

Kalibrierung von Optischen Streulicht Partikelzählern für Reinraumlufte gemäß ISO 21501-4

Als grundlegende Maßnahmen verlangt ISO 21501-4, in einem zeitlichen Mindestabstand von zwölf Monaten, die Größenkalibrierung (size calibration) mit eventueller Justierung.

Obligatorisch ist die nachfolgende Verifikation des korrespondierenden Fehlers (size error) mit Bestimmung der Größenaufösung (size resolution).

Auch sind die Zählereffizienz (counting efficiency) zuzüglich Genauigkeit des Probedurchflusses (sampling volume uncertainty) zu dokumentieren.

Die Kalibrierung der Größenkanäle basiert auf der Verwendung von Monodispersen Latex Partikeln (PSL Partikeln) mit bekanntem Mittelwert und bekannter Verteilung.

Diese Partikel werden in den Partikelzähler (OPC) eingespeist, während gleichzeitig die Antwortsignale an der detektierenden Photodiode aufgezeichnet werden.

Die Signalanalyse erfolgt mit einem Puls Höhen Analysator (PHA), der entweder extern aufgeschaltet, oder sogar in den Partikelzähler integriert ist. Die internen Verstärker des OPC sind in jedem Größenkanal so zu justieren, dass eine symmetrische PHA Verteilung vorliegt. Damit ist der OPC grundsätzlich auf die Partikel – Größenkanäle justiert.

Um diese Kanal Grundeinstellungen zu verifizieren, werden erneut die PSL Partikel des Justiervorganges (Partikelgröße in μm : x_r) eingespeist. Der PHA ordnet erneut den Schwerpunkt der Partikelverteilung einer Größe x_s (auch in μm) zu.

Die Verifizierung wird quantitativ mit dem prozentualen Größenfehler (size error) ϵ

$$\epsilon(\%) = \frac{x_s - x_r}{x_r} \times 100$$

dargestellt.

ϵ soll eine $\pm 10\%$ Abweichung nicht überschreiten.

Nachfolgend bedarf es einer Analyse, inwieweit Optik und Elektronik des OPC die ursprüngliche Verteilung des Monodispersen Latex Standards verändert. Dazu wird die zertifizierte Standardverteilung des PSL Standards σ_p (Größe der Partikel in μm : x_p) mit der Standardverteilung am Gerätedetektor verglichen. Diese apparative Standardverteilung σ ist gegenüber σ_p verbreitert und kann ebenfalls den PHA Informationen entnommen werden.

Ein prozentuales Maß für die Verbreiterung stellt die Größenaufösung (size resolution) R dar.

$$R(\%) = \frac{\sqrt{\sigma^2 - \sigma_p^2}}{x_p} \times 100$$

Je präziser ein OPC die vorgegebenen PSL Standards in seinen kalibrierten Partikelkanälen abbildet, desto kleiner wird R sein. R soll maximal 15 % betragen.

Ein weiterer, apparativ durchaus aufwendiger, Kalibrierbestandteil ist die Bestimmung der Zähleffizienz. In diesem Test wird der kleinste Zählerkanal - zuzüglich eines Zweitkanales - den Zählergebnissen eines Referenzgerätes gegenübergestellt. Während der Zweitkanal um einen Faktor 1,5 bis 2 oberhalb des kleinsten Gerätekanals liegen soll, muss das Referenzgerät in beiden Kanälen eine dokumentierte Zähleffizienz von 100% aufweisen. Die Zählergebnisse C_1 des Prüflings werden simultan, in einem Parallelbetrieb, den Zählergebnissen des Referenzgerätes C_0 gegenübergestellt. Die Zähleffizienz η ist definiert durch das Verhältnis von C_1 zu C_0

$$\eta (\%) = \frac{C_1}{C_0} \times 100$$

Im Idealfall liegt η bei 100%; soll gemäß ISO Norm im kleinsten Kanal (50 ± 20)% und im Zweitkanal (100 ± 10)% betragen.

Vergleichsweise einfach gestaltet sich die Überprüfung des Probendurchflusses (sampling volume uncertainty). Der tatsächliche Durchfluss durch den OPC wird mit der Anzeige eines, rückführbar kalibrierten, Durchflussmessers verglichen. Der festgestellte OPC Durchfluss soll nicht mehr als $\pm 5\%$ vom spezifizierten Wert des Datenblattes abweichen.

Obwohl hiermit die Vorgaben der ISO 21501-4 abgearbeitet wären, können weitere Prüfschritte bei der Gerätekalibrierung sinnvoll sein. An prominenter Stelle wäre hier die Bestimmung der Nullzählrate zu nennen. Dieser Test sollte aus Sicht des Praktikers eigentlich bei Beginn jeglicher Kalibriertätigkeit vorgenommen werden, ist er doch ein wichtiger Hinweis auf Verschmutzungen der Geräteoptik.