je nach Kontaktwinkel kann eine der Methoden keinen realistischen Kontaktwinkel mehr ermitteln, da der Algorithmus der hinter der Berechnung steht, nicht mehr in Übereinstimmung mit der Kontur gebracht werden kann. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man z. B. bedenkt, daß größere Tropfen sich aufgrund ihrer zunehmenden Gewichtskraft stärker abplatten. Eine Auswertung mit der Kreiskontur muß dann zwangsläufig zu Fehlern führen.

Der Bericht soll Anwendungsbeispiele der einzelnen Methoden zeigen und die Grenzen der verschiedenen Auswerteverfahren ermitteln.

Methode

Mit den optischen Kontaktwinkelmeßgeräten, DataPhysics OCA xx wurden Standards von verschiedenen Tropfenkonturen gemessen und als Bild (.bmp) gespeichert. Die Kamera und der Standard wurden verzerrungsfrei justiert. Der Kontaktwinkel wurde von jeder Tropfenkontur mit allen vier Methoden ermittelt. Die Basis- und Konturlinien wurden bei jeder Methode beibehalten. Es wurden 5 verschiedene Kontaktwinkelstandards benutzt. Die Standards

besaßen dabei folgende Kontaktwinkel: 60°; 30°; 15°; 120°; 170°

Ergebnisse

Die Tabellen 1-5 zeigen die Auswertung der Standards. Die Fehler sind Angaben in Prozent zur abweichenden idealen Kontur.

Tab. 1: mittl. Kontaktwinkel des 60° Standards

Methode	Kontaktwinkel [°]	Fehler [pixel]
Ellipse	60,0	0,64
Kreis	60,0	0,99
Tangente	60,0	NA
Young-Laplace	59,7	0,22

Tab. 2: mittl. Kontaktwinkel des 30° Standards

Methode	Kontaktwinkel [°]	Fehler [pixel]
Ellipse	30,0	0,65
Kreis	29,8	1,02
Tangente	26,4	NA
Young-Laplace	29,9	0,16

Tab. 3: mittl. Kontaktwinkel des 15° Standards

Methode	Kontaktwinkel [°]	Fehler [pixel]
Ellipse	15,8	1,66
Kreis	15,0	1,19
Tangente	13,7	NA
Young-Laplace	15,0	0,24

Tab. 4: mittl. Kontaktwinkel des 120° Standards

Methode	Kontaktwinkel [°]	Fehler [pixel]
Ellipse	113,5	11,11
Kreis	97,9	146,71
Tangente	117,9	NA
Young-Laplace	119,6	0,29

Tab. 5: mittl. Kontaktwinkel des 170° Standards

Methode	Kontaktwinkel [°]	Fehler [pixel]
Ellipse	142,1	48,44
Kreis	125,7	173,82
Tangente	155,1	NA
Young-Laplace	170,9	0,32

Die Ergebnisse zeigen, daß bei einem Kontaktwinkel von 60° alle Auswertemethoden sehr gute Werte liefern. Bei 30° weicht die Tangenten-Methode schon deutlich von den anderen Methoden ab (-3,6°). Unterhalb von 30° wird zudem die Ellipsen-Methode zunehmend ungenau, da es gerade am Randbereich zu einer fehlerhaften Konturerkennung der Approximation kommt, da die Kontur keiner Ellipsen-Form mehr gleicht (s. Abb. 1). Oberhalb von 60° werden die Werte für die Kreis-Methode durch das Abplatten der Tropfen immer ungenauer. Auch die Ellipsen-Methode hat oberhalb von 90° eine zu hohe Abweichung vom Standardwert (s. 120°).

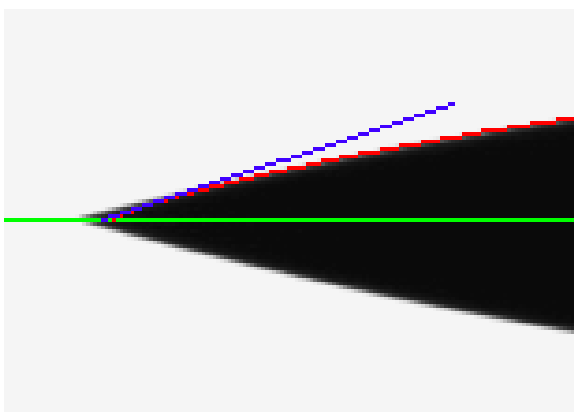


Abb. 1: Tropfenkontur des Standards 15° mit Auswertungshilfslinien (CA = 15,7°)

Bei sehr großen Kontaktwinkeln (>150°) konnte keine Methode die Young-Laplace-Methode ersetzen.

Es zeigte sich, daß die Young-Laplace-Methode bei allen Kontaktwinkeln die genaueste Lösung bietet. Das wirft die Frage auf warum man nicht immer mit dieser Methode arbeitet? Die Antwort darauf liegt in der Kontaktwinkelberechnung bei dynamischen Vorgängen.

Wenn man dynamische Kontaktwinkel berechnet mit bis zu 50 Bildern pro Sekunde nimmt die Berechnung des Kontaktwinkels nach Young-Laplace eine lange Berechnungszeit in Anspruch. Zu Beginn werden die Bilder zwar noch in den Hauptspeicher geschrieben, aber während der weiteren Berechnung können beim Erreichen der Speichergrenze keine Bilder mehr aufgezeichnet werden. Man erhält somit nur jedes 5. oder 6. Bild als Ergebnis. Ebenso verhält es sich bei der Auswertung aufgezeichneter Filmdateien (.flm).

Die Algorithmen der anderen Berechnungen hingegen laufen so schnell ab, daß der Puffer nicht überläuft und man alle Bilder auswerten kann. Es empfiehlt sich deshalb bei Kontaktwinkeln unter 30° die Kreis-Methode zur Berechnung der Kontaktwinkel anzuwenden. Zwischen 30 und 100° stellt die Ellipsen-Methode eine sehr gute Approximation zur Tropfenkontur dar. Über 100° sollte die Auswertung jedoch nur noch mit der Tangenten-Methode durchgeführt werden. Extreme Kontaktwinkel oberhalb 150° neigen im Allgemeinen nicht zum Spreiten oder anderen dynamischen Vorgängen. Die Kontaktwinkel sind deshalb statisch mit der Young-Laplace-Methode auszuwerten.

Zusammenfassung

Bei statischen Auswertungen der Kontaktwinkel kann mit der Young-Laplace-Methode für alle Winkel ein sehr gutes Ergebnis erzielt werden. Für dynamische Auswertungen muß man auf eine Methode ausweichen, die für einen bestimmten Winkelbereich optimiert ist.