

Whitepaper: Kleidung für primären und sekundären FR-Schutz

Wie wird primäre und sekundäre FR-Arbeitskleidung in Nordamerika und Europa zertifiziert und getestet?

Was sind die Unterschiede zwischen den nordamerikanischen NFPA- und den europäischen EN FR-Normen?

Sowohl die nordamerikanischen als auch die europäischen Normen enthalten Mindestanforderungen an die Leistung von primärer und sekundärer FR-Arbeitskleidung. Während die Normen für primäre FR-Arbeitskleidung (NFPA 2112 und EN 11612) ähnlich sind und vergleichbare Leistungsanforderungen erfüllen, gibt es jedoch einige bemerkenswerte Unterschiede. Während für sekundäre FR-Arbeitskleidung (Kleidungsstücke, die zum Schutz vor anderen Gefahren über der primären FR-Arbeitskleidung getragen werden) in Europa eine Norm die Mindestanforderungen an die Leistung durch einen spezifischen Test festlegt, gab es in Nordamerika, zumindest bis vor kurzem, keine solche Norm oder einen solchen Test, sondern nur die allgemeine Anforderung, dass sie flammfest sein sollte.

Dieses Whitepaper befasst sich mit den Normen in Nordamerika und Europa, untersucht, inwieweit sie sich ähneln, inwieweit sie sich unterscheiden und wie sie am besten für die Bewertung von Kombinationen aus primärer FR-Kleidung und Chemikalienschutzkleidung verwendet werden können, wenn beide gleichzeitig erforderlich sind.

Die Ähnlichkeit der Normen für primäre FR-Arbeitskleidung in beiden Regionen ist beruhigend. Allerdings hat das Fehlen einer klaren Norm für sekundäre FR-Arbeitskleidung in Nordamerika bis vor kurzem zu einiger Verwirrung geführt, da die Hersteller ihre Behauptungen über die "Flammfestigkeit" auf Tests mit begrenzter oder gar keiner Relevanz stützen.

Darüber hinaus sahen bis zur Veröffentlichung von ANSI 203 im Jahr 2018 weder die US-amerikanischen noch die EU-Normen die Prüfung von sekundärer FR-Arbeitskleidung (SFR) in der Art und Weise vor, wie sie in der realen Welt verwendet werden soll, nämlich beim Tragen über primärer FR-Kleidung. Um sicher zu sein, dass die gewählte SFR-Kleidung wirksam ist, müssen die Benutzer daher über die bisherigen Normen hinausgehen und die verfügbaren, relevanten Tests nutzen, insbesondere die in ANSI 203 definierten.

Was ist primäre und sekundäre FR-Arbeitskleidung?

Zunächst ist es wichtig, den Unterschied zwischen primärer und sekundärer FR-Arbeitskleidung zu verstehen: -

Primäre FR-Arbeitskleidung bietet dem Benutzer einen gewissen Schutz gegen die Gefahr des Kontakts mit Flammen und Hitze

und insbesondere gegen die Gefahr von Stichflammen.

Sekundäre FR-Arbeitskleidung ist überhaupt nicht zum Schutz vor thermischen Gefahren gedacht. Sie soll vor anderen Gefahren schützen - in den meisten Fällen vor Chemikalien in flüssiger oder staubförmiger Form - und wird ÜBER der primären FR-Arbeitskleidung getragen, ohne jedoch deren Wärmeschutzeigenschaften zu beeinträchtigen.

Damit wird ein Problem gelöst, das in der Raffinerie, der Petrochemie und anderen Industrien häufig auftritt. Wenn beide Arten von Schutz erforderlich sind, tragen die Benutzer üblicherweise Standard-Einmal- oder Chemikalienschutzanzüge über ihrer primären FR-Arbeitskleidung. Da die primäre FR-Arbeitskleidung teuer sein kann und oft in sehr schmutzigen Umgebungen eingesetzt wird, tragen die Benutzer in vielen Fällen Einweg-Overalls darüber, um sie sauber zu halten und die Nutzungsdauer zu verlängern (häufiges Waschen verschlechtert oft die FR-Eigenschaften).

Herkömmliche Einweg-Overalls und Chemikalienschutzkleidung basieren jedoch in der Regel auf Polymeren, die sich entzünden und brennen können. Wenn sie also über der primären FR-Arbeitskleidung getragen werden, kann es bei Kontakt mit Flammen zu einer Übertragung von Wärmeenergie auf den Träger kommen, wodurch der Wärmeschutz beeinträchtigt

wird. Im schlimmsten Fall kann das Tragen von Standard-Einwegkleidung über primärer FR-Arbeitskleidung den gebotenen Wärmeschutz vollständig aufheben. Die Folgen könnten tödlich sein.

"...das Tragen von Standard-Einwegkleidung über der primären FR-Arbeitskleidung kann den gebotenen Wärmeschutz vollständig beeinträchtigen. Die Wirkung könnte tödlich sein"

Ist das nur Theorie? Nein. Thermische Schaufensterpuppen-Tests mit mehrlagiger primärer und sekundärer FR-Arbeitskleidung (die später in diesem Dokument beschrieben werden) haben bewiesen, dass das Tragen eines einfachen Standard-Einmalartikels über einer primären FR-Kleidung deren Wirksamkeit drastisch verringern und zu einer erheblichen Zunahme der Verbrennungen im Vergleich zur Leistung der primären FR-Kleidung allein führen kann. Dieser Anstieg kann die wahrscheinliche Verbrennungsrate leicht auf über 50 % ansteigen lassen, den allgemein akzeptierten Schwellenwert, der den Unterschied zwischen Leben und Tod ausmachen kann.

Daher dürfen Kleidungsstücke, die über der primären FR-Arbeitskleidung getragen werden, nicht entflammbar sein und müssen aus Stoffen bestehen, die sich nicht entzünden, verbrennen oder schmelzen und somit den Wärmeschutz beeinträchtigen.

Tabelle 1: Grundlegende Eigenschaften von primärer und sekundärer FR-Arbeitskleidung			Einschlägige Normen	
FR Arbeitskleidung Typ	• Muss der Entzündung widerstehen • Darf nicht weiter brennen oder geschmolzene Teile abtropfen lassen	Muss der Übertragung von Wärmeenergie von der Quelle auf die Haut des Trägers Widerstand entgegensetzen	Einschlägige US-NFPA-Normen	Einschlägige EU-EN-Normen
Primäre FR-Arbeitskleidung	✓	✓	NFPA 2112	EN 11612
Sekundäre FR-Arbeitskleidung	✓	✗	NFPA 2113 ANSI 203	EN 14116

Tabelle 1

Der Hauptunterschied zwischen den geforderten allgemeinen Eigenschaften von primärer und sekundärer FR-Arbeitskleidung besteht darin, dass erstere ein gewisses Maß an Widerstand gegen die Übertragung von Wärmeenergie aufweisen muss, wie in Tabelle 1 angegeben.

Normen für primäre FR-Arbeitskleidung

Feuerschutzkleidung, die den primären Schutz gegen Flammen, Hitze oder Stichflammen bietet, ist entweder nach NFPA 2112 in Nordamerika oder EN 11612 in Europa zertifiziert.

Eine Schlüsseleigenschaft dieser Kleidungsstücke ist nicht nur die Fähigkeit, einer Entzündung zu widerstehen (ein Stoff, der sich entzündet und brennt, richtet natürlich mehr Schaden an), sondern auch ein gewisses Maß an Widerstand gegen die Übertragung von Wärmeenergie durch den Stoff auf die Haut des Trägers, denn eine zu schnelle Übertragung von Wärmeenergie ist die Ursache für Verbrennungen. Je wirksamer der Wärmeübertragung widerstanden wird, desto besser ist der Schutz und desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit schädlicher Verbrennungen.

Beide Normen enthalten ähnliche grundlegende Anforderungen an die Gestaltung von Schutzkleidung, und obwohl sie einige Unterschiede aufweisen, beziehen sich beide auf ähnliche Leistungstests. Diese sind mit allgemeinen Beschreibungen und Anforderungen in Tabelle 2 aufgeführt.

Sowohl die EN 11612 als auch die NFPA 2112 sehen Tests zur Bewertung vor: -

- Wärmedurchgangswiderstand (die wichtigste Anforderung an primäre FR-Arbeitskleidung)
- Entflammbarkeit (wichtig, um zu verhindern, dass sich ein Kleidungsstück

entzündet und weitere Schäden verursacht)

- Widerstandsfähigkeit gegen Schrumpfung bei Hitze einwirkung (wichtig, da ein Kleidungsstück, das schrumpft, enger am Körper anliegt, was zu einer höheren Wärmeenergieübertragung führt)
- Test an einer Schaufensterpuppe für das gesamte Kleidungsstück. Eine Bewertung des Schutzes, den das gesamte Kleidungsstück bei einem simulierten Brand bietet (wichtig für die Bewertung der Wirksamkeit des gesamten Kleidungsstücks und für den Vergleich der Leistung des Kleidungsstücks).

Während der US-Standard dies vorschreibt und der EN-Test fakultativ ist, bietet der letztgenannte Test den Anwendern die beste Möglichkeit, die Wirksamkeit des Schutzes zu bewerten und verschiedene primäre FR-Kleidungsstücke oder Kombinationen aus primären und sekundären FR-Kleidungsstücken zu vergleichen.

Unterschiede zwischen den Normen für primäre FR-Arbeitskleidung

Die Parameter der einzelnen Tests in diesen Normen variieren, aber die beiden Hauptunterschiede liegen im Wärmeübergangswiderstand und in den Tests mit der Wärmeleitpuppe.

a. Unterschiede bei den Wärmeübergangswiderstandstests

Die EN 11612 enthält fünf verschiedene Tests für den Wärmedurchgangswiderstand, die sich jeweils mit einer anderen Art von Wärmeenergiefluss befassen: -

- **Konvektionswärme** (Energieübertragung durch ein Medium wie das Plasma einer Flamme)

- **Strahlungswärme** (durch Infrarotwellen übertragene Energie)
- **Kontaktwärme** (durch direkten physischen Kontakt übertragene Energie)

In der europäischen Norm EN 11612 gibt es auch zwei Wärmebeständigkeitsprüfungen für geschmolzene Metallspritzer: Aluminium und Eisen. Dabei wird jedoch in erster Linie die Fähigkeit des Gewebes gemessen, geschmolzene Metalltropfen schnell abperlen zu lassen, anstatt sie haften zu lassen.

Nichtsdestotrotz können diese Tests für Anwendungen nützlich sein, bei denen das Verspritzen von geschmolzenem Metall eine Gefahr darstellt.

In jedem Fall wird bei den Tests die Zeit gemessen, bis ein Wärmesensor hinter dem Testgewebe einen bestimmten Temperaturanstieg feststellt. Je länger die Zeit bis zum Erreichen des angegebenen Anstiegs ist, desto besser ist die Hitzebeständigkeit des Gewebes. Die Ergebnisse werden in die Klassen 1 bis 3 eingeteilt, wobei die Klasse 3 die höchste ist (bzw. 1 bis 4 für Strahlungswärme, wobei die Klasse 4 speziell für Kleidung mit hoher Strahlungswärmebeständigkeit verwendet wird, wie z. B. reflektierende aluminisierte Kleidungsstücke).

Außerdem wird jeder Prüfung ein Kennbuchstabe zugeordnet (B bis F), der zusammen mit der erreichten Klassifizierung auf dem Etikett des Kleidungsstücks angegeben werden muss, damit die Informationen leicht zugänglich sind.

Für eine Zertifizierung muss ein Kleidungsstück mindestens einem dieser Tests unterzogen werden und mindestens die Klasse 1 erreichen. Die Wahl des Tests (einer oder alle fünf) hängt vom Verwendungszweck des Kleidungsstücks ab.

NFPA 2112 enthält jedoch nur einen einzigen obligatorischen Wärmewiderstandstest, bei dem der Kontakt mit einer Flamme sowohl im Abstand als auch im Kontaktformat erfolgt und eine "Wärmeübertragungsleistung" (HTP) ermittelt wird. Diese ist definiert als die Energie, der das Gewebe ausgesetzt ist, abzüglich der Energie, die durch das Gewebe übertragen wird. Sowohl für die Abstandshaltung als auch für die

Tabelle 2: Wesentliche Prüfungen in EU- und US-Primär-FR-Arbeitskleidung

EU-Norm EN 11612	Testart und Anforderungen	US-Norm NFPA 2112
ISO 9151 ✓	Wärmeübertragungswiderstand Leistung • Misst den Widerstand bei der Übertragung von Wärmeenergie durch das Gewebe. • Die ASTM 2700 beinhaltet einen einzigen Test, bei dem eine kleine Flamme an der Unterseite einer horizontal aufgehängten Stoffprobe angebracht wird. Ein darüber befindlicher Wärmesensor zeichnet die Wärmeenergieübertragung auf (sowohl die Abstandsvariante als auch die Kontaktvariante). • EN 11612 enthält 5 (fakultative) Wärmeübergangsprüfungen gegen verschiedene Formen von Wärmeenergie (Kontakt, Konvektion, Strahlung und geschmolzenes Eisen und Aluminiumspritzer). • Der ASTM F2700-Test entspricht in etwa dem ISO 9151-Test für konvektive Wärmeübertragung. • Die Prüfungen nach ASTM 2700 und ISO 9151 sind zwar ähnlich, aber die Messung der Wärmebeständigkeit erfolgt anders: - • Der US-Test bewertet die Wärmeübertragungsleistung (Heat Transfer Performance, HTP), d. h. den Prozentsatz der Energie, dem das Gewebe widersteht. • Der europäische Test misst den Wärmestrom (die Wärmeübertragungsrate), indem die Zeit gemessen wird, bis ein bestimmter Temperaturanstieg hinter dem Stoff festgestellt wird. • Für beide gelten Mindestleistungsanforderungen	ASTM F2700 ✓
ISO 15025 ✓	Prüfung der Flammenbeständigkeit (vertikale Entflammbarkeit) • Anbringen einer kleinen Flamme an der unteren Kante (oder bei der europäischen Prüfung wahlweise in der Mitte) eines senkrecht aufgehängten Stoffmusters • Bewertet den Widerstand von Stoffen gegen Entzündung und Verbrennung bei Kontakt mit einer kleinen Flamme • Die Tests sind ähnlich, mit kleinen Unterschieden: - - ISO 15025: Probengröße 200mm x 160mm mit 10 Sekunden Brenndauer - ASTM D6143: Probengröße 12" x 3" mit einer Brenndauer von 12 Sekunden • Beide Tests erfordern keine Verbrennung und kein Abtropfen von geschmolzenem Material • Da die ASTM-Prüfung einen Flammenkontakt an der Unterkante erfordert, während die EN-Prüfung einen Kontakt in der Mitte zulässt, ist die ASTM-Prüfung geringfügig strenger (weil die Hitze unter der Probe bleibt).	ASTM D6143 ✓
ISO 17493 ✓ Standard 180 °C (Optional 260 °C)	Thermischer Schrumpfungstest • Bewertet die Schrumpfung als Reaktion auf hohe Temperaturen im Backofen. - Die wichtigsten Unterschiede sind: - • Die Standardtemperatur für NFPA 2112 beträgt 260° C für 5 Minuten • Die Standardtemperatur für EN 11612 beträgt 180° C für 5 Minuten (mit der Option 260° C) • Beide verlangen, dass der Stoff bei 260° C nicht mehr als 10 % schrumpft (im EN-Test 5 % bei 180° C)	ASTM F2894 ✓ Standard 260 °C
ISO 13506 ✗ Fakultativ - keine Mindestleistung	Thermischer Schaufensterpuppen Test • Bewertet die Wirksamkeit von Schutzkleidung gegen simulierte Stichflammen, die zu einer Verbrennungssprognose führen • Obligatorisch mit spezifischen Parametern (Verbrennungsenergie und -länge usw.) und Mindestleistung in der NFPA-Norm, aber fakultativ in EN ohne Mindestanforderungen	ASTM F1930 ✓ Obligatorisch bei Mindestleistung
Der Hauptunterschied zwischen NFPA 2112 und EN 11612 besteht darin, dass in der NFPA-Norm der thermische Schaufensterpuppentest obligatorisch ist, mit festgelegten Testparametern und Mindestleistungsanforderungen		

Kontakthaltung ist eine Mindestleistung erforderlich.

Dieser NFPA-Test entspricht in etwa dem Konvektionswärmetest nach EN 11612 (ISO 9151), allerdings wird der Wärmeübergangswiderstand auf andere Weise gemessen.

Tests zur Übertragung von Wärmeenergie: Schlussfolgerung

Für die Benutzer von primärer FR-Arbeitskleidung bieten also beide Normen eine Bewertung des Widerstands gegen die Übertragung von Wärmeenergie, der Schlüsselrolle von primärer FR-Arbeitskleidung.

Die vielfältigeren Tests in EN 11612, die die Leistung gegenüber verschiedenen Arten von Wärmeenergie berücksichtigen, bieten jedoch eine größere Auswahl für die Bewertung der Eignung für bestimmte Anwendungen, je nach Art der Wärmeenergieübertragung, die wahrscheinlich auftritt.

Darüber hinaus bietet die Klassifizierung der Leistung in jedem Test der EN 11612 eine bessere Möglichkeit, die Leistung verschiedener Kleidungsstücke zu vergleichen.

Während die NFPA also eine Mindestanforderung an die Leistung festlegt, bietet die EN 11612 mehr nützliche Informationen für Sicherheitsverantwortliche, die einen gezielteren und wirksameren Schutz gegen Hitzegefahren gewährleisten wollen.

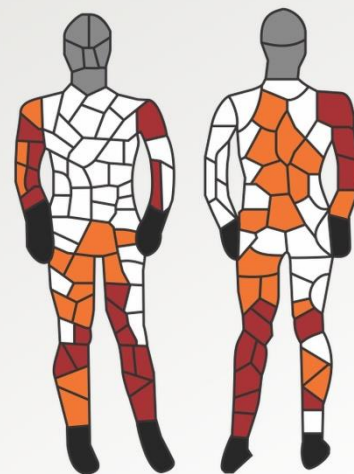
b. Unterschiede bei den thermischen Schaufensterpuppen-Tests

Beide Normen beziehen sich auf einen thermischen Schaufensterpuppen-Test, bei dem eine an einer thermischen Schaufensterpuppe getragene Testkleidung

einem simulierten Flash-Fire ausgesetzt wird. Hitzesensoren messen die Wärmeenergie, die in das Kleidungsstück eindringt, und erstellen mit Hilfe der Stoll-Analyse eine Vorhersage der wahrscheinlichen Körperverbrennung. Dies ermöglicht einen hervorragenden Vergleich der Leistung verschiedener FR-Kleidungsstücke oder Kombinationen von Kleidungsstücken, z. B. beim Tragen von Sekundär-FR über Primär-FR.

Der thermische Schaufensterpuppentest liefert eine Vorhersage der wahrscheinlichen Körperverbrennung und kann Bereiche mit Schmerzen sowie Verbrennungen ersten, zweiten und dritten Grades aufzeigen.

Thermische Schaufensterpuppe Körper brennen Karte



Ganzkörperverbrennung von 53 % mit Verbrennungen 2. und 3.

In der abgebildeten Beispiel-Körperkarte bezieht sich jeder Abschnitt auf einen einzelnen Hitzesensor. Orange steht für Verbrennungen 2. Grades und rot für Verbrennungen 3.

Die "Stoll-Analyse" ist eine Methode zur Berechnung der voraussichtlichen Verbrennung des Körpers anhand gegebener Wärmeenergieübertragungsraten. Sie wurde in den 1960er Jahren von Alice Mary Stoll entwickelt, als sie an der Entwicklung von FR-Stoffen für die US-Marine arbeitete, wobei sie häufig experimentelle Verbrennungen an der Haut von Schweinen und freiwilligen Matrosen durchführte, die im Gegenzug für ihre Mühe einen kostenlosen Landgang erhielten!

Die Vorhersage von Körperverbrennungen basiert auf der Beziehung zwischen der Geschwindigkeit der Wärmeenergieübertragung und der Zeit, wobei eine 50-prozentige Wahrscheinlichkeit einer Verbrennung zweiten Grades berechnet wird.

Dies ist nach wie vor die wichtigste Methode für die Vorhersage von Verbrennungen und der zentrale Bestandteil der Tests mit Wärmepuppen.

Die Testparameter können je nach Verbrennungsenergie, Verbrennungsdauer und Dauer der Datenerfassung variiert werden.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den US- und den EN-Normen besteht jedoch darin, dass in der NFPA-Version der thermische Schaufensterpuppentest obligatorisch ist, mit spezifischen Testparametern durchgeführt wird und eine Mindestleistung definiert: eine maximale Verbrennungsvorhersage von 50 % des Körpers.

In der EN-Norm hingegen ist der thermische Schaufensterpuppentest

- ist rein optional
- keine spezifischen Prüfparameter definiert (obwohl der Anhang Empfehlungen enthält)
- enthält keine Mindestanforderungen an die Leistung

Es handelt sich um einen relativ teuren Test, so dass viele (vielleicht sogar die meisten) EN-zertifizierten Kleidungsstücke überhaupt nicht einem Wärmepuppen-Test unterzogen wurden!

Da in der EN-Norm keine Testparameter angegeben sind, sind selbst getestete Kleidungsstücke möglicherweise nicht mit anderen vergleichbar, wenn nicht die gleichen Parameter verwendet wurden. Um

Testparameter für thermische Schaufensterpuppen

Die Testparameter können je nach Bedarf variiert werden:

- der Wärmeenergie der Verbrennung (der ASTM-Test erfordert 84 kW / m² (2 kcal / cm²))
- Die Dauer der Verbrennung (der ASTM-Test sieht eine Verbrennung von 3 Sekunden vor)
- Die Dauer der Datenaufzeichnung. Dies kann 30 Sekunden oder mehr betragen und kann bei der Beurteilung von primärer FR-Arbeitskleidung mit darüber getragener anderer Arbeitskleidung wichtig sein, wenn die Oberbekleidung brennbar ist und weiter brennt.
- Die NFPA-Norm fordert eine maximale Verbrennungsrate von 50 % am Körper.

die Leistung vergleichen zu können, muss sichergestellt werden, dass die Testparameter gleich sind. Dennoch ist es nicht ungewöhnlich, dass Hersteller die Ergebnisse der Körperverbrennung angeben, ohne die Testparameter zu nennen.

Thermischer Schaufensterpuppentest: Schlussfolgerungen

Der thermische Schaufensterpuppentest ist nützlich (und die einzige Möglichkeit), um die Leistung des gesamten Kleidungsstücks zu beurteilen und die Leistung verschiedener Kleidungsstücke zu vergleichen.

Für die Benutzer ist es sinnvoll, diesen Test an Kleidungsstücken und nach bestimmten Testparametern vorzuschreiben. Eine Angleichung an die im US-Test definierten Parameter ist sinnvoll.

Normen für sekundäre FR-Arbeitskleidung

Da der Zweck von sekundärer FR-Arbeitskleidung nicht darin besteht, vor Flammen und Hitze zu schützen, sondern vor anderen Gefahren, wie z. B. Chemikalien, ist die wichtigste Zertifizierung die Einhaltung von Normen für diese anderen Gefahren.

Was jedoch die sekundäre FR-Leistung betrifft, so gibt es zwar in Europa eine spezielle Norm (EN 14116), in der die Prüfanforderungen festgelegt sind, aber bis vor kurzem waren in den US-Normen keine Prüfungen definiert.

Das heißt aber nicht, dass SFR-Arbeitskleidung in früheren NFPA-Normen nicht erwähnt wird. NFPA 2113 könnte als Partnernorm zu NFPA 2112 bezeichnet werden, da sie Empfehlungen für die Auswahl, Pflege, Wartung und Verwendung von primärer FR-Arbeitskleidung enthält. Während sie keine Spezifikationen für sekundäre FR-Arbeitskleidung enthält, gibt es drei Verweise auf Kleidung, die über einer primären FR-Kleidung getragen wird, darunter: -

5.1.10 "Organisationen dürfen nicht zulassen, dass Arbeitnehmer nicht flammhemmende Kleidung über flammhemmenden Kleidungsstücken tragen",

und, A.5.1.10 "Organisationen und Endverbraucher werden darauf

hingewiesen, dass das Tragen von nicht flammfester Kleidung oder anderer PSA über flammfester Kleidung die Leistung der flammfesten Kleidung beeinträchtigen kann".

Die NFPA 2113 besagt eindeutig, dass jede Kleidung, die über der primären flammhemmenden Arbeitskleidung getragen wird, "flammhemmend" sein muss. Es wird jedoch kein Test oder Standard angegeben, der genau definiert, was dies bedeutet und was erforderlich ist.

In Anbetracht dieser Auslassung haben viele Anwender in Nordamerika auf den NFPA 701-Test zur Bewertung der Flammfestigkeit zurückgegriffen. Diese Norm wurde jedoch speziell für Stoffe für Vorhänge und Gardinen entwickelt und hat daher nur begrenzten Wert für Schutzkleidung.

Eine neue Norm, ANSI 203(2018), sieht jedoch Prüfungen speziell für sekundäre FR-Arbeitskleidung vor.

Sie enthält zwei Tests. Erstens eine Prüfung der Flammenbeständigkeit oder Entflammbarkeit des Gewebes gemäß ASTM D6413 (wie in NFPA 2112 verwendet), bei der kein Brennen oder Tropfen und keine maximale Verkohlungsstärke erforderlich sind. Zweitens ist ein thermischer Schaufensterpuppentest an einem mehrlagigen Ensemble aus primärer und sekundärer FR-Kleidung erforderlich.

Dabei muss jede Kleidung, die über der primären Arbeitskleidung (d.h. SFR-Kleidung) getragen werden soll, einem thermischen Schaufensterpuppen-Test unterzogen werden, so wie sie in der realen Welt verwendet wird - getragen über der primären FR-Arbeitskleidung: -

1. Die primäre FR-Kleidung wird getestet, um die voraussichtliche Verbrennung des Körpers zu ermitteln.
2. Die SFR-Kleidung wird dann über derselben primären FR-Kleidung getestet, um zu beurteilen, wie sie die vorhergesagte Körperverbrennung beeinflusst.

Die wichtigsten Anforderungen sind, dass das Ergebnis: -

- a. eine vorhergesagte Körperverbrennung von weniger als 50 % aufweisen (die gleiche Anforderung für diesen Test in NFPA 2112)
- b. keine Erhöhung der vorhergesagten Körperverbrennung von mehr als 2 % im

Vergleich zu der Körperverbrennung bei der Prüfung der primären FR-Kleidung allein ergeben.

Somit sieht diese neue Norm zum ersten Mal ein Prüfverfahren vor, das die Wirkung von sekundärer FR-Arbeitskleidung, wie sie in der Praxis verwendet wird, bewertet und sicherstellt, dass sie den Wärmeschutz nicht beeinträchtigt.

In den europäischen Normen ist die EN 14116 jedoch für die Bewertung von FR-Geweben und -Komponenten vorgesehen und wird für die Leistung von sekundärer FR-Kleidung verwendet. Sie enthält einen einzigen vertikalen Entflammbarkeitstest, ISO 15025. (Derselbe Test, auf den in EN 11612 verwiesen wird, jedoch mit leicht abweichenden Anforderungen).

Die in EN 14116 für Index 3 in der vertikalen Entflammbarkeitsprüfung definierten Anforderungen sind die gleichen wie die für diese Prüfung in EN 11612 für primäre FR-Arbeitskleidung definierten Mindestanforderungen.

Bei der ISO 15025, die in der EN 14116 für SFR-Arbeitskleidung definiert ist, wird eine kleine Flamme 10 Sekunden lang auf die Mitte eines vertikal aufgehängten Stoffmusters (160 mm x 200 mm) gerichtet. Die Mindestanforderungen an die Leistung sind: -

- der Stoff darf sich nicht entzünden und an keiner Kante verbrennen
- der Stoff darf keine geschmolzenen Trümmer abtropfen lassen
- ein Nachglühen darf nicht länger als 2 Sekunden dauern.

Die Norm klassifiziert die Ergebnisse nach drei "Indizes": -

- **Index 1:** keine Entzündung oder Verbrennung an einer Kante, keine geschmolzenen oder abtropfenden Trümmer, Nachglühzeit nicht länger als 2 Sekunden
- **Index 2:** wie 1 oben plus keine Lochbildung von mehr als 5 mm
- **Index 3:** wie 2 oben plus Nachglühzeit nicht länger als 2 Sekunden

Sekundäre FR-Arbeitskleidung sollte mindestens den niedrigsten Index 1 erfüllen, der im Wesentlichen verlangt, dass sich das Gewebe nicht entzündet und nicht weiter brennt oder tropft.

Ein wichtiger Schritt nach vorn wurde mit dieser Norm in der Version von 2015 gemacht, die neben einer Mindestleistung von Index 1 für das Gewebe auch eine Anforderung für die Prüfung von Komponenten wie Reißverschlüssen und Nähten mit der gleichen Mindestleistung - keine Entzündung, kein Abtropfen usw. - erforderlich sind.

Dieser vertikale Entflammbarkeitstest ähnelt dem Flammfestigkeitstest nach ASTM D6143, der in der NFPA 2112 und in der neuen Norm ANSI 203 gefordert wird. In diesem Fall ist die Probengröße anders (12" x 3") und die Brenndauer etwas länger (12 Sekunden statt 10). Die Anforderungen sind jedoch im Wesentlichen die gleichen: keine Entzündung und kein Schmelzen oder Tropfen.

Mit der Einführung der Norm ANSI 203 im Jahr 2018 ändert sich jedoch die Grundlage für die Bewertung von sekundärer FR-Kleidung, da sie einen Leistungsstandard bietet, der thermische Schaufensterpuppen-Tests verwendet, um die wahrscheinliche Verbrennung des Körpers in mehrlagigen Kleidungsstücken vorherzusagen, wie sie in der realen Welt verwendet wird.

Normen für sekundäre FR-Arbeitskleidung: Schlussfolgerung

Die EN enthält eine spezielle Norm für sekundäre FR-Arbeitskleidung (EN 14116), die eine Prüfung der Entflammbarkeit sowohl des Gewebes als auch der Komponenten verlangt. In den USA sieht die neue Norm ANSI 203 die Prüfung der primären und sekundären FR-Bekleidung an einer Wärmepuppe vor, wie sie in der Praxis getragen wird, und stellt sicher, dass die sekundäre Schicht die primäre FR-Schicht nicht beeinträchtigt.

Die Benutzer können sich daher an diesen beiden Normen orientieren, um sicherzustellen, dass die SFR-Kleidung ihrer Wahl keine Gefahr darstellt.

Schlussfolgerungen: Der Einsatz in der Praxis unterscheidet sich von Labortests

Sowohl die EN- als auch die NFPA-Normen sehen wirksame und recht ähnliche Tests von primärer FR-Arbeitskleidung vor. EN 11612 und NFPA 2112 beinhalten Tests für Flammfestigkeit (oder vertikale Entflammbarkeit), Wärmedurchgangswiderstand,

Wärmeschumpfungswiderstand und einen thermischen Mannequin-Test, wobei die EN-Norm durch die Tatsache geschwächt wird, dass letzterer optional ist. Beides hat seine Vor- und Nachteile (Benutzer in Europa könnten sich an der US-amerikanischen Vorschrift für einen obligatorischen Wärmepuppen-Test orientieren, während Benutzer in Nordamerika die verschiedenen Tests in Europa für die Beständigkeit gegen verschiedene Formen der Wärmeenergieübertragung nutzen könnten).

Im Fall von sekundärer FR-Arbeitskleidung sieht die europäische Norm EN 14116 die Prüfung der Entflammbarkeit von Stoffen und Komponenten vor, um sicherzustellen, dass sie sich nicht entzünden und brennen, aber die EN-Normen enthalten keine Anforderung für die Prüfung von Lagen aus primärer und sekundärer FR-Kleidung mit einer Wärmepuppe.

In den US-Normen wurde die fehlende Prüfung von sekundärer FR-Arbeitskleidung kürzlich in der Norm ANSI 203 von 2018 berücksichtigt. Diese Norm sieht eine thermische Schaufensterpuppenprüfung von mehrlagigen Ensembles vor, wobei zuerst die primäre FR-Arbeitskleidung und danach das Ensemble getestet wird, um sicherzustellen, dass das mehrlagige System keine Verschlechterung des Hitzeschutzes bewirkt.

Der ganze Sinn von SFR-Arbeitskleidung besteht darin, dass sie ÜBER der primären FR-Arbeitskleidung getragen wird. Und während die EN 14116 zumindest eine Prüfung der Entflammbarkeit von SFR-Schichten und Komponenten vorsieht, können nur thermische Schaufensterpuppen-Tests Aufschluss darüber geben, wie sich FR-Arbeitskleidung beim Tragen in der realen Welt verhält. Durch die Prüfung von mehrlagigen Kleidungsstücken in einem kontrollierten, simulierten Brand und die Berechnung der voraussichtlichen Verbrennungen am Körper ist dies die einzige praktische Methode, um sicherzustellen, dass die sekundäre FR-Kleidung den Wärmeschutz der darunter getragenen primären FR-Kleidung nicht beeinträchtigt.

Daher sollte die neue Norm ANSI 203 die Mindestanforderung für die Prüfung von SFR-Kleidung darstellen. Wie bei allen US-Normen ist diese Prüfung jedoch fakultativ, so dass viele auf dem Markt befindliche SFR-Kleidungsstücke dieser Prüfung nicht unterzogen wurden. Und in Europa ist zwar eine begrenzte Prüfung der Entflammbarkeit nach EN 14116 vorgeschrieben (und wie

andere EN-Normen, aber im Gegensatz zu den US-Normen, gesetzlich vorgeschrieben), aber es gibt keine thermische Schaufensterpuppenprüfung für sekundäre FR-Kleidung.

Doch es gibt noch eine weitere Komplikation. SFR-Arbeitskleidung ist speziell dafür ausgelegt, vor flüssigen oder staubförmigen Chemikalien zu schützen oder auch einfach nur die darunter liegende primäre FR-Kleidung sauber zu halten. Was passiert also, wenn die SFR-Kleidung mit Schmutz, Öl oder anderen Verunreinigungen bespritzt wird? Vor allem, wenn das Gewebe die Verunreinigungen nicht wirksam abweist oder sogar absorbiert. Ein entflammbarer Schadstoff wie Öl könnte natürlich dramatische Auswirkungen auf die Gesamtleistung und den Wärmeschutz haben, also muss das SFR-Gewebe Flüssigkeiten wirksam abweisen und gleichzeitig entzündungs- und brennfest sein.

All dies wäre in einem aussagekräftigen Labortest nur sehr schwer zu berücksichtigen (welche Verunreinigungen werden verwendet und in welcher Menge?). Bei einer Risikobewertung sollten die Benutzer jedoch nicht nur Sekundär-FR-Kleidung vorschreiben, die in einem Schaufensterpuppen-System thermisch getestet wurde, wie in ANSI 203 beschrieben, sondern auch berücksichtigen, welche Verunreinigungen in der Arbeitsumgebung vorhanden sein können und wie sie sich auf die gesamte Wärmeschutzleistung auswirken könnten. Als Sicherheitsmaßnahme ist es eine gute Faustregel, kontaminierte SFR-Arbeitskleidung nicht weiter zu verwenden, sondern sie regelmäßig durch saubere Kleidungsstücke zu ersetzen.



Ein Video, das die relative Leistung verschiedener SFR-Gewebe bei Verschmutzung mit einem leichten Öl zeigt, kann [hier angesehen werden](#). ((nur auf Englisch))



Lakeland Industries Inc. ist ein in den USA eingetragenes Unternehmen und einer der größten Hersteller von Chemikalien-, Flamm- und Hitzeschutzkleidung mit mehreren globalen Produktionsstandorten und weltweiten Vertriebsniederlassungen.

Entdecken Sie mehr unter www.lakeland.com

Verfasser: Martin Lill, Lakeland Industries Inc.