

Partikelkontamination in Reinräumen erkennen und kontrollieren

Wer Partikel in Reinräumen kontrolliert, kennt die ISO 14644. Der bekannteste Teil ist die ISO 14644-1, welcher für die Klassifizierung relevant ist. Weit weniger bekannt ist der Teil -9, welcher sich mit Partikeln auf Oberflächen befasst. Es geht um die Oberflächen von Wänden, Decken, Fußböden, Arbeitsbereichen, Werkzeugen und Produkten. Unterteilt wird in acht SCP-Klassen (*surface cleanliness by particle concentration*).

Mit dem PartSens 4.0 können Partikel ab ca. 2 µm gemessen und damit die SCP-Klassen 4 – 8 geprüft werden. Bei einem Zulieferer der Halbleiterindustrie wurden in einem Reinraum, der gemäß ISO 14644-1 die Klasse 7 erfüllt, Untersuchungen zur Sauberkeit von Oberflächen durchgeführt.

Im ersten Versuch wurde der Fußboden beprobt. Messstelle 1 befand sich unmittelbar vor einem Arbeitsplatz, an dem Bauteile vermessen werden (im Weiteren Mess-Arbeitsplatz genannt). Messstelle 2 befand sich direkt vor dem Eingang zur Materialschleuse. Mittels eines adhäsiven Pads (sog. TapeLift Pad) wurde an beiden Stellen eine Probe genommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 1 zu sehen und entspricht der Erwartungshaltung. Auf dem Boden vor der Schleuse finden sich mehr und größere Partikel. Im Vergleich zu den erlaubten Grenzwerten erfüllt der Mess-Arbeitsplatz die SCP-Klasse 6 und der Bereich vor der Schleuse die SCP-Klasse 7.

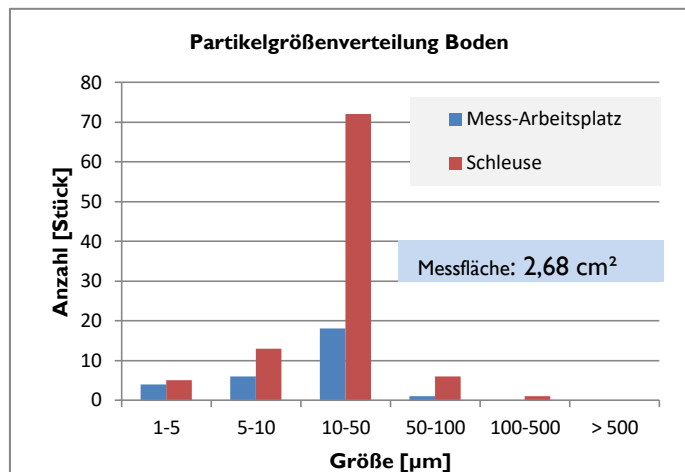


Abbildung 1: Partikel auf dem Fußboden im Reinraum; Verteilung gemäß ISO 14644-9

Als nächstes wurden die Arbeitsflächen untersucht. Es handelt sich um gebürstete Edelstahlische der Firma Sailer. Diese wurden vom Kunden ausgewählt, weil sie sich durch eine sehr geringe Rauigkeit ($R_a < 0,2 \mu\text{m}$) auszeichnen und sich dadurch hervorragend reinigen lassen. Gebürstete Edelstahloberflächen, wie die Friedrich Sailer GmbH sie einsetzt, sind hinsichtlich der Oberflächenrauigkeit nahezu vergleichbar mit elektropolierten Edelstahlfächen. Geschliffenen Edelstahl-Materialien sind diese Oberflächen hinsichtlich der Oberflächenrauigkeit und damit der Reinigbarkeit deutlich überlegen. Aufgrund der hohen Oberflächengüte der Sailer Edelstahlische ist eine direkte Messung ohne Abklatsch mit dem PartSens 4.0 möglich. Minimale Strukturen der Oberfläche können mittels „Riefenmodus“ vom PartSens 4.0 effektiv unterdrückt werden.

Auf einem häufig benutzten Arbeitstisch wurden an zehn verschiedenen Stellen Messungen durchgeführt. Anschließend wurde der Tisch gereinigt und erneut zehnmal an ähnlichen Stellen gemessen. Mit einer Ausnahme ist bei allen zehn Messungen ein Reinigungseffekt sichtbar. Zu sehen sind die Messwerte vor und nach der Reinigung in Abbildung 2. Da die Reinigung sehr gründlich erfolgt ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Zählrate nach der Reinigung der Nullzählrate entspricht. Für die gewählten Messparameter¹ ergab sich eine Nullzählrate von 145 ± 36 Partikel pro Messung.

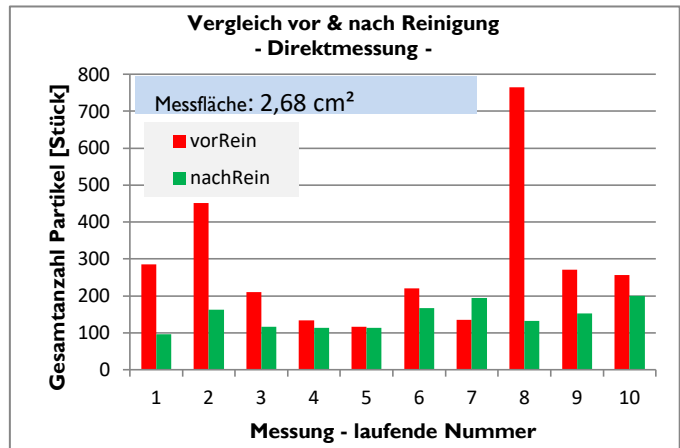


Abbildung 2: Reinigungsversuche mittels Serienmessung

Weiterhin wurde die Nullzählrate für jeden einzelnen Messkanal bestimmt. Damit wurde es möglich, die Messungen „vor der Reinigung“ um die Nullzählrate zu korrigieren. Somit ist der Vergleich mit den Grenzwerten aus ISO 14644-9 möglich. Im vorliegenden Fall konnte eine SCP-Klasse 7 nachgewiesen werden. Der graphische Vergleich der Messwerte mit den Grenzwerten der ISO ist in Abbildung 3 zu sehen. Die Messwerte im Bereich 1-5 µm sind kritisch zu betrachten, da es sich hier um den absoluten Grenzbereich des Messgeräts handelt.

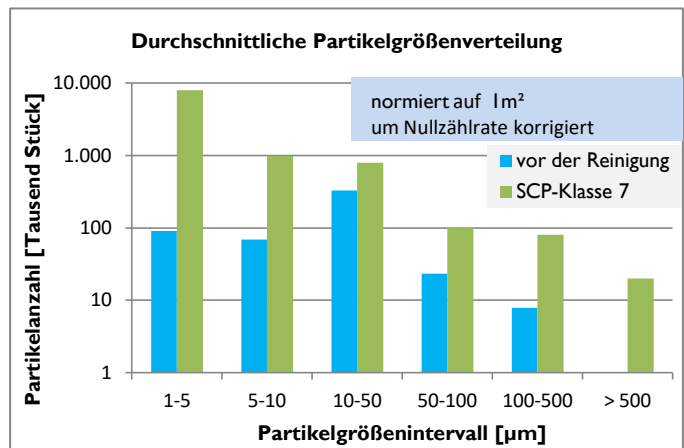


Abbildung 3: Überprüfter Arbeitsplatz entspricht SCP-Klasse 7

Da bekannt ist, dass der Mensch eine der Hauptquellen für Partikel im Reinraum ist, wurde vor Verlassen des Reinraums der Reinraumanzug beprobt. Dazu wurde an fünf Stellen mithilfe eines TapeLift Pads eine Probe genommen. Bei den Stellen handelt es sich um Brust, Oberarm, Handinnenfläche, Wange und Oberschenkel. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt. Über 90% der Partikel sind kleiner als 50 µm und nichtmetallisch. Aufgrund der Häufigkeit und Partikelform handelt es sich hierbei vermutlich um Hautschuppen. Weiterhin wurden einige kleinere, metallisch glänzende Partikel sowie zwei Fasern gefunden. Besonders auffällig war darüber hinaus ein großer metallisch glänzender Partikel im Bereich 600 bis 1.000 µm, welcher rechts in Abbildung 4 zu sehen ist.

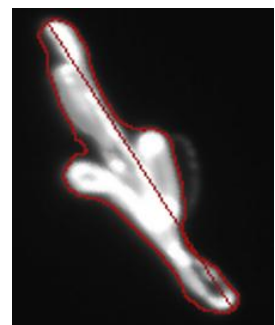


Abbildung 4: Metallisch glänzender Partikel; Feret_max: 728 µm

¹ Dunkelfeld: 20 ms | Hellfeld: 20 ms | Riefenmodus: horizontal | Schwellwert: 5 | Min. Größe: 1µm

	Ergebnis		
	Gesamt	Metall	Faser
< 5	105	0	0
5-15	174	0	0
15-25	386	0	0
25-50	596	44	0
50-100	83	8	0
100-150	16	2	0
150-200	5	0	0
200-400	4	1	0
400-600	3	0	2
600-1000	1	1	0
1000-1500	0	0	0
1500-2000	0	0	0
2000-3000	0	0	0

Tabelle I: Größenverteilung der Partikel auf dem Reinraumanzug

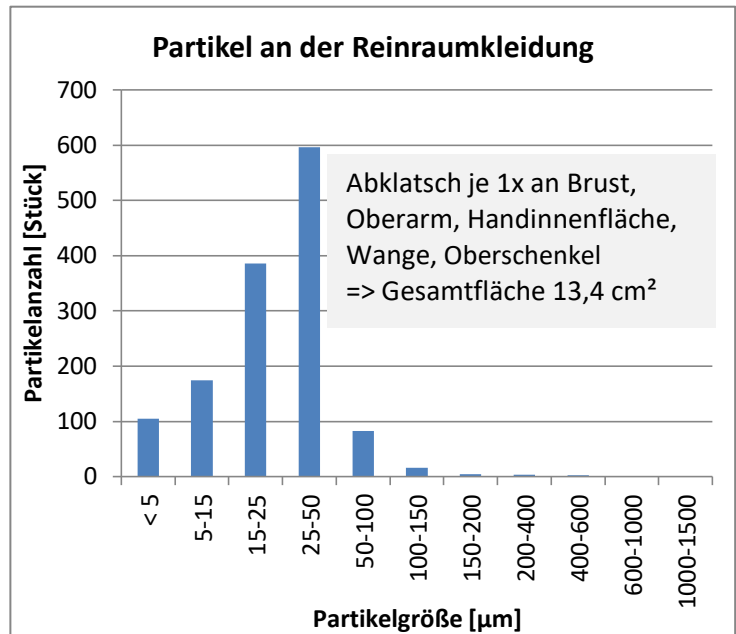


Abbildung 5: Nach etwa drei Stunden im Reinraum findet sich eine beträchtliche Anzahl Partikel am Reinraumanzug.

Die gesamte Partikelgrößenverteilung der auf dem Reinraumanzug verteilten Partikel ist in Zahlen in Tabelle I gelistet und bildlich in Abbildung 5 zu sehen. Die Verteilung entspricht qualitativ den üblichen Beobachtungen bei verschiedenen Messungen in anderen Reinräumen und unterstreicht die Relevanz der ISO 14644-9. Zur Beurteilung der Sauberkeit des Reinraums und der darin produzierten Produkte ist die Messung der partikulären Oberflächenreinheit eine sinnvolle Ergänzung der Messung luftgetragener Partikel wie in ISO 14641-1 und -2 beschrieben.

Quellen:

Alle gezeigten Bilder wurden durch die PMT GmbH selbst erstellt und sind geistiges Eigentum. Alle Grafiken beruhen auf Daten, welche im Zuge von Kundenprojekten generiert wurden.

Autor:

Marcel Hopfe; M. Sc. Physik; Vertriebsingenieur; m.hopfe@pmt.eu

PMT Partikel-Messtechnik GmbH

Die PMT Partikel-Messtechnik GmbH ist seit über 35 Jahren im Bereich der partikulären und mikrobiologischen Kontaminationskontrolle aktiv. PMT als Dienstleistungs- und Handelsunternehmen ist mit rund 65 Mitarbeitern in 5 Ländern vertreten. Aufbauend auf dem traditionellen Arbeitsgebiet der Partikelzählung entwickelt PMT vielfältige Gesamtlösungen in diversen Anwendungsfeldern der Partikelmesstechnik und der mikrobiologischen Kontaminationskontrolle.