

03.24

In Kooperation mit:



75. Jahrgang
Jahrgang 2024
ISSN 2199-7330
1424

sicher ist sicher

www.SISdigital.de



Der Benchmark in Medizin und Recht

Arbeitsunfall und Berufskrankheit

Rechtliche und medizinische Grundlagen für Gutachter, Sozialverwaltung, Berater und Gerichte

Von Prof. Dr. jur. Gerhard Mehrstens und Prof. Dr. jur. Stephan Brandenburg
Begründet von Dr. jur. Alfred Schönberger
Fortgeführt von Prof. Dr. jur. Gerhard Mehrstens, Prof. Dr. med. Helmut Valentin
und Dr. jur. Alfred Schönberger

10., völlig neu bearbeitete Auflage 2024, ca. XVII, ca. 1.400 Seiten, fester Einband,
€ 198,-. ISBN 978-3-503-23791-3

Online informieren und versandkostenfrei bestellen:

www.ESV.info/23791



Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Produktsicherheit und
Gebrauchstauglichkeit
von FFP2-Masken 106

Sichtbarkeit von gereinigter
Warnkleidung 111
Gesundheitsgerechte Gestaltung
von Software 119

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG
100 Jahre



CORINA WALTHER · OLAF MEWES · CLAUDIA WALDINGER

KI-basiertes Kontrollverfahren in die Abläufe der industriellen Reinigung integriert

Wie die Sichtbarkeit von gereinigter Warnkleidung gewährleistet werden kann

Hersteller von Warnkleidung sind für das Inverkehrbringen neuer Warnkleidung entsprechend der Norm DIN EN ISO 20471 verantwortlich. Die Unternehmen wählen nach Gefährdungsbeurteilung die für die Tätigkeit notwendige Warnkleidungsklasse aus und sind für Instandhaltung und richtigen Einsatz verantwortlich. Viele Unternehmen überlassen die Instandhaltung und Reinigung professionellen Industrewäscheunternehmen.

Wie ist nun sicherzustellen, dass eine Warnkleidung nach ausgiebiger Nutzung und mehrfachen Wäschen noch den Vorgaben der Norm entspricht und dem Träger weiterhin die Sicherheit bietet, gesehen zu werden?

Bei der industriellen Wäsche sind es oftmals Mietwäsche-Unternehmen, die für das wieder Inverkehrbringen getragener und gereinigter Warnkleidung verantwortlich sind. Sie müssen über-

prüfen, ob die retroreflektierenden Streifen und das fluoreszierende Hintergrundmaterial nach einer Wäsche noch ihre Funktion erfüllen und die warnende Wirkung entfalten. Die Mietwäsche-Un-

DIE AUTOR*INNEN

**Corina Walther**

Fachzertifiziererin und Sachgebietsleiterin PSA gegen physikalische Einwirkungen im Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – IFA; corina.walther@dguv.de

**Olaf Mewes**

Bereichsleiter Arbeitsmittel, Bauprodukte und mechanische Schutzausrüstungen im Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – IFA; olaf.mewes@dguv.de

**Claudia Waldinger**

Leiterin Sachgebiet Schutzkleidung im Fachbereich PSA des DGUV e. V. BG BAU Viktoriastr. 21 42117 Wuppertal Claudia.Waldinger@bgbau.de

ternehmen sind damit für die Bewertung der Ablegereife der Kleidung verantwortlich und müssen somit Wirtschaftlichkeit und zu gewährleistende Sicherheit miteinander in Einklang bringen.

Betroffen sind alle Arbeitsbereiche, in denen Warnkleidung getragen werden muss: zum Beispiel Gleisbau, Straße, innerbetrieblicher Transport und Verkehr, Erste Hilfe, Notdienste, Ordnungsdienste, Schifffahrt, Hafenarbeit, selbst die Bereiche Waldarbeit und Ernte sind hier eingeschlossen.

Zurzeit erfolgt die Bewertung der Ablegereife durch eine augenscheinliche Sichtprüfung. Beschäftigte in industriellen Reinigungen entscheiden, ob ein Warn-Kleidungsstück entsorgt, repariert oder weiterhin getragen werden kann.

Allerdings können der spezifische Rückstrahlwert der beanspruchten Retro-Reflexstreifen, die Farbkoordinaten sowie der Leuchtdichtefaktor der fluoreszierenden Hintergrundmaterialien derzeit nur durch genormte Prüfungen unter Laborverhältnissen ermittelt werden. Unsere Augen sind nicht so aufgebaut, dass bei einer Inaugenscheinnahme eine sichere Entscheidung getroffen werden kann, und so stellt man auch bei geübten Mitarbeitenden eine hohe Fehlerquote fest.

Dabei wäre es für alle, die Warnkleidung verwenden und für sie verantwortlich sind, aber auch für Firmen, die industrielle Reinigung anbieten, sehr hilfreich, wenn ein Kontrollverfahren, das in der Praxis signifikante Ergebnisse analog zur Labormessung liefert, in den Wasch- und Wiederaufbereitungsprozess integriert werden könnte. Solche Kontrollverfahren werden derzeit vorbereitet. Die Herausforderung ist, dass diese Verfahren weder zu falsch-positiven noch zu falsch-negativen Messwerten führen, um zu verhindern, dass Warnkleidung zu früh oder zu spät aussortiert wird.

Forschungsprojekt initiiert

Aus dem Fachbereich für Persönliche Schutzausrüstungen hat das Sachgebiet Schutzkleidung daher ein Forschungsprojekt initiiert, Verfahren, die im Rahmen der industriellen Wäsche angewandt werden, mit den Normungsverfahren zu vergleichen. Es sollte identifiziert werden, ob in den Waschprozess integrierte Kontrollverfahren zur Sicherstellung der Qualität der Warnkleidung Ergebnisse liefern, die mit den Ergebnissen aus Normprüfungen vergleichbar sind¹.

Dabei wurde unter anderem erstmals ein automatisches, KI-basiertes Verfahren genutzt. Bei diesem Verfahren werden die Textilien auf Bügeln hängend durch eine Auswertebox gefahren

und nach vorher definierten Algorithmen gescannt. Bei jedem Durchlauf eines Textils lernt die Künstliche Intelligenz (KI) dazu und bewertet die Schadstellen. Schadstellen, die gehäuft auftreten, werden dann gezielt ausgewertet, so dass die Bewertung insbesondere an besonders beanspruchten Stellen der Warnkleidung erfolgt.

Es sollte so genauer festgelegt werden können, wann eine Warnkleidung auf Grund fehlender Reflexion oder nachlassender Qualität der fluoreszierenden Hintergrundfarben nicht mehr eingesetzt werden kann und ausgetauscht werden muss.

Untersuchte Parameter

Untersucht wurden die Retroreflexion (Messung des spezifischen Rückstrahlwertes R') der Retroreflexionsstreifen und die Intensität der fluoreszierenden Farben. Hersteller von Warnkleidung geben in Ihren Pflegeanweisungen die Anzahl der maximalen Reinigungszyklen – ein Reinigungszyklus besteht aus Waschen und Trocknen – (z. B. max. 25×) an. Machen sie hierzu keine Angaben, dann garantieren sie lediglich fünf Reinigungszyklen. Die Warnkleidung wird nach den maximalen Reinigungszyklen geprüft und muss dann noch den Normanforderungen entsprechen. Nur so kann garantiert werden, dass die Sichtbarkeitsaspekte der Warnkleidung noch erhalten sind.

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) hat zunächst die Verfahren, die im Rahmen der industriellen Wäsche von verschiedenen Mietwäsche-Unternehmen angewandt werden, definiert beschrieben, damit eine unabhängige Vergleichbarkeit gegeben ist.

Zur Anwendung kamen neben Laboruntersuchungen auch Feldversuche.

Im Rahmen der Laboruntersuchungen wurden die bereitgestellten Kleidungsstücke nach der aktuellen Fassung der Norm DIN EN ISO 20471: 2017 [1] geprüft und bewertet. Bei der Farbbestimmung wurden mit Hilfe eines Farbmessgerätes die Farbkoordinaten der fluoreszierenden Hintergrundmaterialien sowie deren Leuchtdichtefaktor ermittelt. Der Anforderungswert für den Leuchtdichtefaktor von fluoreszierendem Gelb beträgt $\beta = 0,70$, für das fluoreszierende Orange-Rot beträgt er $\beta = 0,40$ und für das fluoreszierende Rot beträgt dieser Wert $\beta = 0,25$. Des Weiteren müssen sich die ermittelten Farbkoordinaten innerhalb eines in der Norm festgelegten Bereichs befinden.

Zur Ablegereife der Warnkleidung trägt unter anderem bei, wenn die Hintergrundfarbe aufgrund der verblassten Kleidung den notwendigen Leuchtdichtefaktor nicht mehr erreicht.

¹ Vgl. sis 3-2023, S. 140

Jede fluoreszierende Farbe muss im Neuzustand wie auch im abgenutzten Zustand innerhalb eines abgesteckten Bereiches (Trapez), welcher durch die Normfarbwertanteile definiert ist, liegen (s. Abbildung 1).

Die Bestimmung der fotometrischen Eigenschaften der retroreflektierenden Anteile der Warnkleidung erfolgt mittels einer Retroreflektions-Messeinrichtung. Dabei muss der spezifische Rückstrahlwert R' von reflektierenden bereits beanspruchten Materialien unter einem Beobachtungswinkel von $12'$ und einem Anleuchtungswinkel von 5° größer $100 \text{ cd}/(\text{lx m}^2)$ betragen.

Dass die rechtzeitige Ausmusterung von Warnkleidung, die keine ausreichende Sichtbarkeit mehr bietet, notwendig ist, zeigten die Feldversuche.

Hierzu wurden in der Dämmerung und Dunkelheit Personen mit neuer Warnkleidung und zum Vergleich stark abgenutzter Warnkleidung auf einer Versuchsstrecke im freien Gelände aus unterschiedlichen Entfernungen mit Autoscheinwerfern (Abblendlicht) angestrahlt. Dabei wurden Eindrücke über die Sichtbarkeit von orange-roter gegenüber gelber Warnkleidung und Unterschiede zwischen einer sehr stark abgenutzten Warnkleidung gegenüber neuer orange-roter Warnkleidung gewonnen.

Die Bewertungen der vorhandenen Leuchtkraft der fluoreszierenden Farben von getragener gegenüber neuer Warnkleidung erfolgte in der Dämmerung mit Resttageslicht in einem Bereich von 1300 lx bis 300 lx .

Beim Vergleich von neuen fluoreszierend orange-roten und gelben Hosen konnte keine Entscheidung getroffen werden, welche Farbe besser zu sehen ist, denn beide waren bis zu einer Entfernung von 300 Metern gut zu sehen. Bis zu einer Entfernung von zirka 225 Metern konnten die Träger beider Hosen auch als Personen wahrgenommen werden.

Im Vergleich von neuen und getragenen, verblassten orange-roten Hosen konnte die neue Hose erneut bis 300 Meter gut gesehen werden. Die abgenutzte Hose hob sich nach ca. 120 Metern aber nicht mehr gut von der Umgebung ab und war nur noch schwach wahrnehmbar.

Die Feldversuche haben gezeigt, dass die retroreflektierenden Streifen auch im gebrauchten Zustand noch lange gut gesehen werden können, allerdings war die Personenerkennung in der Dunkelheit mit Abblendlicht nur bis ca. 25 Meter gegeben.

Ausgehend davon, dass bei einer Geschwindigkeit von ca. 80 Kilometern pro Stunde der Anhalteweg eines Pkw zirka 90 Meter beträgt, ist eine Person mit abgenutzter Warnkleidung nicht mehr frühzeitig sichtbar, um dem Autofahrer die Chance zu geben, rechtzeitig zu

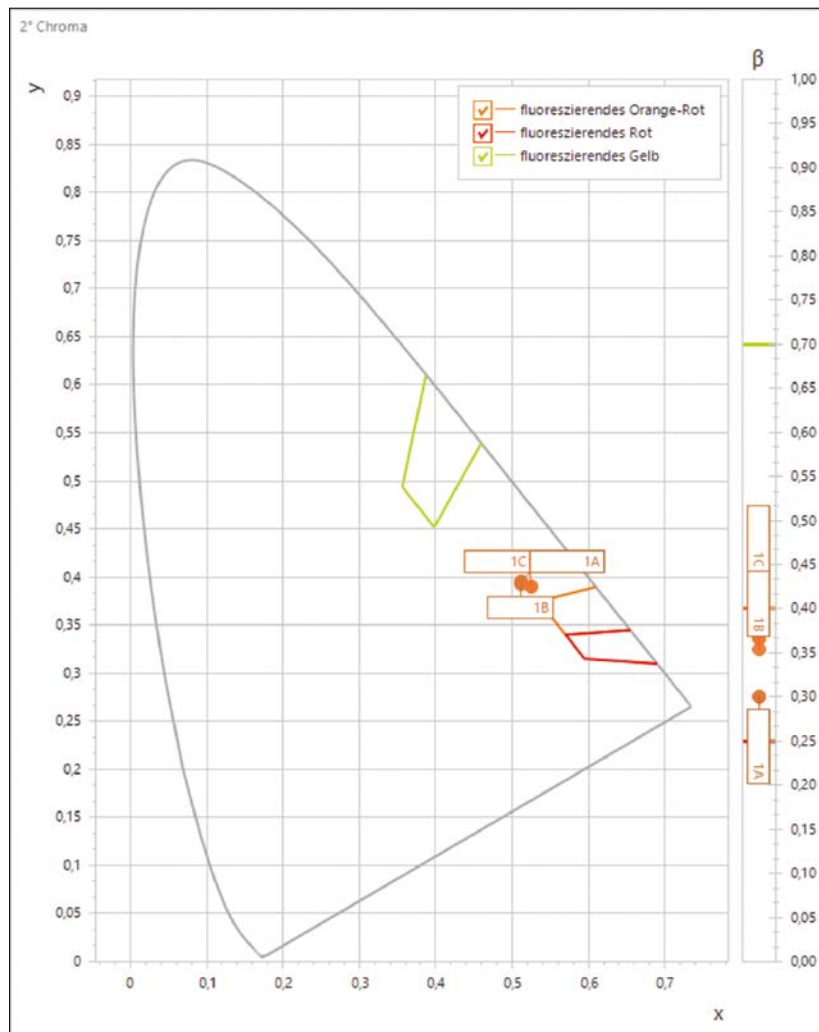


Abb. 1: Darstellung der Farbkoordinaten einer orange-roten getragenen Warnkleidung (Prüfmuster 1A, 1B und 1C), die den Anforderungen an die Farbe nicht mehr entspricht.

© DGUV

bremsten. Während in der Dunkelheit die retro-reflektierenden Streifen auch bei fast ablegereifer Warnkleidung noch für relative Sichtbarkeit sorgen, ist der Träger der Warnkleidung in der Dämmerung, in der die Warnkleidung vorrangig durch ihre orange-rote oder gelbe Hintergrundfarbe Sichtbarkeit gewährleisten soll, nicht mehr gut erkennbar.

Fazit

Im Forschungsprojekt konnte ein KI-basiertes Verfahren zur Qualitätssicherung der Warnkleidung gefunden werden, welches Warnkleidung, die der Norm nicht mehr entspricht, rechtzeitig aussondert. Verfahren, die hingegen durch Inaugenscheinnahme, also auf optischer Auswahl durch eine Person erfolgten, wiesen eine höhere Ungenauigkeit auf.

Es wird nun angestrebt, dieses Verfahren zu beschreiben und zu etablieren, damit Warnkleidung, die nach einer Wäsche optisch noch für gut befunden wurde, aber nicht mehr normkonform ist, nicht mehr in Umlauf kommt. Andererseits kann durch die genauere Bestimmung des Zeitpunktes der Ablegereife und die damit nachgewiesene Wirksamkeit der Warnkleidung diese auch länger getragen werden. ■

LITERATUR

[1] DIN EN ISO 20471: Hochsichtbare Warnkleidung-Prüfverfahren und Anforderungen, Beuth Verlag GmbH, Ausgabe: 03-2017



Abb. 2: Feldversuche zur Sichtbarkeit von getragener und mehrfach gereinigter Kleidung im Vergleich zu neuer Kleidung.

© DGUV