

DUPONT™

Tyvek®

E-Leitfaden - Feststoffpartikel

WO STAUB AUFGEWIRBELT WIRD, MÜSSEN
ARBEITSKRÄFTE VOR GEFÄHRLICHEN
FESTSTOFFPARTIKELN GESCHÜTZT WERDEN



Vorwort

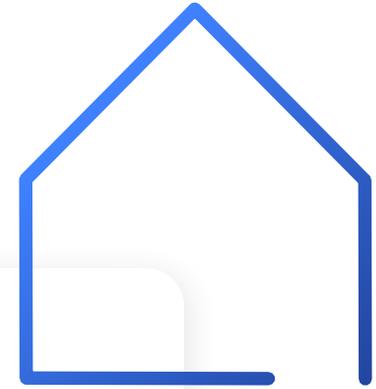


Gefahren im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber Feststoffpartikeln sind in verschiedenen Branchen weit verbreitet und manchmal mit bloßem Auge nicht erkennbar. Die Mechanismen der Exposition und Vielfalt an gefährlichen Feststoffpartikel machen die Auswahl der geeigneten persönlichen Schutzausrüstung (PSA) zu einem Schlüsselfaktor für die Risikominderung.

Dieser E-Leitfaden bietet Führungskräften in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Qualität und Umweltschutz (Health, Safety, Quality and Environment, HSQE) Unterstützung beim Verständnis und bei der

Bewertung von Risiken durch Feststoffpartikel sowie eine Anleitung für die Auswahl von Schutzkleidung ihrer Arbeitskräfte. Er enthält eine Zusammenfassung der einschlägigen Rechtsvorschriften und Richtlinien, befasst sich mit den wichtigsten Kontaminationsrisiken und zeigt auf, wie die neuesten Schutzkleidungslösungen dazu beitragen können, diese zu vermeiden. Der abschließende Abschnitt enthält Ratschläge für bewährte Verfahren zur Förderung eines ganzheitlichen Ansatzes, mit dem die Sicherheit von Arbeitskräften durch Sensibilisierung für die Gefahren durch Feststoffpartikel verbessert werden kann.

Inhaltsübersicht



1/ Einführung in Gefahren durch Feststoffpartikel

Feststoffpartikel in Industrie- und Produktionsumgebungen stellen einzigartige Gefahren für Arbeitskräfte und einzigartige Herausforderungen für Gesundheits- und Sicherheitsfachleute dar. Sie werden im Allgemeinen als „Staub“ bezeichnet, aber was bedeutet dieser Begriff genau?

STAUB – EINE DEFINITION

Staub wird in der Regel als ein Feststoff definiert, der in Pulver oder feine Partikel zerfallen ist¹. Aktuell können Arbeitskräfte verschiedenen Arten von Staub ausgesetzt sein, darunter Platinenstaub, mineralische und chemische Partikel sowie Pulverlacke (siehe Kasten). Diese Stäube können krebserregend, giftig und/oder reizend für Haut und Lunge sein. Aus arbeitsmedizinischer Sicht wird Staub nach seiner wahrscheinlichen Wirkung auf den Körper klassifiziert:

- Inhalierbarer Staub: größere Partikel, von denen die meisten in Nase und Rachen herausgefiltert werden.
- Thoraxgängiger Staub: kleinere Staubpartikel, die in die Lunge gelangen können.
- Alveolengängiger Staub: Staub, der so klein ist, dass er tief eingeatmet werden kann und in den Bereich für den Gasaustausch in der Lunge eindringt.

Häufige Quellen für gesundheitsgefährdende Stäube:

- Ruß (z. B. Toner für Fotokopierer/Drucker)
- Zement
- Trockene Lebensmittel (z. B. Mehl, Getreide, Zucker)
- Auspuffgase
- Metalle (z. B. Chrom, Blei und Quecksilber)
- Mineralstoffe
- Nanowerkstoffe
- Lacke und Beschichtungen

1/ Einführung in Gefahren durch Feststoffpartikel

Auf die Größe kommt es an

Im Allgemeinen sind die gefährlichsten Stäube diejenigen mit sehr kleinen Partikeln, die für das menschliche Auge unsichtbar sind. Diese Partikel sind nicht nur so klein, dass man sie nicht sehen kann, sondern sie können auch tief in die Lunge gelangen, wenn sie eingeatmet werden. Das menschliche Auge kann Partikel mit einer Größe von 50 Mikrometern und mehr erkennen, aber einige Staubpartikel sind kleiner. Es gibt jedoch auch Ausnahmen: Stoffe wie Asbest erzeugen größere, sichtbare Partikel, die ebenfalls gefährlich sind, weil sie vom Körper nicht leicht abgebaut werden können. In Umgebungen, in denen größere Partikel beobachtet werden, können auch kleinere, unsichtbare Partikel vorhanden sein².

In diesem Zusammenhang sollte die zunehmende Verwendung von Nanowerkstoffen bei verschiedenen industriellen Prozessen beachtet werden. Nanowerkstoffe sind definiert als Materialien mit mindestens einer äußeren Abmessung von 100 Nanometern oder weniger bzw. mit inneren Strukturen, die höchstens 100 nm messen. Im Wesentlichen können Nanowerkstoffe die gleiche Zusammensetzung wie bekannte Materialien in loser Form aufweisen, sich aber anders verhalten, wenn sie in den Körper gelangen. Sie finden zunehmend Anwendung in den Bereichen Kosmetik, Elektronik, Gesundheit, Informationstechnologie

und Umweltschutz. Nanosilber wird beispielsweise in einer Vielzahl von Produkten verwendet, darunter Waschmaschinen, Socken, Lebensmittelverpackungen, Wundauflagen und sogar Nahrungsergänzungsmittel³.

Übertragungswege

Feststoffpartikel werden durch verschiedene Mechanismen übertragen, u. a. indem sie als Aerosol in der Luft schweben und somit leicht eingeatmet werden können. Gelangen sie in die Lunge, können sie sich mit der Zeit dort ansammeln. Die eingeatmeten Mengen hängen von mehreren Faktoren ab, unter anderem von der Partikelkonzentration sowie der Mühelosigkeit und Häufigkeit, mit der Luft in die Lunge strömt⁴.

Aufgrund der Schwerkraft können sich Partikel auch leicht auf Oberflächen ansammeln. Arbeitskräfte kommen durch das Berühren oder Streifen dieser kontaminierten Oberflächen in direkten Kontakt. Größere Partikel können zwar abgewaschen werden, aber selbst ein kurzer Kontakt kann je nach Stoff Reizungen verursachen. Kleinere Partikel können sogar durch die Haut in die Blutbahn gelangen und sich im Körper ansammeln⁵.

Auswirkungen auf die Gesundheit

Die Folgen der Exposition gegenüber gefährlichen Feststoffpartikeln variieren je nach Branche, Beruf und spezifischen Stoffen. Sie können dabei

von Hautreizungen und Allergien bis hin zu langfristigen Atemwegserkrankungen, Krebs und sogar zum Tod reichen.

Nach Angaben der britischen Behörde für Gesundheit und Sicherheit (Health & Safety Executive, HSE) sterben im Vereinigten Königreich jedes Jahr rund 12 000 Menschen an Atemwegserkrankungen, die auf eine Exposition am Arbeitsplatz zurückzuführen sind. Eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) ist für 34 % dieser Todesfälle verantwortlich und somit die häufigste Todesursache⁶. Statistiken über die genaue Zahl der betroffenen Personen in Europa sind jedoch nicht ohne Weiteres verfügbar. Die „Erhebung zur Exposition von Arbeitnehmern*innen“ der EU-OSHA befasst sich mit den Krebsrisikofaktoren in Europa und soll diesen Mangel an Daten beheben. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein erhöhtes Risiko für Arbeitskräfte in Kleinst- oder Kleinbetrieben (im Vergleich zu mittleren oder großen Betrieben) und für Arbeitskräfte mit einer Arbeitszeit von über 50 Stunden pro Woche besteht⁷.

Unabhängig von der Größe Ihres Unternehmens oder dem Ausmaß des Risikos spielt die Wahl der richtigen PSA eine wesentliche Rolle bei der Verringerung der Exposition gegenüber Feststoffpartikeln und den damit verbundenen gesundheitlichen Problemen.

2/ Herausforderungen für HSQE-Führungskräfte

Da Gefahren durch Feststoffpartikel oft unsichtbar sind und die Partikel äußerst unterschiedliche Beschaffenheiten aufweisen, werden HSQE-Führungskräfte vor besondere Herausforderungen gestellt:

Identifizierung komplexer Gefahren:

Die Gefahren durch Feststoffpartikel variieren stark aufgrund ihrer Zusammensetzung, Größe und Herkunft. Die Identifikation aller potenziellen Quellen und das Verständnis ihrer Auswirkungen auf Gesundheit und Sicherheit können daher Probleme bereiten.

Charakterisierung des Risikos:

Die Bewertung von Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit bestimmten Partikeltypen erfordert Kenntnisse der Toxikologie und Epidemiologie, was die Bewertung des individuellen Risikos und der kumulativen Auswirkungen erschwert.

Quantifizierung des Expositionsniveaus:

Die genaue Messung der Partikelkonzentration in der Luft erfordert spezielle Geräte und Fachkenntnisse. Sie wird durch die Veränderlichkeit der Exposition im Laufe der Zeit und bei verschiedenen Aufgaben verkompliziert.

Kenntnisse über mögliche Schutzkleidung:

Herkömmliche Schutzanzüge bieten keine akzeptable Barriere gegen gesundheitsgefährdende Feststoffpartikel. Daher ist es für HSQE-Führungskräfte unerlässlich, sich mit den erforderlichen spezifischen Barriereeigenschaften vertraut zu machen (siehe Abschnitt 4).

3/ Regulatorische Leitlinien

Die Verordnung (EU) 2016/425 über PSA regelt die Gestaltung, die Herstellung und den Verkauf von PSA in der EU. Darin heißt es, dass zum Schutz der Arbeitskräfte vor luftgetragenen Feststoffpartikeln Schutzkleidung der Kategorie III Typ 5 erforderlich ist.

Chemikalienschutzanzüge der Kategorie III Typ 5 bieten einen Ganzkörperschutz, der den Rumpf, die Arme und die Beine abdeckt. Sie müssen der Norm EN ISO 13982-1 entsprechen, um einen wirksamen Schutz vor Feststoffpartikeln zu gewährleisten. Ein wichtiger Test für Schutzkleidung des Typs 5 ist der Penetrationstest in einer Prüfkabine, der die Fähigkeit der PSA bewertet, als wirksame Barriere gegen Feststoffpartikel zu fungieren. Dieser Test soll reale Bedingungen simulieren, unter denen PSA, wie Schutzkleidung, Masken oder Handschuhe, Staubpartikeln ausgesetzt sein können. Ziel ist es, zu beurteilen, wie gut die PSA verhindern kann, dass Staub durch das Material dringt und die Person darin erreicht.

In einer Prüfkabine (oder Staubkammer) werden Staubpartikel einer bestimmten Größe und Konzentration erzeugt, die eine gleichmäßige und messbare Staubwolke bilden. Eine Testperson, die die PSA trägt, führt eine zuvor festgelegte Abfolge von Testaufgaben durch. Mit empfindlichen Instrumenten wird dann die Konzentration von Staubpartikeln an verschiedenen Stellen im Inneren des Anzugs überwacht. Die Menge des eingedrungenen Staubs wird berechnet, um die Leckage-Rate nach innen zu ermitteln. Dieser Nachweis bestimmt, ob das Kleidungsstück bestanden oder nicht bestanden hat.

Chemikalienschutzkleidung des Typs 5 muss eine Leckage nach innen (Inward Leakage, IL) von ≤ 30 % IL bei 91,1 % (oder mehr) aller gemessenen Werte (alle Aufgaben, alle Probenahmepositionen, alle Schutzkleidungsstücke) und eine Gesamtleckage nach innen (Total Inward Leakage, TIL) von ≤ 15 % bei 80 % (oder mehr) aller TIL-Werte erreichen.

Aber Vorsicht

Wenn ein Schutzanzug die Tests für Kategorie III Typ 5 bestanden hat, bedeutet dies nicht, dass er einen vollständigen Schutz gegen das Eindringen von Staub bietet. Die Schutzanzüge müssen nur die angegebenen Mindestanforderungen erfüllen. Bei den Tests für Typ 5 sind einzelne Leckagen von bis zu 30 % zulässig, sofern die durchschnittliche Gesamtleckage nach innen für die geprüften Schutzkleidungsstücke weniger als 15 % beträgt⁸.

HSQE-Führungskräfte sollten daher bei der Bewertung der Barrierschutzeigenschaften eines Schutzkleidungsstücks des Typs 5 nach dem Ergebnis für die Penetration in Prozent fragen.

4/ Schutzkleidungsauswahl

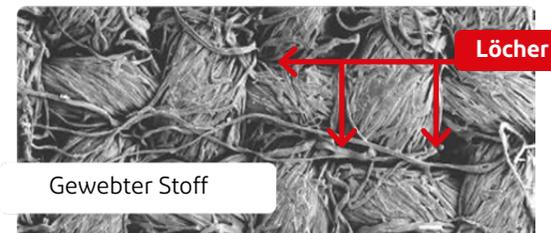
Neben der Einhaltung der Vorschriften müssen HSQE-Führungskräfte auch Aspekte wie die Barriereeigenschaften des Bekleidungsmaterials, der Nähte und der Verschlüsse sowie den Tragekomfort berücksichtigen (siehe Checkliste für Schutzkleidung). Die Schutzkleidung muss angemessen gestaltet sowie haltbar sein und der Arbeitskraft gut passen.

Checkliste für Schutzkleidung:

- Starke Partikelbarriere (Material, Nähte)
- Glatte Oberfläche, damit keine Partikel am Kleidungsstück haften bleiben
- Fester Abschluss an den Arm- und Beinöffnungen (Elastikbänder an den Fuß- und Handgelenken)
- Kompatibilität mit PSA-Zubehör (Masken, Schutzbrillen, Handschuhe)
- Angenehm zu tragen, große Bewegungsfreiheit

Geeignetes Material

Normale Arbeitskleidung aus gewebten Materialien ist mit Löchern durchsetzt, die von Feststoffpartikeln leicht durchdrungen werden. Der Schutz von Arbeitskräften vor Feststoffpartikeln erfordert daher zugelassene Schutzkleidung aus Vliesstoffen mit besonderen Barriereeigenschaften. Ein Beispiel hierfür ist DuPont™ Tyvek®, ein Vliesstoff aus gesponnenen Polyethylenfasern, der einen hervorragenden Schutz gegen luftgetragene Partikel mit einer Größe von 1–2 µm bietet. Der Unterschied zwischen gewebtem Material und Tyvek® ist in Abbildung 1 dargestellt. Tyvek® bietet eine hohe Abrieb- und Reißfestigkeit und kombiniert eine charakteristische glatte Oberfläche mit einer antistatischen Behandlung, die verhindert, dass sich Partikel auf dem Schutzanzug festsetzen.



Vliesstoff

- besteht aus gesponnenen Chemiefasern
- zu einem Textilmaterial verfestigt (mechanisch oder thermisch)

Gewebter Stoff

- besteht aus Fäden
- zu einem Textilmaterial verwoben (verflochtene Fäden)

4/ Schutzkleidungsauswahl

Besseres Design

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Verhinderung des Eindringens von Feststoffpartikeln ist das Design der Schutzkleidung. Nähte können eine Schwachstelle darstellen, da sie Löcher an der Versteppung verursachen. Wählen Sie daher Schutzkleidungsstücke mit überklebten Nähten, die zusätzlichen Schutz vor dem Eindringen von Partikeln bieten. Reißverschlüsse und Befestigungselemente sollten über Schutzklappen verfügen. Besondere Aufmerksamkeit muss den Grenzflächen zwischen der Hauptkleidung und anderer PSA, wie Atemschutzmasken, Handschuhen und Stiefeln, gewidmet werden. Jede Lücke erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Arbeitskraft Gefahren ausgesetzt wird. Entscheiden Sie sich für Schutzkleidung mit angearbeiteten Handschuhen und Überstiefeln (siehe Abbildung 2) oder einer für Atemgeräte geeigneten Kapuze, um die Verwendung von Klebeband zur Abdichtung der Verbindungsstellen zu vermeiden.

Tragekomfort

Angenehm zu tragende Schutzkleidung ermutigt Arbeitskräfte dazu, durch die Verwendung geeigneter PSA sicher zu arbeiten. Wählen Sie Schutzanzüge, die eine bequeme Passform haben, damit die Träger*innen beweglich bleiben und sich einfach an- und ausziehen können. Achten Sie auch darauf, dass der Stoff ausreichend leicht und weich ist, um ein Scheuern zu verhindern. Im Idealfall ist das Material sowohl luft- als auch wasserdampfdurchlässig, damit es im Anzug nicht zu warm wird und sich kein Schweiß bildet.



Abbildung 2: Schutzkleidung mit angearbeiteten Handschuhen und Überstiefeln verhindert Lücken zwischen Schutzanzügen und Zubehör.

Der Tyvek® 600 Plus Schutzanzug mit staubdichten, überklebten Nähten ist der ideale Schutz vor Feinstaub.

5/ Über die Einhaltung der Vorschriften hinaus



Für HSQE-Führungskräfte kann es eine Herausforderung darstellen, Arbeitskräfte davon zu überzeugen, dass sie tatsächlich gefährdet sind und daher geeignete Schutzkleidung tragen müssen. Es ist leicht, sich mit einem Risiko abzufinden, das man nicht sieht, oder mit einem Stoff, den man für harmlos hält, wie Mehlstaub.

Genauso wichtig wie die Auswahl der richtigen Schutzkleidung ist es, dass die Arbeitskräfte die Risiken verstehen und die Sicherheitsprotokolle befolgen. Die Wiederholung von Sicherheitshinweisen und die Durchführung geeigneter Schulungen, insbesondere im Hinblick auf das An- und Ablegen der Schutzkleidung, sind von großem Wert.

Namhafte PSA-Hersteller wie DuPont haben Schulungsunterlagen ausgearbeitet, um HSQE-Führungskräfte dabei zu unterstützen, ihre Arbeitskräfte über die mit gesundheitsschädlichen Feststoffpartikeln verbundenen Risiken aufzuklären und bewährte Verfahren für den persönlichen Schutz umzusetzen.

6. Fazit

Gesundheitsgefährdende Feststoffpartikel stellen eine ernste Gefahr für die Gesundheit und Sicherheit von Arbeitskräften dar. Obwohl die Mechanismen, durch die Feststoffpartikel Schaden anrichten können, bekannt sind, wird das gesamte Ausmaß des Problems in ganz Europa erst noch ermittelt. Die komplexe und variable Natur schädlicher Stäube kann die Risikobewertung erschweren und die Einführung neuer Nanowerkstoffe stellt HSQE-Führungskräfte vor zusätzliche Herausforderungen.

PSA, wie Schutzkleidung, ist der Schlüssel zur Verhinderung einer Kontamination, aber es muss darauf geachtet werden, dass diese Kleidungsstücke angemessene Barriereigenschaften bieten. Globale Anbieter wie DuPont Personal Protection haben spezielle Materialien und Schutzkleidungsdesigns entwickelt, um HSQE-Führungskräfte bei der Bereitstellung eines angemessenen Schutzniveaus zu unterstützen⁹.

Weitere Informationen zu DuPont™ Tyvek® Lösungen für den Schutz vor gefährlichen Feststoffpartikeln finden Sie hier:

[tyvek.com/ppe](https://www.tyvek.com/ppe)



Tyvek®

Kontakt aufnehmen

DuPont Personal Protection

DuPont de Nemours (Luxembourg) S.à r.l.
Contern - L-2984 Luxembourg

Kundendienst

mycustomerservice.emea@dupont.com

tyvek.com/ppc

safespec.dupont.de



Diese Informationen beruhen auf technischen Daten, die DuPont für zuverlässig hält. Diese Informationen können jederzeit geändert werden, wenn neue Erkenntnisse und Erfahrungen vorliegen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, den Grad an Toxizität und die geeignete persönliche Schutzausrüstung zu ermitteln. Die hier dargelegten Informationen spiegeln die Laborwerte von Materialien, nicht von fertiger Schutzkleidung, unter kontrollierten Bedingungen wider. Diese Informationen sind für Personen mit entsprechendem Fachwissen vorgesehen, die damit eine Bewertung gemäß ihren eigenen spezifischen Einsatzbedingungen nach eigenem Ermessen und auf eigenes Risiko vornehmen können. Jeder, der diese Informationen nutzen möchte, sollte zunächst prüfen, ob die ausgewählte Schutzkleidung für den beabsichtigten Einsatz geeignet ist. Um eine potenzielle chemische Belastung zu vermeiden, darf die Schutzkleidung nicht mehr benutzt werden, wenn das Material Risse, Abrieb oder Löcher aufweist. Da die Anwendungsbedingungen außerhalb unseres Einflussbereichs liegen, KANN DUPONT KEINE GEWÄHRLEISTUNG ODER HAFTUNG – SEI ES AUSDRÜCKLICH ODER STILLSCHWEIGEND – IN BEZUG AUF DIE MARKTGÄNGIGKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ODER EINE HAFTUNG IM ZUSAMMENHANG MIT DER VERWENDUNG DIESER INFORMATIONEN ÜBERNEHMEN. Diese Informationen dürfen nicht als Lizenzierung zur Verwendung oder Empfehlung zur Verletzung von Patentrechten oder technischen Informationen von DuPont oder Dritten in Bezug auf die hier erwähnten Materialien oder deren Verwendung betrachtet werden.

© 2024 DuPont. Alle Rechte vorbehalten. DuPont™, das DuPont-Oval-Logo sowie alle Produkte, sofern nicht anders angegeben, die mit ™, SM oder ® gekennzeichnet sind, sind Marken, Dienstleistungsmarken oder eingetragene Marken von Konzerngesellschaften der DuPont de Nemours, Inc. Darf nicht ohne die Genehmigung von DuPont verwendet werden. 08/2024.