

GIT

REINRAUM TECHNIK

FORSCHUNG • ENTWICKLUNG • PRODUKTION

6. Jahrgang
November 2004
S. 36-39

3

SONDERDRUCK

Christiane Klötz

BEKLEIDUNGSKONZEPTE für den Reinraum

GIT VERLAG

A Wiley Company
www.gitverlag.com

BEKLEIDUNGSKONZEPTE für den Reinraum



Abb. 2:
Mehrwegmantel

Auch wenn die Reinraumtechnik in zunehmendem Maß an Bedeutung gewinnt, ist sie nach wie vor eine Nischentechnologie. Eine dabei stets wiederkehrende Frage ist die der Kontaminationskontrolle im Reinraum. Und da der Mensch einer der kritischsten Faktoren im Reinraum ist und es sehr oft nicht möglich ist, ihn komplett aus den kritischen Bereichen auszuschließen, müssen speziell bei der Reinraumbekleidung hohe Maßstäbe angelegt werden.

Basierend auf dieser Ausgangssituation soll im Nachfolgenden erläutert werden, welche Aspekte bei der Erarbeitung eines Bekleidungskonzeptes zu beachten sind, um die Qualität im Reinraum, aber auch effiziente Arbeitsabläufe, sicher zu stellen.

Leitlinie bei der Erarbeitung von Lösungsansätzen waren u.a. folgende – häufig gestellte – Fragen unserer Kunden:

- Welche Bekleidung ist für welche Reinraumumgebung geeignet?
- Welche Anforderungen bestehen an die Beschaffenheit der Reinraumbekleidung?
- Leasing oder Kauf?
- Mehrweg- oder Einwegbekleidung?

Bei der Frage, welche Bekleidung für welche Reinraumumgebung geeignet ist, ist es unerlässlich, das gesamte „System“ Reinraum zu betrachten – die Gegebenheiten im Reinraum

und in den Garderobebereichen, der gewünschte Reinheitsgrad, die Sensibilität des Produktes, Bedürfnisse der Anwender, etc.

Wir gehen zunächst davon aus, dass in Reinräumen einer gewissen Größe und einer gewissen Reinheitsklasse vorzugsweise Mehrwegbekleidung zum Einsatz kommt (siehe auch vorletzter Abschnitt „Einwegbekleidung – eine Alternative?“).

In hohen Reinheitsklassen (ISO 4,5 bzw. A/B) sollte ein Bekleidungssystem aus Overall, Vollschutzhaube und Überziehtiefeln bestehen (zuzüglich Handschuhen und ggf. Schutzbrille), wie in Abb. 1 dargestellt. Es gibt bereits Beispiele aus der Halbleiterindustrie, wo in ISO 3-Bereichen auf Überziehtiefel verzichtet wird. Argumentiert wird damit, dass die nach unten entweichenden Partikel ohnehin über die Luftführung durch den Gitternetzboden entweichen und somit für das Produkt keine Gefahr darstellen. Ein positiver Nebeneffekt dabei ist, dass eventuell entstehende Pump-effekte (die dazu führen, dass Luft und somit auch Partikel unkontrolliert aus konfektionstechnisch notwendigen Öffnungen entweichen können) vermieden werden.

In niedrigeren Reinheitsklassen (ISO 7,8 bzw. C/D) kann es ausreichend sein, eine Kombination aus Mantel, Haube und Überschuhen zu tragen (Abb.2). Wobei in diesem Fall auch darüber nachgedacht werden kann, ob die Mehrweg-Haube durch eine Einweg-Vlieshaube zu ersetzen ist.

Hinsichtlich der Anforderungen an die Beschaffenheit von Reinraumbekleidung erfolgt zunächst eine Betrachtung der Gewebeeigenschaften und im Anschluss eine Erläuterung der Eigenschaften des fertig konfektionierten Bekleidungssteils.

Für die Nutzung im Reinraum sollte ein leicht-



Abb. 1:
Mehrwegoverall

Abb. 3:
Einwegoverall

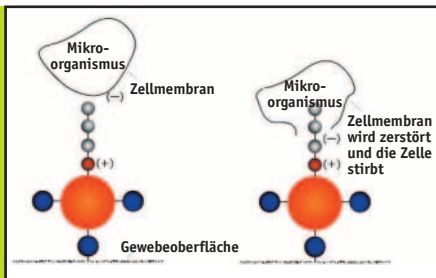


Abb. 4: Bei Kontakt des Mikroorganismus mit dem Biozid wird die Zellwand durch einen mechanischen Prozess zerstört und somit weiteres Wachstum verhindert.

Bildquelle: Precision Fabrics Group Inc.

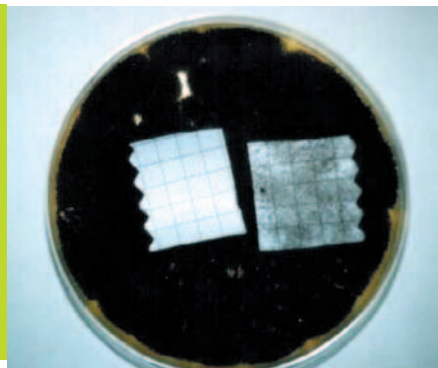


Abb. 5: Ein Vergleichstest beweist eine erhebliche Reduzierung Kolonie bildender Einheiten auf dem Gewebe mit antimikrobieller Ausrüstung (links).

Bildquelle: Precision Fabrics Group Inc.

gewichtiges Gewebe verwendet werden, dessen Leistungsdaten eine optimale Balance zwischen Performance und Tragekomfort bieten. Dies kann erreicht werden durch den Einsatz modernster Web- und Ausrüstungstechnologien.

Die Leistungsdaten im Überblick

Die Partikelfiltration ist ein eindeutiges Leistungsmerkmal eines Reinraum-Gewebes und qualifiziert ein Textil für eine bestimmte Reinheitsklasse.

Die Filtrationseigenschaften von Reinraumgeweben über einen bestimmten Nutzungszeitraum sind abhängig von Porengröße und Bindungsart.

Um die Voraussetzung für eine hohe Partikelfiltrationseffizienz zu schaffen, sollte eine möglichst geringe Porengröße erreicht werden.

Die Porengröße wird bestimmt durch

- die Webart – Leinwand- oder Körperbindung
- die Weiterverarbeitung – bspw. Kalandrieren; ein Prozess bei dem ein Gewebe unter Einfluss von hoher Temperatur durch zwei beheizte Rollen läuft und gepresst wird; dadurch verschließen bzw. verkleinern sich die Poren
- durch den Einsatz bestimmter Garne
- die Nahtverarbeitung.

Ein Gewebe lässt sich umso gleichförmiger weben, je höher die Anzahl der Filamente im Garn ist. Umso exakter kann auch die Porengröße bestimmt werden. Eine zu hohe Filamentanzahl (Mikrofaser) führt allerdings dazu, dass das Gewebe anfälliger wird gegenüber einer starken Beanspruchung und somit die Abriebfestigkeit sinkt.

Größte Herausforderung bei Reinraumgeweben mit sehr geringer Porengröße – und somit sehr geringer Luftdurchlässigkeit – ist die Erhaltung des Tragekomforts.

Entscheidender Faktor für den Komfort eines Textils ist die Atmungsaktivität. Diese wird maßgeblich beeinflusst durch den Wasserdampfdurchgangswiderstand des Gewebes.

Je geringer der Widerstand ist, den ein Textil dem Wasserdampf entgegengesetzt, desto höher ist die Atmungsaktivität.

Durch Verwendung eines leichten und dünnen Gewebes wie auch durch die Verwendung spezieller Garne können sehr gute Filtrationseigenschaften in Verbindung mit einer hohen Atmungsaktivität sichergestellt werden.

Nicht nur in den Sterilräumen der pharmazeutischen Industrie ist eine antimikrobielle Ausrüstung der Reinraumbekleidung unerlässlich. Diese antimikrobielle Ausrüstung kann auf verschiedenen Wegen auf die Reinraumbekleidung aufgebracht werden. Eine Möglichkeit wäre die Verwendung spezieller Chemikalien, was jedoch zum einen die Haltbarkeit des Gewebes verringern und zum anderen zu Hautirritationen führen kann, da Chemikalien ausgasen.

Eine völlig neue Funktionsweise haben spezielle Ausrüstungen, die eine dauerhafte (polymerisierte) Verbindung mit dem Polyestergarn eingehen und das Wachstum von Mikroorganismen auf dem Gewebe entscheidend vermindern. Wichtig dabei ist, dass es sich bei dieser Ausrüstung um keine migrierende Chemikalie handelt, sondern um ein Biozid, das unter Einwirkung von großer Hitze mit dem Polyestergarn verschmilzt und somit nicht ausgasen kann. Es lässt sich weder auslaugen und auswaschen noch abreiben.

Setzen sich nun Mikroorganismen auf dem Gewebe ab, so werden die Zellmembranen dieser Mikroorganismen aufgeschlüsselt, was ein weiteres Zellwachstum verhindert.

Im Reinraum hat das mit dem Biozid versehene Gewebe erhebliche Vorteile

- die Biopermeation wird reduziert – ein Prozess, bei dem Mikroorganismen das Gewebe durchdringen und durchwachsen (was zu einer höheren Partikelbelastung führen könnte)
- es führt zu einer erheblich geringeren Geruchsbelästigung, insbesondere wenn Anzüge mehrere Tage hintereinander getragen werden – ein entscheidendes zusätzliches Komfortmerkmal (vgl. Abb. 4 und 5)

Insbesondere im Bereich der Halbleiter- und Elektronik-Industrie birgt die elektrostatische Entladung ein hohes Risiko. Sobald zwei Gegenstände mit unterschiedlichem Potenzial aufeinander treffen, findet ein schlagartiger Ladungsaustausch statt, der Elektronikkomponenten und Baugruppen zerstören oder beschädigen kann.

Doch nicht nur das – die unterschiedlichen im Raum vorhandenen Ladungen führen zu einem „tödlichen“ Transportmechanismus – Partikel und Mikroorganismen migrieren unberechenbar und unvorhergesehen. Um diese Phänomene zu kontrollieren, müssen Reinraumgewebe antistatisch sein.

Das antistatische Verhalten wird erreicht, indem leitfähige Garne in das Reinraumgewebe eingewebt werden. Hierbei handelt es sich in der Regel um Bikomponentenfasern aus Carbon und Polyester.

Es gilt zu beachten, dass das komplette Bekleidungs- und auch das Raumkonzept entsprechend ausgerichtet ist (antistatische Zwischenbekleidung, Schuhe, etc.).

Um zu verhindern, dass die Reinraumbekleidung selbst zur Partikelquelle wird, sollte das Gewebe einen hohen Grad an Abriebfestigkeit aufweisen.

Aufgrund ihrer großen Festigkeit ist die Verwendung von Polyestergarnen zu empfehlen.

Welche Gewebe sind es nun, die sich durch die vorgenannten technischen Aspekte auszeichnen?

Wir unterscheiden hauptsächlich zwei Bindungsarten – die Körper- und die Leinwandbindung – die in der nachstehenden Abbildung beschrieben werden.

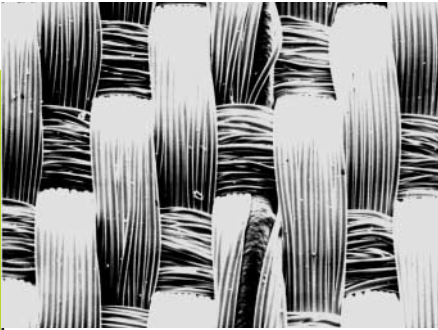
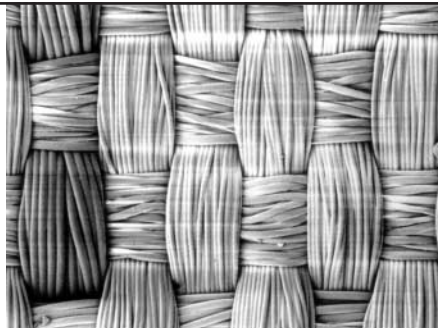


Abb. 6

Körperbindung

- Relativ schweres, dickes Gewebe
- Relativ locker gebundene Garne
- Hohe Luftdurchlässigkeit durch relativ große Poren
- Hoher Wasserdampfdurchgangswiderstand
- Gute Filtrationseigenschaften
- Keine antimikrobielle Ausrüstung
- Antistatisch
- Mittlere Haltbarkeit (bis zu 100 Waschzyklen)

Bildquelle: ITV Denkendorf



Leinwandbindung

- Dünnes Gewebe, geringes Gewicht (bis zu 25% leichter als Körper)
- Fest eingebundene Garne (Kaum Vergrößerung der Poren über den Nutzungszeitraum, da die einzelnen Fäden sich kaum gegeneinander bewegen können)
- Geringere Porengröße
- Niedriger Wasserdampfdurchgangswiderstand
- Glatte Oberfläche bietet Partikel wenig Halt -> gute Restkontaminationswerte
- Gute Filtrationseigenschaften
- Antimikrobielle Ausrüstung
- Antistatisch
- Längere Haltbarkeit (bis zu 180 und mehr Waschzyklen)



Abb. 7: Zwischenbekleidung

Insbesondere hinsichtlich der Standzeiten erweist sich die Leinwandbindung als vorteilhaft. Die Art der Bindung verhindert eine Strukturveränderung, so dass leinwandbindige Gewebe auch bei starker Beanspruchung ihre Leistungsdaten länger beibehalten. Dies führt trotz des im Vergleich zu Körpergeweben ca. 30 % höheren Materialpreises zu einem sehr guten Kosten-Nutzen-Verhältnis (-> „cost-per-use“).

Neben den reinen Gewebeeigenschaften wird die Qualität eines Bekleidungsstücks maßgeblich beeinflusst durch

- den Schnitt
- die Verarbeitung von Reißverschlüssen, Nähten, Bündchen und weiteren Accessoires (Taschen, Stifflaschen, etc.)

Der Schnitt sollte ausreichend Bewegungsfreiheit zulassen, aber nicht zu weit sein, um Pumpeffekte zu vermeiden. Die Nähte sollten sorgfältig verarbeitet sein, und auf unnötige Accessoires sollte verzichtet werden. An Accessoires und unsauber verarbeiteten Nähten können sich Partikel anhaften, die bei der Dekontamination schwerer zu entfernen sind. Ist eine Sterilisation erforderlich, so ist zu beachten, dass neben dem reinen Gewebe auch Reißverschlüsse und andere Zutaten dafür geeignet sind. Autoklavieren und Gamma-Bestrahlung greift Bekleidung und Zubehör zusätzlich an und kann die Lebensdauer der Bekleidung vermindern.

Relevanz der Zwischenbekleidung

Ein gut durchdachtes Bekleidungskonzept für den Reinraum berücksichtigt auch die Zwischenbekleidung. Tests durch renommierte Textilinstitute haben ergeben, dass durch den Einsatz von spezieller Reinraum-Zwischenbekleidung – im Vergleich zu normaler Straßenbekleidung – das Partikelpotenzial unter der Reinraum-Oberbekleidung um mehr als 50 % vermindert werden kann.

Aus reinraumtechnischer Sicht wird die Verwendung eines 100 %igen Polyester-Materials empfohlen.

Um allerdings eine Verbesserung des Tragekomforts zu erreichen, wird häufig eine Polyester/Baumwoll-Mischung eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein plattiertes Gewirke, bei dem das Polyester zum besseren Feuchtigkeitstransport innen liegt und die Baumwolle zur Speicherung der Feuchtigkeit außen.

Auch können Materialien aus 100 % Polyester oder Funktionsgewebe – ähnlich der Sportkleidung – eingesetzt werden.

Vorteile:

- eindeutige Reduzierung des Partikelpotenzials unterhalb der eigentlichen Reinraumbekleidung (um mehr als 50 %)
- einheitliches Erscheinungsbild
- beherrschbarer Wechselzyklus

Zu beachten ist allerdings, dass der Einsatz von Zwischenbekleidung – genauso wie die Oberbekleidung – einen gewissen logistischen Aufwand und zusätzliche Kosten hervorruft.

Aufbereitung

Auch wenn der subjektive Eindruck besteht, dass getragene Reinraumbekleidung nicht verschmutzt ist, so können sich doch noch viele Partikel und Keime auf dem Gewebe befinden.

Um also die Funktionalität der Bekleidung dauerhaft aufrechtzuerhalten, muss sie in regelmäßigen Abständen fachgerecht dekontaminiert werden.

Reinraumbekleidung erfordert spezielle Verfahren der Dekontamination, wie

- Verwendung von Reinstwasser
- Einsatz spezieller Flüssigwaschmittel
- Mehrere Spülintervalle
- Trocknen mit vorgefilterter Luft
- Finish in speziell dafür ausgerichteten Reinräumen
- Im Bedarfsfall Sterilisation der Bekleidung

Beschaffungsmöglichkeiten

Wie eingangs erwähnt, besteht die Möglichkeit des Kaufs oder des Leasing von Mehrwegbekleidung.

Leasinggeber – also Vertragspartner des Kunden – ist in der Regel ein Wäschereibetrieb, der sich auf die Dekontamination/Sterilisation von Reinraumbekleidung spezialisiert hat. Der Wäschereibetrieb kauft die Bekleidung vom Hersteller/Händler, mit dem der Kunde vorab das geeignete Gewebe, den Schnitt, die Verarbeitung, etc. der Bekleidung definiert.

Abbildung 8 zeigt Vor- und Nachteile der jeweiligen Beschaffungsmöglichkeiten auf.

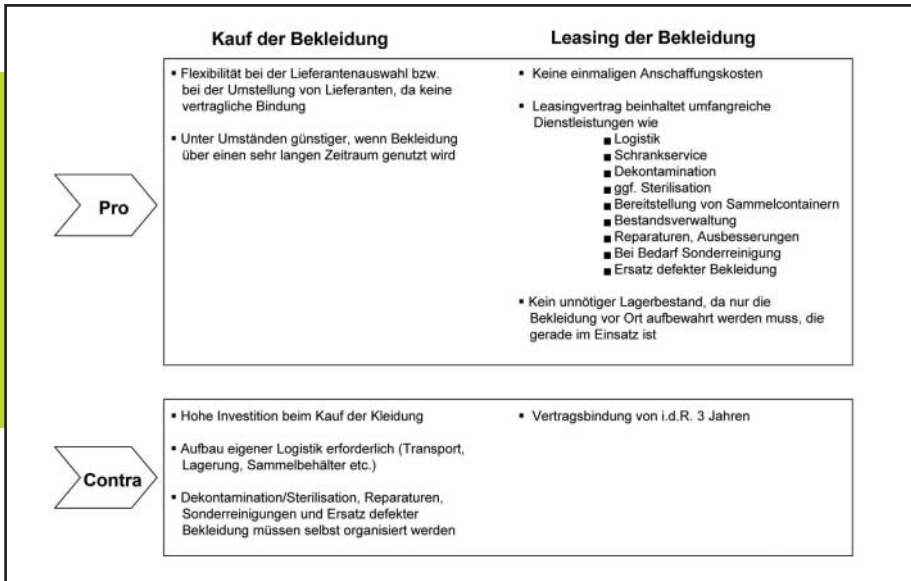


Abb. 8: Beschaffungsmöglichkeiten

Einwegbekleidung – eine Alternative?

Es ist ein häufig diskutiertes Thema, ob Einwegbekleidung tatsächlich eine qualitätsgerechte Alternative zur Mehrwegbekleidung sein kann.

Auch in dieser Frage ist eine Situationsanalyse im Vorfeld unerlässlich.

Werden beispielsweise nur Besucher oder Mitarbeiter in kleineren Reinräumen mit Bekleidung ausgestattet, so sind die Kosten für Anschaffung und logistischen Aufwand beim Einsatz von Mehrwegbekleidung häufig zu hoch.

Auch hat Einwegbekleidung ein vergleichsweise höheres Partikelrückhaltevermögen und eine sehr gute chemische und toxische Beständigkeit.

Allerdings erfordert der Einsatz in hohen Reinheitsklassen eine Vorreinigung der Einwegbekleidung, die den Kostenvorteil gegenüber der Mehrwegbekleidung schon wieder relativiert. Darüber hinaus wird der Tragekomfort durch das sehr dichte Material enorm beeinträchtigt, wie auch durch Schnitt, Passform und Nahtverarbeitung. Bei Einwegbekleidung handelt es sich um Massenfertigung, so dass spezielle Bedürfnisse der Anwender nicht berücksichtigt werden können.

Besteht darüber hinaus die Notwendigkeit, die Bekleidung vor Einsatz zu sterilisieren, muss hier einschränkend erwähnt werden, dass nach heutigem Stand nur Tyvek-Overalls, Mundschutz und Handschuhe erhältlich sind und sich Tyvek dabei nur für die Gammastrahlen-Sterilisation eignet.

Fazit

- Reinraumbekleidung ist ein wesentlicher Faktor, um das Produkt im Reinraum vor partikulären und mikrobiologischen Verunreinigungen durch den Menschen zu schützen.
- Reinraumgewebe und konfektioniertes Bekleidungsstück müssen bestimmte technische und funktionelle Anforderungen zu erfüllen.
- Ein optimales Bekleidungskonzept muss immer auf die Reinraumumgebung, die Situation vor Ort, die Sensibilität des Produktes und auf die spezifischen Anforderungen der Anwender zugeschnitten sein.
- Bekleidungs- und Raumkonzept müssen aufeinander abgestimmt sein, um eine qualitätsgerechte Produktion und effiziente Arbeitsabläufe sicherzustellen.

DIE AUTORIN

Christiane Klötz · basan GmbH
 Bachstr. 22 · 65830 Kriftel
 Tel: 06192/9986-0 · Fax: 06192/9986-50
 CKLOETZ@BASAN.COM

Saubere Leistung.
 In jeder Dimension.

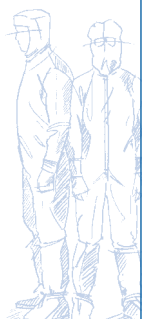
basan
 the cleanroom company

basan – Ihr zuverlässiger Partner zur Ausstattung sensibler Produktionsräume, der Ihnen alle Produkte für Ihren Reinraum aus einer Hand liefert.

Profitieren Sie von über 20 Jahren Erfahrung, individuellem Kunden-Service, innovativem Produkt-Management und von unseren SAP-gestützten Vollversorgungskonzepten.

Fragen Sie nach unserem Full Service Concept!

www.basan.com



..... ● BENELUX GERMANY UNITED KINGDOM ■



The closer you look, the better INTEGRITY® looks



Integrity® Gewebe der Precision Fabrics Group für Reinraumkleidung

Neueste Gewebetechnologie vereinigt

- höchsten Tragekomfort
- größtmöglichen Produkt- und Personenschutz
- hohe Wirtschaftlichkeit

Zum Einsatz in der Elektroindustrie, Pharmaindustrie,
Nahrungsmittelindustrie, Automobilindustrie (Lackerschutz)
und im Krankenhaus (OP-Bereich)

Überzeugen Sie sich selbst.

Precision Fabrics Group (Europe) GmbH
Tel: +49 61 09 7636-00
e-mail: falk.heim@precisionfabrics.com
www.precisionfabrics.com

ISO 9001 certified since 1993

