

Einfluss von Eingangsportadaptern auf die Kalibrierung von **Ulbrichtkugeln**

Eine Ulbrichtkugel ist ein Gerät, das Licht durch seinen Eingangsport sammelt und anschließend durch mehrfache Reflexionen eine homogene Leistungsdichte über seine innere Oberfläche erzeugt. Ulbrichtkugeln werden aus Materialien mit einer hohen Reflektivität erzeugt, um eine größtmögliche Anzahl von internen Reflexionen und daher bestmögliche Homogenität zu gewährleisten. Trotzdem verliert eine Ulbrichtkugel optische Leistung durch Lichtaustritt an den Eingangs- und Ausgangsports sowie durch Absorption auf der Kugeloberfläche. Im Gleichgewicht ist die Verlustleistung gleich die eingestrahelte Leistung. Da die innere Oberfläche wenig Absorption aufweist (hohe Reflektivität) ist die Leistungsdichte innerhalb der Kugel höher als die Leistungsdichte des eingestrahelten Lichts. Dieses Verhältnis ist der Kugelfaktor "K".

Theoretisch ist dieser Faktor gegeben durch

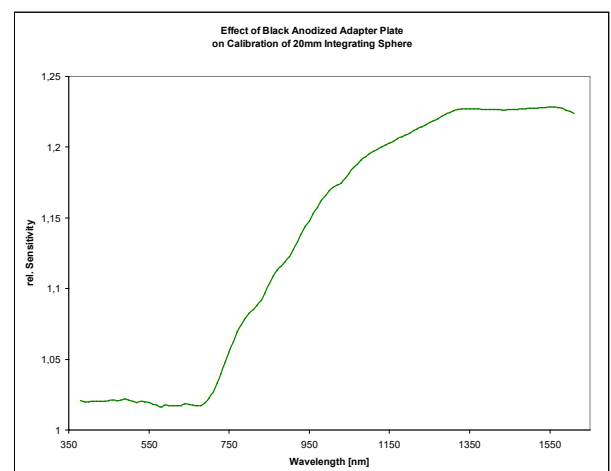
$$K = \rho / [1 - \rho(1 - a)],$$

wobei "ρ" die Reflektivität der Innenfläche und "a" das Verhältnis der Gesamtfläche der Eingangs- und Ausgangsports zu der Innenfläche der Kugel darstellen. Da "ρ" ein Wert nahe 1 besitzt, hat das Verhältnis "a" einen empfindlichen Einfluss auf den K-Wert.

Betrachten wir den Fall einer schwarz eloxierten Platte als Abdeckung für den Eingangsport einer 100mm Ulbrichtkugel mit 25mm Eingangsport. Das Verhältnis "a" einschließlich Ausgangsports beträgt in etwa 1,6%, was zu einem K-Wert von ca. 27 führt. Die schwarze Platte kann bis ca. 30% im NIR-Bereich zurückreflektieren [Marschall, et al; SPIE 2014].

Eine solche Platte über den Eingangsport zu platzieren ist daher äquivalent zu einer Reduzierung der Fläche des Eingangsports auf 70% des geometrischen Werts. In diesem Fall wäre das etwa 21mm, was einen K-Wert von ca. 31 ergibt. Das heißt, dass die Kalibrierung der Ulbrichtkugel nun um ca. 15% verändert wird. Dieser Effekt ist in der folgenden Grafik dargestellt.

Hier sind die Messergebnisse von einer 20mm Ulbrichtkugel aufgetragen. Beachten Sie, dass die Beeinflussung im sichtbaren Bereich gering ist. Erst im NIR-Bereich erscheint das schwarz eloxierte Aluminium im Wesentlichen metallisch.



Artifex Engineering hat dieses Problem mit einem Design gelöst, das so wenig Licht zurück in die Kugel wirft, dass der Kalibrierwert um weniger als 1% beeinflusst wird. Die Messergebnisse dazu sind in der folgenden Grafik dargestellt. Beachten Sie dabei die Skalenänderung gegenüber der vorherigen Grafik.

