

Einwegbekleidung



Wirklich eine Alternative zur waschbaren textilen Reinraumbekleidung?



Carsten Moschner

Immer wieder steht die Frage im Raum, ist es sinnvoll so genannte Einwegbekleidung im routinemäßigen Reinraumbetrieb einzusetzen? Aus den unterschiedlichsten Gründen erscheint es zweckmäßig, diese an Stelle einer textilen (waschbaren) Reinraumbekleidung einzusetzen. Nicht näher spezifizierte Aussagen der Hersteller von Einwegbekleidung zur Reinraumtauglichkeit ihrer Materialien erschweren die Entscheidungsfindung beim Endanwender. Die folgenden Ausführungen sollen helfen, die Unterschiede zwischen diesen beiden Bekleidungsalternativen besser zu erkennen.



Gehsimulation in der Body-Box mit Mehrwegbekleidung



Gehsimulation in der Body-Box mit Einwegbekleidung

In einem Ende 2005 veröffentlichten Artikel zum Thema „Einwegbekleidung für den Reinraumeinsatz“ wurde der Eindruck vermittelt, dass technisch vieles dafür spräche, ohne Einschränkungen die Bekleidung eines namhaften Herstellers selbst in Reinraumklasse ISO 5 (gem. ISO 14644-1) einzusetzen. [Anmerkung des Autors: diesen Eindruck vermitteln fast alle Hersteller von Einwegbekleidung] Wer aber diesen Punkt, Einsatzbereich in Klassen ISO 5 oder 6 genauer hinterfragt, wird schnell auf ein wesentliches Detail stoßen, welches das bedenkenlose Einsetzen dieser Bekleidungsart zumindest einschränkt. Dies war der Anlass im Dastex eigenem Versuchsreinraum, einer „Body-Box“, nachzuprüfen, in wie fern sich generell Einwegbekleidung für den Reinraumeinsatz eignet, speziell unter dem Gesichtspunkt der Partikelabgabe.

Die ganzheitliche Betrachtung beim „Body-Box-Test“ vermittelt einen sehr guten Eindruck, wie viele Partikel eine Testperson mit einem definierten Bekleidungssystem über ein bestimmtes Zeitintervall abgibt. Vor Betreten der Testperson erreicht die Prüfkabine (Body-Box) die Reinraumklasse ISO 3 / ISO 4. Das heißt mit anderen Worten, dass annähernd alle nach Betreten der Testperson gemessenen Partikel von dieser Person und/oder deren Bekleidung stammen müssen. Mit diesem Versuchsaufbau lassen sich somit relativ gut praxisrelevante Ergebnisse ermitteln und Aussagen treffen. Ausführlicher wird die Body-Box-Testmethode in der Reinraumtechnik 2/2004 (GIT-Verlag/Wiley-VCH Verlag) beschrieben.

Die Herstellerangaben zum Partikelrückhaltevermögen lassen vermuten, dass bestimmte Typen von Einwegbekleidung bedenkenlos im Reinraum eingesetzt werden könnten. Allerdings wird im deutschsprachigen Raum aus Kostengründen meist nicht vorgereinigte Einwegbekleidung eingesetzt, das heißt,

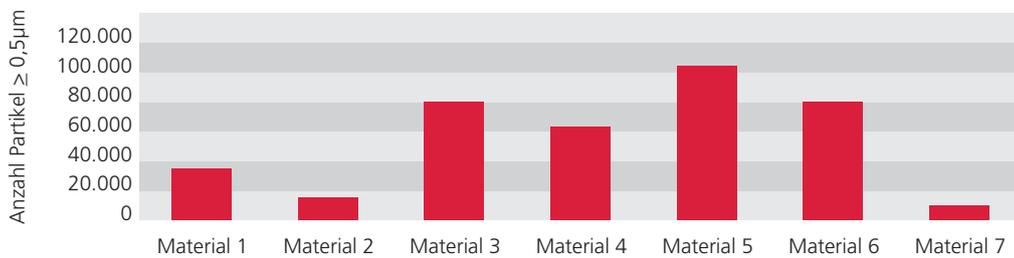
dass alle während des Produktionsprozesses auf der Bekleidung abgelagerten Partikel mit in den kontrollierten Bereich getragen werden und sich dort lösen können. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass sich Einwegbekleidung aufgrund der Materialeigenschaften nicht in den üblichen Reinraumwäschereien mit wässrigen Medien reinigen lässt, sondern unter besonderen Bedingungen aufbereitet werden muss. Wenig sinnvoll erscheint eine weitere Variante, ungereinigte Einwegbekleidung unter mehr oder weniger reinen Bedingungen zu verpacken. Durch eine verbesserte Verpackung werden die Grundverunreinigungen auf einem Bekleidungsstück nicht entfernt.

Da die Partikelabgabe zwischen verschiedenen Personen sehr groß streuen kann, wurden die verschiedenen Testreihen mit einer einzigen Person durchgeführt. Hierbei wurde darauf

geachtet, dass bei allen Testreihen eine vergleichbare Zwischenbekleidung (ein Jogginganzug) unter der zu prüfenden Oberbekleidung getragen wurde. Einheitlich waren auch die Handschuhe, die Schuhe (unter den jeweiligen Überziehtiefeln) und das Mundschutzsystem. Lediglich die Oberbekleidung wurde entsprechend variiert. Getestet wurden vier unterschiedliche Einwegmaterialien sowie eine typische Reinraumbekleidung aus waschbarem Gewebe, alle nicht vorgereinigt. Dazu ein Set Reinraumbekleidung aus dem gleichen waschbarem Gewebe und ein Set Einwegbekleidung beide vorab dekontaminiert. Das Material der dekontaminierten Einwegbekleidung ist vergleichbar mit einem der ersten vier Prüflinge. Die Sets Einwegbekleidung bestanden aus Overalls mit integrierter, sprich angenähter Haube und Überziehtiefel. Die Mehrwegbekleidung setzte sich zusammen aus Overalls und Vollschutzhaube (getrennt) und ebenfalls Überziehtiefel.

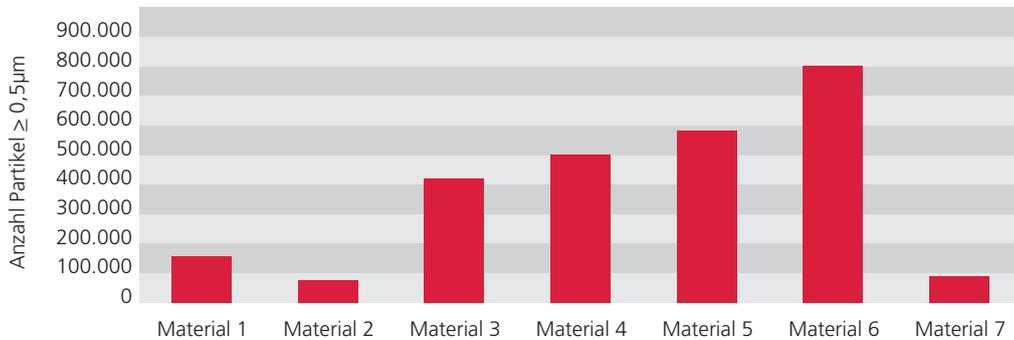
Im Einzelnen wurden folgende Bekleidungen getestet:

1. Probematerial ⇒ Einwegbekleidung eines namhaften internationalen Herstellers – nicht vorgereinigt –
2. Probematerial ⇒ Einwegbekleidung wie Probematerial 1 – vorgereinigt –
3. Probematerial ⇒ Einwegbekleidung einem gemäß Herstellerangaben fast identischen Materials wie Probematerial 1 – nicht vorgereinigt –
4. Probematerial ⇒ Einwegbekleidung aus Asien, gemäß Herstellerangaben vergleichbar in den technischen Eigenschaften wie Probematerial 1 – nicht vorgereinigt –
5. Probematerial ⇒ Einwegbekleidung eines weiteren namhaften internationalen Herstellers unter kontrollierten Bedingungen verpackt – nicht vorgereinigt –
6. Probematerial ⇒ Mehrwegbekleidung wie sie typisch in Reinräumen der Klasse ISO 5 eingesetzt wird – nicht vorgereinigt –
7. Probematerial ⇒ Mehrwegbekleidung wie sie typisch in Reinräumen der Klasse ISO 5 eingesetzt wird – vorgereinigt –



Hinweis:
Materialien 1 – 5 = Einweg-Bekleidungssysteme
Materialien 6 – 7 = Mehrweg-Bekleidungssysteme

Tab. 1: Messergebnisse (Mittelwerte) abgegebene Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}$ verschiedener Bekleidungssysteme beim Stehen in der Body-Box bei einer Gesamtmessdauer von 10 Minuten



Tab. 2: Messergebnisse (Mittelwerte) abgegebene Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}$ verschiedener Bekleidungssysteme beim Gehen in der Body-Box bei einer Gesamtmessdauer von 10 Minuten

Während der Testreihen herrschten vergleichbare Bedingungen in der Body-Box. Die Temperaturen schwankten leicht um 23 °C, die relative Feuchte lag zwischen 42 % und 44 % und die Luftgeschwindigkeit betrug konstante 0,3 m/sec. Bei diesen Untersuchungen wurden zwei Partikelzähler des gleichen Herstellers und Typs eingesetzt. Dadurch wird das Probenvolumen von 28,3 l/min auf 56,6 l/min verdoppelt und so die Messgenauigkeit erhöht.

Vor Beginn der eigentlichen Messungen läuft die Body-Box im Leerlauf, also ohne Testperson, um so sicherzustellen, dass vor den eigentlichen Messreihen, die ISO Klasse 3 / ISO Klasse 4 problemlos eingehalten wird. Danach betritt die Testperson mit der zu untersuchenden Bekleidung die Body Box und verweilt dort zunächst für ca. 10 min ohne jegliche Messung. So wird sichergestellt, dass mögliche Partikel, die beim Eintreten in die Kabine mit hineingeschleust worden sind, nicht mit einberechnet werden. Außerdem kann sich so die Testperson akklimatisieren. Anschließend führt die Testperson das vorgegebene Bewegungsprogramm durch, welches in diesem Fall 20 min lang dauerte und sich wie folgt zusammensetzte: 5 min stehen, 5 min gehen, 5 min stehen und nochmals 5 min gehen. Die Partikelzähler erfassen die abgegebenen Partikel pro Minute. Das bedeutet, bei einem Bewegungsprogramm von 20 Minuten ergaben sich 20 Messergebnisse (10 Minuten sprich 10 Messungen beim Gehen und 10 Minuten sprich 10 Messungen beim Stehen). Daraus wurden Mittelwerte gebildet, die in den Tabellen 1 (Stehen) und 2 (Gehen) dargestellt sind. Für diese Untersuchungen wurden nur die Partikel $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ausgewertet.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind eindeutig. Nur die Probematerialien 2 und 7 weisen akzeptable Werte aus. Alle anderen Proben gaben während der Testreihen ein Mehrfaches an Kontaminationen ab. Es verwun-

dert nicht, dass nur die vorgereinigten Proben entsprechend gut abgeschnitten haben, aber werden die Endanwender auf diese Problematik hingewiesen? Bei der Mehrwegbekleidung in der Regel ja. Vor dem Ersteinsatz wird diese bis zu dreimal vorgereinigt um sowohl Verunreinigungen aus dem Konfektionsprozess zu entfernen als auch die üblichen chemischen Rückstände vom Webprozess. Bei der Einwegbekleidung in der Regel nicht. Zum einen, weil von vielen Anbietern keine vorgereinigte Einwegbekleidung verfügbar ist und zum anderen das Produkt aufgrund der sehr aufwendigen Vorreinigung so teuer wird, dass diese von vielen Kunden aus Kostengründen abgelehnt wird.

Eine einfache Rechnung verdeutlicht diese Problematik:

- ▶ Einwegoverall vorgereinigt:
Anschaffungskosten ca. 6,- €/Stk.
- ▶ Mehrwegoverall:
Anschaffungskosten ca. 50,- €/Stk.
- ▶ Reinigungskosten pro Mehrwegoverall:
ca. 3,- €/Stk.

Der Einwegoverall wird (entgegen der Bedeutung „EINWEG“) einen ganzen Tag getragen und dann entsorgt. Auch der Mehrwegoverall wird einen Tag getragen und geht dann in die Reinigung. Bereits nach einem Monat (also 20 Zyklen) ist der „Break-even point“ (zu Gunsten der Mehrwegbekleidung) erreicht. Mehrwegbekleidung kann aber, je nach Beanspruchung weit über 100 Tragezyklen eingesetzt werden!

Neben den offensichtlichen Unterschieden zwischen vorgereinigten und „unbehandelten“ Bekleidungssystemen sind aber auch die Ergebnisse bei den verschiedenen getesteten Einwegmaterialien sehr interessant. Das Probematerial 1 schneidet deutlich besser ab als die Proben 3, 4 und 5. Diese Werte verdeutlich-

sehr gut, welche extreme Unterschiede zwischen Einwegoveralls und Mehrwegoveralls liegen können. Bei diesen Untersuchungen wurden bewusst keine einfachen Polypropylenoveralls getestet, da davon auszugehen war, dass deren Partikelbelastungen nochmals um ein Vielfaches höher ausgefallen wären. Vielmehr wurden nur Einwegbekleidung geprüft, die aufgrund der Basismaterialien aus denen die Overalls gefertigt wurden, gegebenenfalls in einem Reinraum verwendet werden könnten. Dass das Probematerial 3 so viel schlechter abschnitt als Probe 1 überrascht ein wenig, denn gemäß Herstellerangabe soll es sich beim Probematerial 3 um eine fast identische Kopie von Material 1 handeln. Die ermittelten Messwerte sprechen dagegen. Dass eine Verpackung unter kontrollierten Bedingungen keinesfalls eine fachgerechte Dekontamination ersetzen kann, zeigen die Ergebnisse zu Probematerial 5.

Fazit

Sicherlich gibt es spezielle Anwendungsgebiete in denen der Einsatz von reinraumtauglicher Einwegbekleidung nach wie vor sinnvoll ist. Wichtig ist aber, dass in kritischen Bereichen (beginnend ab der Klasse ISO 6 und besser) darauf geachtet werden sollte, dass die Einwegbekleidung entsprechend vorgereinigt worden ist. Nur vorgereinigte Einwegbekleidung ist qualitativ (in puncto Partikelabgabe) vergleichbar mit gereinigter Mehrwegbekleidung.

Zwischen den verschiedenen am Markt angebotenen Einwegbekleidungssystemen gibt es erhebliche qualitative (in puncto Partikelabgabe) Unterschiede, die ein Anwender vor dem Einsatz in seinem Reinraum unbedingt genauer betrachten und auf seine Anforderungen abstimmen sollte.

Autor

Carsten Moschner

**Artikel veröffentlicht in
ReinRaumTechnik 3/2006
Überarbeitete Fassung 6/2020**



**Dastex Reinraumzubehör
GmbH & Co. KG**

Draisstraße 23
76461 Muggensturm
DEUTSCHLAND
Telefon +49 7222 9696-60
Telefax +49 7222 9696-88
E-Mail info@dastex.com

www.dastex.com