



DUPONT PERSONAL PROTECTION

# TECHNISCHES DOKUMENT RADIOAKTIVE RISIKEN



# SCHUTZ VOR GEFAHREN DURCH RADIOAKTIV KONTAMINIERTE PARTIKEL ODER FLÜSSIGKEITEN

Der Schutz vor nuklearen Gefahren lässt sich in zwei Hauptbereiche unterteilen: Schutz vor Gefahren durch ionisierende Strahlung und Schutz vor Gefahren durch radioaktive Partikel oder Flüssigkeiten.

Das für Schutzanzüge mit begrenzter Einsatzdauer verwendete Material bietet keinen Schutz vor **ionisierender Strahlung** (z. B. Gamma-Strahlung, Röntgenstrahlung oder radioaktiver Alpha- oder Betastrahlung). Um die Strahlenbelastung zu reduzieren, beinhalten übliche Maßnahmen die Faktoren Zeit, Entfernung und Abschirmung. Spezielle Schutzanzüge mit auf Blei basierenden Materialien können begrenzte Abschirmung bieten. DuPont bietet keine spezielle Schutzkleidung zum Schutz vor **ionisierender Strahlung** an.

Bei Gefährdung durch **radioaktive Partikel** oder Flüssigkeiten kann spezielle Schutzkleidung eingesetzt werden, die ein Eindringen radioaktiver Materialien und damit den Kontakt mit der Haut des Trägers oder der unter dem Schutzanzug getragenen Kleidung minimieren kann. Die radioaktive Strahlung wird hier nicht geblockt. Solche Schutzanzüge eignen sich für den Einsatz in potenziell radioaktiv verseuchten Bereichen. Nach dem Gebrauch muss die Schutzkleidung umgehend ausgezogen und entsorgt werden, um eine langfristige Exposition gegenüber dem radioaktiv kontaminierten Material nach Verlassen des potenziell verseuchten Bereichs und eine Kontamination anderer Bereiche zu verhindern.

## EN 1073-1 und EN 1073-2

Chemikalienschutzkleidung ist für den Einmalgebrauch vorgesehen, sodass das Risiko einer Kreuzkontamination mit radioaktiven Partikeln auf ein Minimum reduziert werden kann.

DuPont bietet spezielle Schutzkleidung, die vor radioaktiven Partikeln und Flüssigkeiten schützen kann. Material, Nahtkonstruktion und Anzugdesign sollten der möglichen Gefährdung entsprechend ausgewählt werden.

### Im Allgemeinen ist eine größere Körperabdeckung besser:

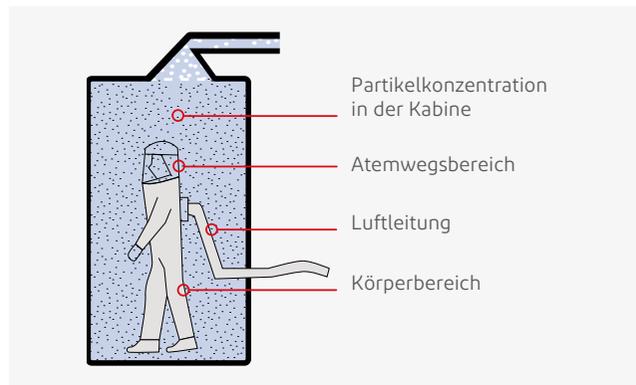
Schutzanzüge mit Kapuze (mit angearbeiteten Socken) oder vollkommen gasdichte Schutzanzüge tragen dazu bei, den gesamten Körper vor radioaktiven Partikeln zu schützen.

**DuPont™ Tyvek® 500 Xpert, Tyvek® 600 Plus, Tyvek® 800 J, Tychem® 2000 C Standard und Tychem® 6000 F Standard und Tychem® 6000 AL** Schutzanzüge werden gemäß **EN 1073-1** oder **EN 1073-2** getestet (Schutzkleidung gegen radioaktive Kontamination). Die Norm EN 1073-1 ist für druckluftbetriebene, belüftete Schutzkleidung zum Schutz des Körpers und der Atemwege und EN 1073-2 für unbelüftete Schutzkleidung gegen Kontamination durch radioaktive Partikel gedacht.

## EN 1073-1: Anforderungen und Prüfverfahren für druckluftbetriebene, belüftete Schutzkleidung zum Schutz des Körpers und der Atemwege

Die Tests werden in einer Kabine mit sehr feinen Salzpartikeln durchgeführt, wobei der Bediener eine belüftete Schutzkleidung trägt und eine Reihe von Bewegungen ausführt. Die im Schutzanzug gemessenen Partikel (sowohl im Atembereich als auch im Körper) werden mit der Partikelkonzentration in der Kabine (außerhalb des Schutzanzugs) verglichen, um den nominalen Schutzfaktor (NPF) zu ermitteln.

Abbildung 1: Testkabine



## Nennschutzfaktor nach EN 1073-1:

Berechnen Sie die prozentuale Gesamteindringung (T.I.L.) für jede Übung wie folgt:

$$T.I.L. = \frac{C_1}{C_2} \times 100(\%)$$

Wo

$C_1$  = mittlere Konzentration an der Probenahmestelle für jede Übung;  
 $C_2$  = Konzentration im Gehäuse.

Die Testergebnisse sind gemäß den folgenden Tabellen anzugeben:

Tabelle 1 – TIL-Testergebnisse für den Atemwegsbereich

Atemwegsbereich	Test Subjekt 1	Test Subjekt 1	Test Subjekt 2	Test Subjekt 2
	j=2 Probe 1	j=2 Probe 2	j=3 Probe 3	j=4 Probe 4
i = 1 Stillstehen	TIL <sub>R</sub> (1,1)	TIL <sub>R</sub> (1,2)	TIL <sub>R</sub> (1,3)	TIL <sub>R</sub> (1,4)
i = 2 Gehen 5 km/h	TIL <sub>R</sub> (2,1)	TIL <sub>R</sub> (2,2)	TIL <sub>R</sub> (2,3)	TIL <sub>R</sub> (2,4)
i = 3 Bewegen der Arme	TIL <sub>R</sub> (3,1)	TIL <sub>R</sub> (3,2)	TIL <sub>R</sub> (3,3)	TIL <sub>R</sub> (3,4)
i = 4 Hocke	TIL <sub>R</sub> (4,1)	TIL <sub>R</sub> (4,2)	TIL <sub>R</sub> (4,3)	TIL <sub>R</sub> (4,4)
Mittelwerte für alle Aktivitäten	M <sub>R</sub> (1)	M <sub>R</sub> (2)	M <sub>R</sub> (3)	M <sub>R</sub> (4)

TIL<sub>R</sub>: Gesamteindringung im Bereich der Atemwege.

M<sub>R</sub>: Mittelwerte für alle Aktivitäten im Atemwegsbereich.

Tabelle 2 - TIL-Testergebnisse für den Körper

Körper	Test Subjekt 1	Test Subjekt 1	Test Subjekt 2	Test Subjekt 12
	j=2 Probe 1	j=2 Probe 2	j=3 Probe 3	j=4 Probe 4
i = 1 Stillstehen	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
i = 2 Gehen 5 km/h	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
i = 3 Bewegen der Arme	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
i = 4 Hocke	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
Mittelwerte für alle Aktivitäten	M <sub>B</sub> (1)	M <sub>B</sub> (2)	M <sub>B</sub> (3)	M <sub>B</sub> (4)

TIL<sub>B</sub>: Gesamteindringung im Körper ohne Atemwegsbereich.

M<sub>B</sub>: Mittelwerte im Körper ohne Atemwegsbereich für alle Aktivitäten.

Die Testergebnisse für die Eindringung (TIL<sub>R</sub>, TIL<sub>B</sub>, M<sub>R</sub>, M<sub>B</sub>) für belüftete Schutzkleidung sind gemäß Tabelle 2 zu klassifizieren. Für den kompletten Anzug bestimmt die niedrigste erreichte Klasse das endgültige Testergebnis und den entsprechenden Nennschutzfaktor. Diese Klassifizierung muss mindestens der Klasse 1 entsprechen.

**Tabelle 3 – Leckage – Klassifizierung (EN 1073-1)**

	Höchstwerte für eine Aktivität (%)	Höchstwerte für alle Aktivitäten (%)	Minimaler Nennschutzfaktor
Daten, die klassifiziert werden sollen	TIL <sub>R</sub> TIL <sub>B</sub>	M <sub>R</sub> M <sub>B</sub>	NennSchutzfaktor*
Klasse 5	0,004	0,002	50 000
Klasse 4	0,01	0,005	20 000
Klasse 3	0,02	0,01	10 000
Klasse 2	0,04	0,02	5 000
Klasse 1	0,10	0,05	2 000

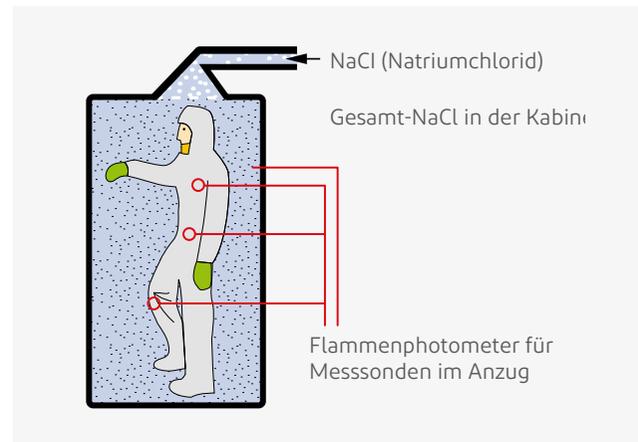
**HINWEIS:** Der Nennschutzfaktor (NPF) ist der Kehrwert der bei allen Tätigkeiten auftretenden Eindringung (M<sub>R</sub> oder M<sub>B</sub>). Berechnung ergibt sich dann aus der folgenden Beziehung: NPF=100: M<sub>R/B</sub>, wenn M<sub>R/B</sub> der Höchstwert von M<sub>R</sub> oder M<sub>B</sub> ist, ausgedrückt in %.

### EN 1073-2: Anforderungen und Testverfahren für unbelüftete Schutzkleidung gegen Kontamination durch radioaktive Partikel

Die Norm EN 1073-2 wurde mit Blick auf die Nuklearindustrie entwickelt, gilt aber nicht für den Schutz vor ionisierender Strahlung. Die Norm 1073-2 selbst ist der Norm für Chemikalienschutzkleidung Typ 5 (EN ISO 13982-1) sehr ähnlich.

In Bezug auf den Partikelschutz von Vollschutzanzügen verweisen beide Normen auf das Prüfprotokoll „Schutzkleidung zur Verwendung gegen feste Partikel – Prüfverfahren zur Bestimmung des Eindringens von Aerosolen aus feinen Partikeln in Anzüge“ (EN ISO 13982-2). Dieser Test ermittelt im Wesentlichen die Barriereeffizienz des Anzugs, wenn er mit Natriumchloridpartikeln mit einer definierten Größenverteilung getestet wird. Anhand der Ergebnisse werden dann sowohl eine **Leistungsklasse** als auch ein „**Nennschutzfaktor**“ analog zu den Atemschutznormen ermittelt.

**Abbildung 2: Testverfahren zur Bestimmung der Eindringung bei Schutzanzügen**



Für EN 1073-2 werden bei der Prüfung nach EN 13982-2 sechs Anzüge getestet. Die Ergebnisse der Gesamteindringung (TIL) werden als Verhältnis (in %) der Prüfpartikelkonzentration im Anzug und in der Prüfkammer angegeben:

$$\text{Gesamteindringung (TIL) = } \frac{\text{Konzentration der Testpartikel (im Anzug)}}{\text{Konzentration der Testpartikel in der Kammer}}$$

### Nennschutzfaktor und Leistungsklasse (EN 1073-2/EN 13982-2)

Es gibt drei Arten von Leistungsklassen, die das Partikelschutzniveau des Anzugs beschreiben:

- Klasse 1 = Geringste Partikelbarriere
- Klasse 3 = Höchste Partikelbarriere

$$\text{Nennschutzfaktor = } \frac{100}{\text{Durchschn. Gesamteindringung}}$$

Ein Anzug, der den **höchstmöglichen** Schutz vor Feinpartikeln bietet, hat einen **NIEDRIGEN Wert** in Bezug auf Eindringungen und daher einen **HOHEN Nominalschutzfaktor**.

Ein Anzug mit einem niedrigen Nennschutzfaktor, z. B. „5“, bedeutet, dass er durchschnittlich eine Eindringung von 20 % aufweist.

Um die Leistungsklasse zu bestimmen, wird die durchschnittliche Gesamteindringung pro Aktivität (Stehen, Gehen und Hocken) berechnet (TILE). Dieser Wert und auch der Nennschutzfaktor werden berücksichtigt, um zu bestimmen, welche Leistungsklasse dem Anzug zugeordnet wird. **Siehe Tabelle 4.**

**Tabelle 4 – Leckage – Klassifizierung (EN 1073-2)**

Klasse	Mittelwert der Eindringung an den drei Probenahmestellen im Anzug während der Ausübung		Nenn-Schutzfaktor*
	Eine Aktivität (TILE) %	Alle Aktivitäten (TILA) %	
3	0,3	0,2	500
2	3	2	50
1	30	20	5

\* Nennschutzfaktor = 100 / TILA.

Eine Leistungsklasse von 3, d. h. die „höchste“ Leistungsklasse, kann wie folgt interpretiert werden: Der höchste Wert für die gemessene Eindringung für jede der drei Tätigkeiten (TILE) liegt unter 0,3 % und auch die durchschnittliche Eindringung insgesamt (TILA) liegt unter 0,2 %.

### Kontamination durch radioaktive Partikel in trockener Umgebung

Für die Gefährdung durch trockene radioaktive Partikel empfehlen wir **DuPont™ Tyvek® Schutzanzüge mit Kapuze**. Ob überklebte Nähte erforderlich sind oder nicht, hängt außerdem von der zu erwartenden Intensität der Exposition ab. Kleidungsstücke mit überklebten Nähten bieten einen höheren Gesamtschutz gegen Partikel als Kleidungsstücke mit genähten Nähten und sollten daher bevorzugt werden.

### Gemischt trockene und feuchte Umgebungen, Kontamination durch radioaktive Partikel und Flüssigkeiten

Bei Flüssigkeiten, die durch Strahlung kontaminiert wurden, können Tychem® 2000 C & 6000 F Schutzanzüge mit Kapuze den Träger vor der chemischen Gefahr, nicht aber vor ionisierender Strahlung schützen.

Anhand der Daten über die chemische Permeation können Sie das Material auswählen, das eine angemessene chemische Barriere bietet. Besuchen Sie [DuPont™ SafeSPEC™](#) oder [kontaktieren Sie uns](#), um die Permeationsdaten für die Materialien von DuPont zu erhalten.

Die nachstehende **Tabelle** zeigt die Leistung einiger der verschiedenen DuPont Schutzanzüge in Bezug auf den Nennschuttfaktor wie auch die entsprechende Leistungsklasse (gemäß EN 1073-1 oder EN 1073-2) und gibt die bevorzugten sowie angemessenen Lösungen für den Fall einer gemischten Kontamination durch Partikel und Flüssigkeiten an. Je nach der Risikobewertung der Anwendung können jedoch unterschiedliche Lösungen erforderlich sein. **Kontaktieren Sie uns** für technische Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Kleidungsstücke.

Name der Schutzkleidung von DuPont	Materialbeschreibung	Art der Naht	Zertifizierungstypen	NPF*	Klasse	Radioaktive Gefahren – Beschreibungen und Beispiele			
						Trockene Kontamination	Gemischte trockene und feuchte Kontamination		
						Radioaktive Partikel	Radioaktive Partikel, Flüssigkeit Nebel & Aerosole	Radioaktive Partikel und starker Flüssigkeitsstrahl mit konzentrierten anorganischen Chemikalien**	Radioaktive Partikel und starker Flüssigkeitsstrahl mit einer Reihe von organischen Chemikalien**
<b>Tychem® 6000 AL</b> (verschiedene Modelloptionen erhältlich)	Tychem® 6000	Genäht und überklebt	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50000	5/5	○	○	○	●
<b>Tychem® 6000 F &amp; 4000 S</b> (verschiedene Modelloptionen erhältlich)	Tychem® 6000 & 4000	Genäht und überklebt	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	○	○	●
<b>Tychem® 2000 C</b> (verschiedene Modelloptionen erhältlich)	Tychem® 2000	Genäht und überklebt	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	●	●	●
<b>Tyvek® 800 J</b>	Tyvek® 800	Genäht und überklebt	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
<b>Tyvek® 600 Plus</b> (mit Socken)	Tyvek® 600	Genäht und überklebt	4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
<b>Tyvek® 500 Xpert</b>	Tyvek® 500	Genäht	5-B & 6-B	50	2/3	○	○	●	●
<b>Tyvek® 400 Dual TG</b>	Tyvek® – Vorderseite, SMS – Rückseite	Genäht	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
<b>Tyvek® 400 Dual</b>	Tyvek® – Vorderseite, SMS – Rückseite	Genäht	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
<b>ProShield® 60</b>	Mikroporöse Folie	Genäht	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
<b>ProShield® 20 &amp; 20 SFR</b>	SMS	Genäht	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●

**Warnung: Die Kleidungsstücke bieten keinen Schutz vor ionisierender Strahlung**

\*NPF = Nominalschuttfaktor \*\*Überprüfung der Daten zur chemischen Permeation.

\*\*\*Da die Prüfung des Typs 5 (EN ISO 13982-2) mit Natriumchloridpartikeln durchgeführt wird, die im Inneren des Schutzanzugs gemessen werden, sind die Ergebnisse der Leckage nach innen bei nicht atmungsaktiven Materialien (wie Tychem®) in der Regel höher als bei atmungsaktiven Materialien (wie Tyvek®).

● Nicht empfehlenswert ○ Angemessen ● Bevorzugt ○ Möglicherweise überspezifiziert

Zusätzlich sollte – entsprechend der Risikobewertung – weitere PSA wie Atemschutzmasken, Schutzbrillen, Schutzhandschuhe und Schuhe mit der Schutzkleidung kombiniert werden.

Das An- und Ausziehen sowie die Entsorgung von radioaktiv kontaminierter Kleidung sollte nur von entsprechend geschultem Personal durchgeführt werden.

**HINWEIS:** Produkte, die SMS- oder mikroporöse Foliensubstrate verwenden (z. B. DuPont™ ProShield® 20 [SMS] und DuPont™ ProShield® 60 [mikroporöse Folie]), sind für den Partikelschutz geeignet, jedoch sollte die Verwendung von Produkten, die SMS- oder mikroporöse Foliensubstrate verwenden, für Katastropheneinsätze sorgfältig abgewogen werden. Gründe:

1. Mikroporöse Materialien können leicht abgerieben und die Barrierschicht kann leicht abgenutzt werden.
2. SMS-Vliesstoffe tendieren zu einer vergleichsweise offenen Struktur, was zu einer niedrigen Resistenz gegenüber Trockenpartikeln in Bezug auf Feinpartikel führt.



### DuPont Personal Protection

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

### Kundendienst

mycustomerservice.emea@dupont.com

### Zusätzliche Ressourcen

[Fallstudie](#) mit der United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA)  
[DuPont Personal Protection](#), Webseite für Schutzausrüstung  
in der Nuklearindustrie

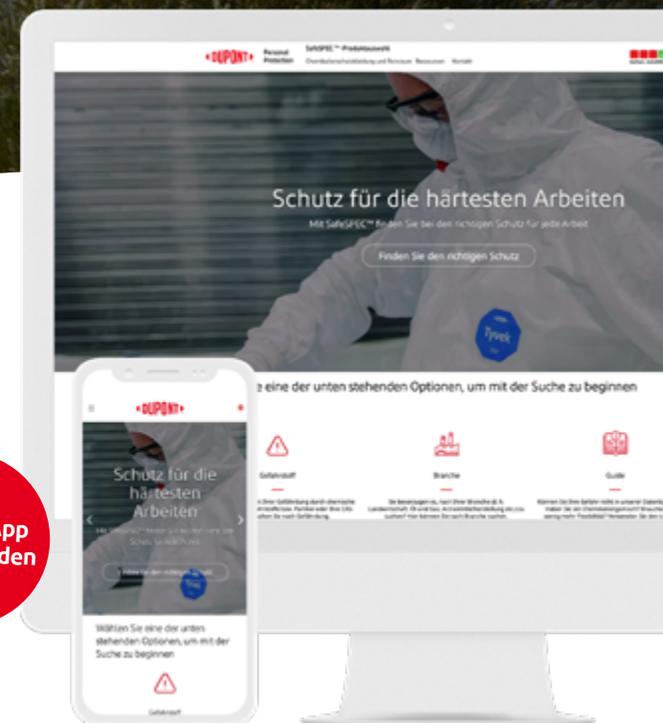


DuPont™ SafeSPEC™

### DuPont™ SafeSPEC™ - Wir sind für Sie da

Unser leistungsstarkes Web-Tool kann Ihnen bei der Suche nach der richtigen DuPont-Schutzkleidung für chemische Umgebungen oder Reinnräume helfen.

[safespec.dupont.de](https://safespec.dupont.de)



## tyvek.com/ppe

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 Genehmigung von DuPont verwendet werden. 05/2024.

Folgen Sie uns: