



Dynamische Bildanalyse: Einstellungen optimieren und bis zu 5 x schneller messen

Einleitung

Die dynamische Bildanalyse mit dem CAMSIZER 3D ist eine innovative und effiziente Methode zur Partikelgrößen- und Partikelformanalyse in Echtzeit. Trotz der Leichtigkeit der Anwendung und der Schnelligkeit, mit der Ergebnisse erzielt werden können, gibt es bei der Erarbeitung der Messbedingungen mehrere wichtige Aspekte zu beachten, um den Routinebetrieb möglichst effizient zu gestalten. In diesem Beispiel zeigen wir, wie man die Dauer einer Analyse um den Faktor 5 verkürzen kann, ohne die Qualität der Ergebnisse zu beeinträchtigen.

Aufgabenstellung

Analysiert wurden zwei Proben Kalkstein-Pellets, die in der Trinkwasseraufbereitung entstehen (Schnellentkarbonisierung). Je Probe lagen ca. 450 g Material vor, die mit dem CAMSIZER 3D hinsichtlich Größenverteilung und Partikelform analysiert werden sollten. Bei der Applikationserarbeitung konnten die Messbedingungen derart optimiert werden, dass eine Verringerung der benötigten Messzeit von 15 Minuten auf 3 Minuten realisiert wurde. Dadurch lassen sich im Routinebetrieb deutlich höherer Probendurchsatz erzielen und eine lückenlose Qualitätskontrolle realisieren. Die hier beschriebene Vorgehensweise lässt sich sinngemäß auf andere Applikationen und Partikelmessgeräte der CAMSIZER Serie übertragen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse jeweils als kumulierte volumenbezogene Größenverteilung Q_3 dargestellt. Es handelt sich jeweils um die Messung basierend auf der dreidimensionalen Partikeldicke „xThickness“.

Erster Versuch

Zunächst wurde die komplette Menge von Probe 1 unter Verwendung der empfohlenen Standardeinstellungen mit dem CAMSIZER 3D analysiert. Ein wichtiger Parameter bei der dynamischen Bildanalyse ist die Zufuhrgeschwindigkeit der Probe in die Mess-Zone. Dies geschieht über eine vibrierende Förderrinne, die während der Messung ihre Amplitude kontinuierlich anpasst, um eine möglichst gleichbleibende Belegung der Bilder mit Partikeln („Abschattung“) zu erzielen. Ist diese Abschattung zu hoch, können Partikel sich auf dem Bild überlagern und zu Fehlmessungen führen. Ist die Abschattung gering, ist die Gefahr von Überlagerungen sehr klein, die Messung dauert aber auch länger, da die Probe langsamer gefördert werden muss. In den Messeinstellungen legt der Anwender einen Zielwert für die Abschattung fest, den die Rinne dann versucht, durch Anpassung der Fördergeschwindigkeit konstant zu halten. Die empfohlene Abschattung für den CAMSIZER 3D beträgt 0,5 % (d. h. im Mittel sollen 0,5 % der Bildfläche von Partikelprojektionen eingenommen werden). Dies erfüllt erfahrungsgemäß sehr gut die beiden Anforderungen „keine Überlagerungen“ und „kurze Messzeit“. Eine weitere Option ist die Breite der verwendeten Förderrinne. Beim speziellen Fall der 3D Messung wird jedes Partikel im Fallen mehrmals aufgenommen. Durch die Rotation des Partikels ergeben sich viele verschiedene Ansichten und somit eine Aussage über die dreidimensionale Gestalt (Länge, Breite, Dicke). Je breiter die Rinne (und somit der analysierte Partikelstrom), desto schmaler ist das Bildfeld und desto größer die erreichbare Bildaufnahmerate. Somit ergeben sich bei schmalerer Rinne mehr Projektionen pro Partikel und somit eine genauere Messung, allerdings zum Preis einer verlängerten Messzeit.



Abb. 1: Kalksteinpellets während der Messung mit dem CAMSIZER 3D.

Das Diagramm zeigt das Ergebnis der Messung von 450 g Kalkpellets mit 0,5 % Abschattung auf einer 40 mm Rinne. Die Messzeit betrug dabei 15 min 41 s.

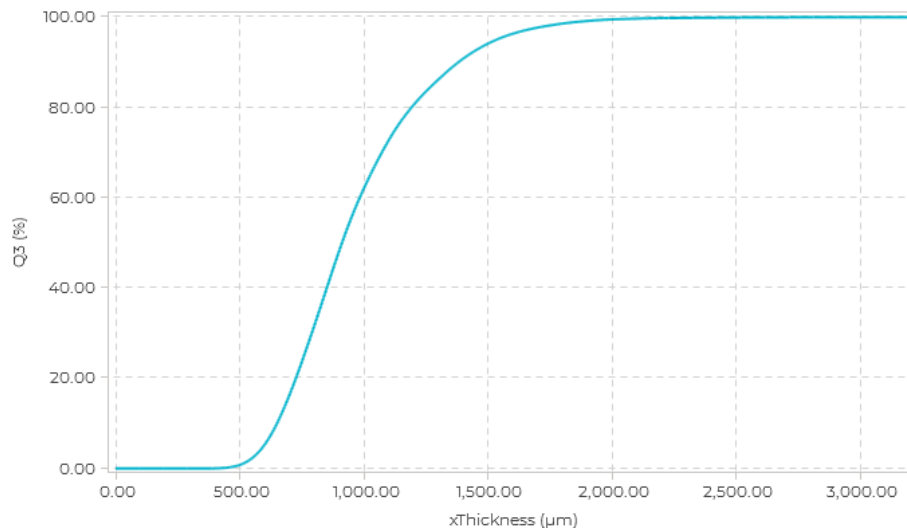


Abb. 2: Messergebnis Kalksteinpellets, die Größenverteilung liegt bei 500 µm – 2000 µm.

Rinnenbreite

Im nächsten Schritt wurde die 40 mm Rinne durch eine 60 mm Rinne ersetzt. Dadurch werden zwar weniger Bilder pro Partikel aufgenommen, aber die Messzeit verkürzt sich bei einer Abschattung von immer noch 0,5 % auf 12 min 13 s. Das Ergebnis ist identisch mit dem auf der schmalen Rinne. Die 60 mm Rinne ist für diese Anwendung also nutzbar!

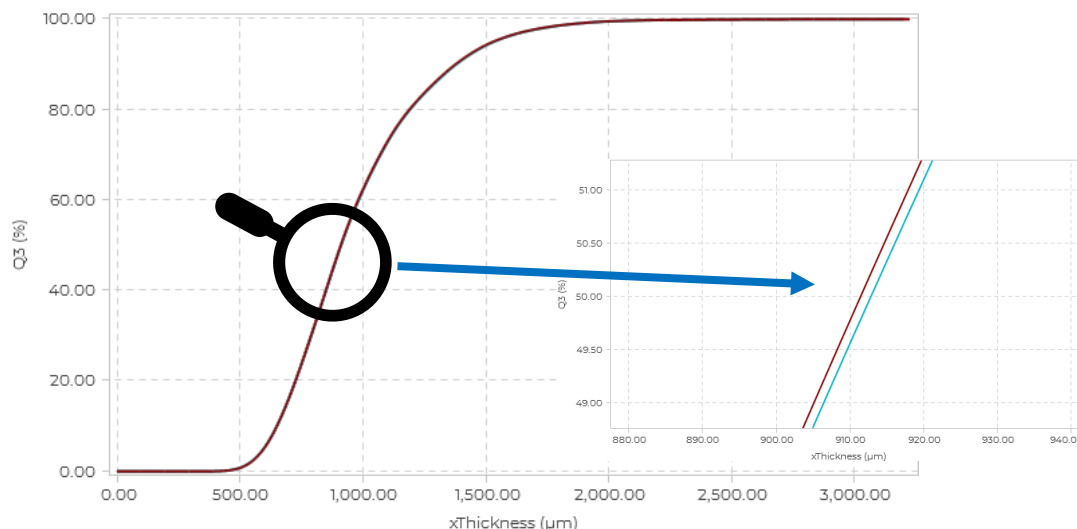


Abb. 3: Messergebnis Kalksteinpellets mit auf 40 mm Rinne (türkis) und auf 60 mm Rinne (braun). Die Kurven sind nahezu deckungsgleich.

Abschattung

Zur weiteren Optimierung der Messgeschwindigkeit wurde die nominelle Abschattung von 0,5 % auf 1 % erhöht. Dadurch fördert die Rinne die Probe schneller, da mehr Partikel auf dem Bild zulässig sind. Die Messgeschwindigkeit verringert sich dadurch auf 6 min 18 s. Die Größenverteilung ist immer noch identisch mit den beiden zuvor gemessenen. Eine Abschattung von 1 % ist für diese Probe also anwendbar!

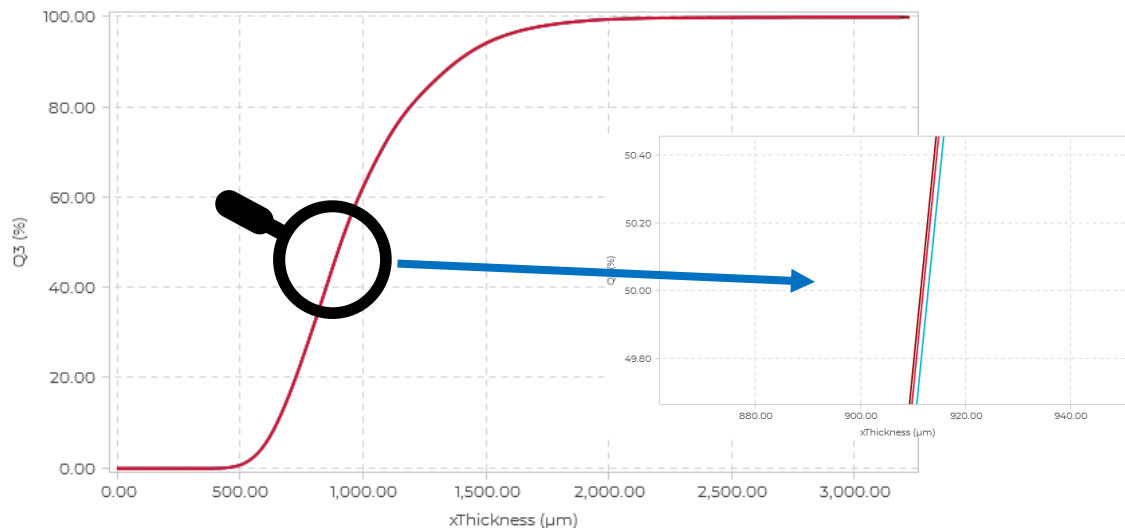


Abb. 4: Messergebnis Kalksteinpellets mit auf 40 mm Rinne (türkis) und auf 60 mm Rinne (braun) und mit 1 % Abschattung (rot). Die Kurven sind nahezu deckungsgleich.

Probenteilung

Schließlich sollte geprüft werden, ob die Menge von 450 g wirklich benötigt wird, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen. Mit einem einfachen Riffelteiler wurde die Probenmenge schrittweise auf 1/2, 1/4, 1/8, und 1/16 der Ausgangsmenge reduziert. Die Ergebnisse sind in der Abbildung dargestellt. Die Verteilungen sind bis 1/4 der Ausgangsmenge sehr konsistent, erst bei geringeren Probenmengen von 1/8 bzw. 1/16 kommt es zu signifikanten Abweichungen. Bei der halben Probenmenge dauert die Analyse 3 min 13 s, was eine „normale“ Messzeit für dynamische Bildanalyse ist. Die Empfehlung wäre hier, die halbe Probenmenge zu messen, denn die Messzeit von 3 min 13 s mit einem Teilungsschritt ist gut handhabbar und man ist mit der Menge auf jeden Fall sicher, ein gutes Ergebnis zu erzielen. Die Tabelle zeigt die Perzentile bei 10%, 50% und 90 % für die verschiedenen Probenmengen.

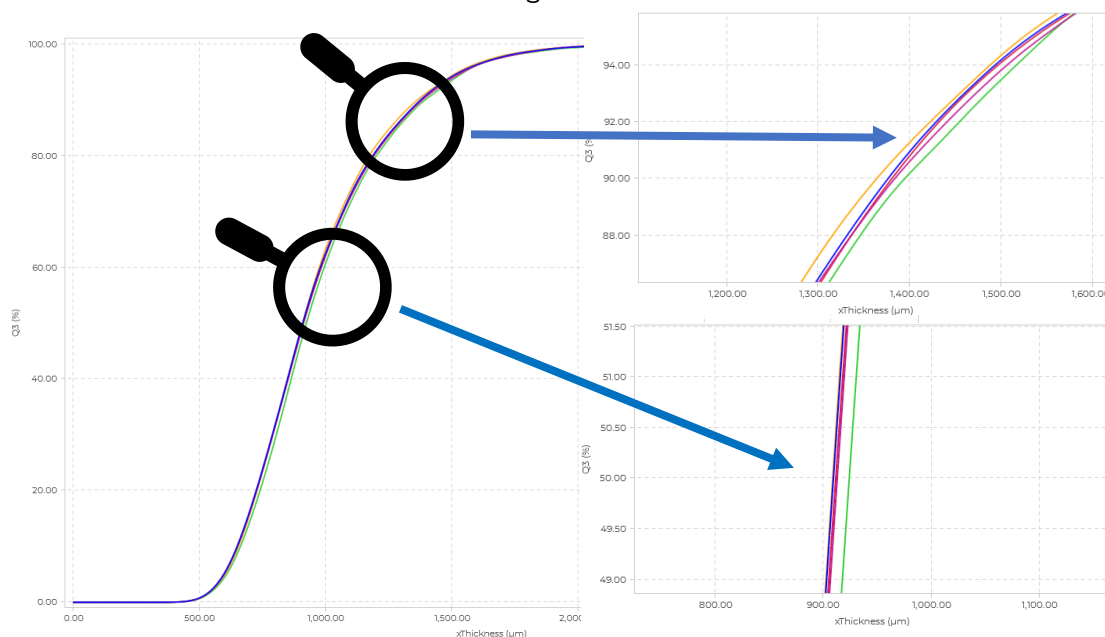


Abb. 5: Messergebnis Kalksteinpellets gesamte Probe (rot), 1/2 Menge (blau), 1/4 Menge (violett), 1/8 Menge (orange) und 1/16 Menge (grün).

Rinne	40 mm	60 mm	60 mm	60 mm	60 mm	60 mm	60 mm
Abschattung	0,5 %	0,5%	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Teilprobe	Gesamt	Gesamt	Gesamt	1/2	1/4	1/8	1/16
D10 [μm]	651	651	651	650	652	655	663
D50 [μm]	913	912	912	909	913	909	924
D90 [μm]	1382	1378	1381	1377	1384	1365	1395

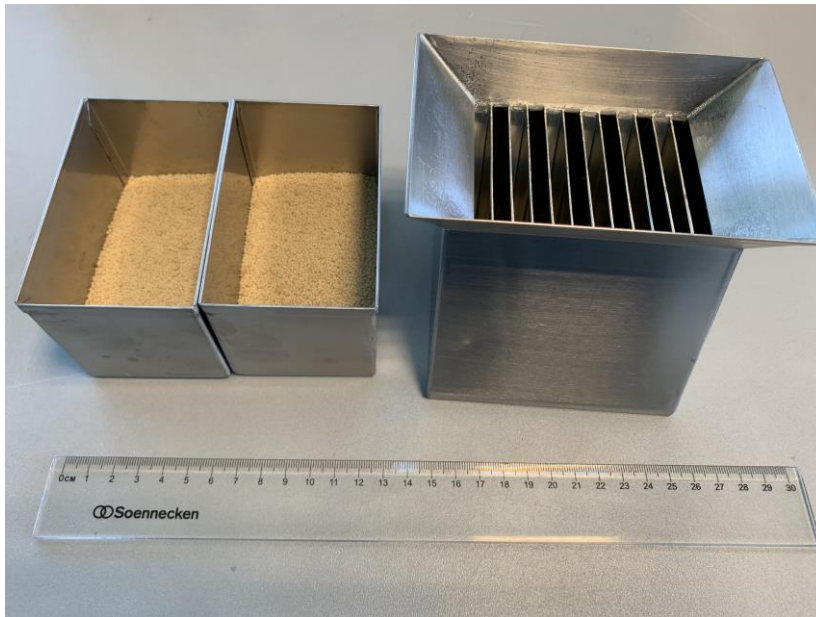


Abb. 6: Geteilte Probe im Riffelteiler

Wiederholbarkeit

Mit einer weiteren Probe Kalksteinpellets (Probe 2) wurde mit identischen Messeinstellungen (60 mm Rinne, 1 % Abschattung und halbe Probenmenge) fünf Wiederholungsmessungen durchgeführt. Die Abbildung und die Tabelle zeigen die exzellente Reproduzierbarkeit der Messungen. Im Vergleich dazu ist eine Messung mit wahlloser Probennahme dargestellt, die im Median um etwa 6 μm und im d90 um etwa 25 μm abweicht. Der Probenteilungsfehler ist in diesem Fall klein, aber nachweisbar!

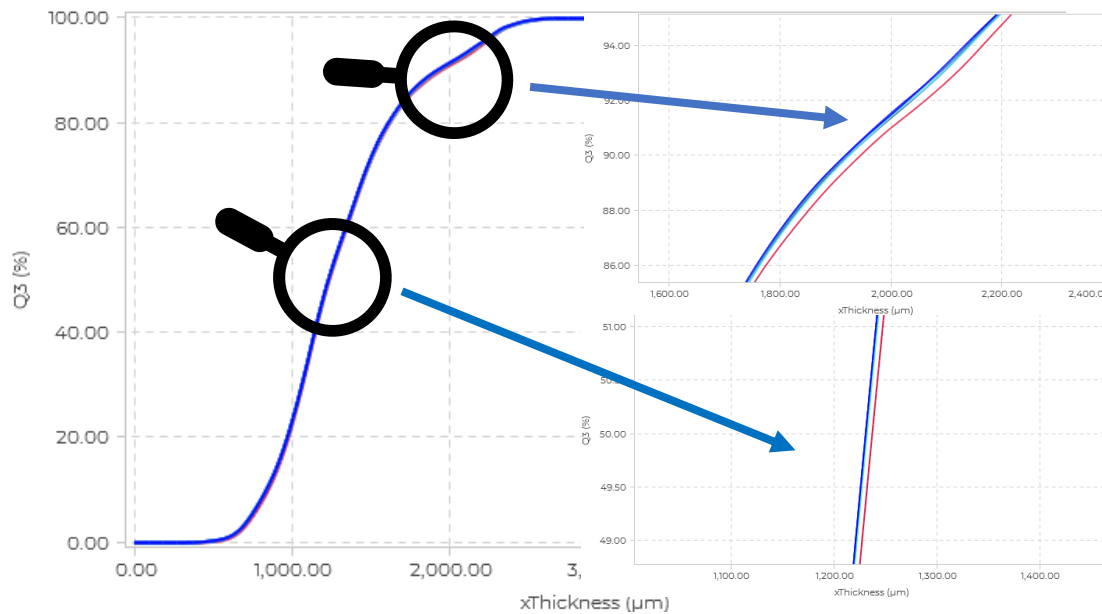


Abb. 7: Messergebnis Kalksteinpellets Probe 2, Teilproben 1-5 (blau) werden perfekt wiederholbar gemessen. Eine wahllose Probenahme führt (trotz gleicher Menge) zu leicht unterschiedlichen Ergebnissen. .

Teilprobe	#1	#2	#3	#4	#5	Wahllos
D10 [μm]	837	836	837	837	836	851
D50 [μm]	1332	1231	1232	1231	1231	1237
D90 [μm]	1924	1918	1926	1919	1919	1945

Optimale Messeinstellungen gefunden?

Für die betrachteten Rahmenbedingungen haben wir eine robuste Methode zur Messung der Kalksteinpellets erstellt. Die Qualität dieser Methode ist aber auch von den gemessenen Parametern abhängig. Schaut man sich die Form an, so stellt man fest, dass das Breiten- zu Längenverhältnis bei der Messung auf mit 0,5 % Abschattung etwas anders ist als bei denen mit 1 % Abschattung. Dies liegt daran, dass die Längenmessung anfälliger für Überlagerungen ist als die Dickenmessung. Wenn zwei ähnlich große Partikel sich auf dem Bild berühren, werden sie mit doppelter Länge gemessen, während die Dickenmessung davon nahezu unverändert bleibt. Für genaue Längen- oder Formmessung sollte daher eine langsamere Messung in Betracht gezogen werden. Der Messfehler ist jedoch immer noch klein und konstant, sodass bei gleichbleibenden Messeinstellungen konsistente Aussagen über die Partikelform in jedem Fall möglich sind.

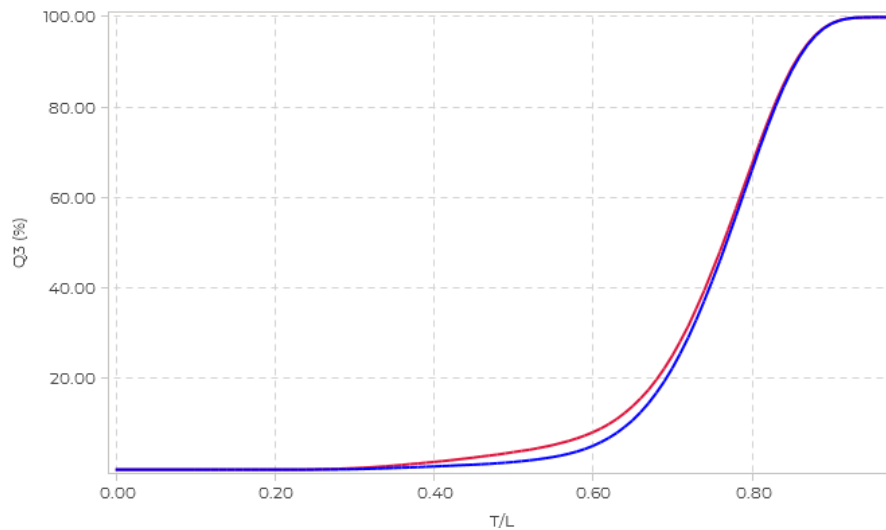


Abb. 8: Messergebnis Kalksteinpellets, Formverteilung Dicke / Länge. Messung mit 0,5 % Abschattung (blau) liefert leicht höhere Werte für das Aspektverhältnis als die Messung bei 1 % Abschattung (rot).

Zusammenfassung

Dieses Beispiel dient als allgemeine Richtlinie für das Vorgehen bei der Applikationserarbeitung. Bei anderen Geräten müssen eventuell andere Parameter berücksichtigt werden, die Einfluss auf das Messergebnis haben, z. B. Druckluft beim CAMSIZER X2, oder Pumpgeschwindigkeit bei Nassmessungen. Die optimalen Einstellungen hängen immer von der Beschaffenheit des Materials, der Größe und Verteilungsbreite, sowie von den betrachteten Messgrößen ab. Die MICROTRAC Anwendungstechnik unterstützt Sie gerne dabei, für Ihre Anforderung die beste Lösung zu finden.

Kontakt

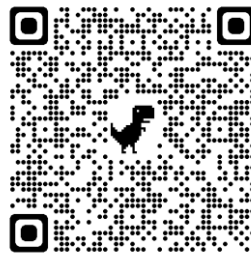
Microtrac Retsch GmbH

Retsch Allee 1-5
42781 Haan
Germany

info@microtrac.com

www.microtrac.com

Mehr zum CAMSIZER 3D und dynamischer Bildanalyse: Code scannen oder klicken.



Prospekt downloaden: Code scannen oder klicken:

