

10.19

Lizenziert für Herrn Olaf Mewes - DGUV.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.
In Kooperation mit:



70. Jahrgang
Oktober 2019
ISSN 2199-7330
1424

sicher ist sicher

www.SISdigital.de

Der neue nivello®-Leiterschuh
Sind Sie bereit für
die neue Generation?



Ihr Plus an Sicherheit und Flexibilität:
Der nivello®-Leiterschuh mit 2-Achsen-Neigungstechnik,
Anstellwinkel-Kontrolle und wechselbaren Fußplatten.
Mehr unter www.steigtechnik.de/nivello



- Leitern
- Rollgerüste

- Sonderkonstruktionen
- Rettungstechnik

www.steigtechnik.de

Wandel der Arbeit –
Bedingungen und Herausforderungen für Sicherheit
und Gesundheit 440

Erwerbsarbeit unter chronischen
Schmerzen 445
Ausbildung von Laserschutzbeauftragten
und fachkundigen Personen 494

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG



O. MEWES · C. WALTHER · CH. WERNER · W. GROMMES · M. DAUBER

„Auf dem Weg zur aktiv leuchtenden Warnkleidung“

Bisher gebräuchliche Warnkleidung findet in einer Vielzahl von Bereichen wie zum Beispiel dem Straßenverkehr, auf Baustellen, im innerbetrieblichen Transport und Verkehr, im Hafenumschlag oder auf Flughäfen, usw. Anwendung. Retroreflektierende Bestandteile der Warnkleidung sollen bei Dunkelheit unter anderem die 360-Grad-Sichtbarkeit und damit die Sicherheit der Träger und Trägerinnen von allen Seiten gewährleisten. Sie ist aber weitgehend wirkungslos, wenn der Benutzende nicht durch eine Fremdlichtquelle, zum Beispiel durch Baulichtscheinwerfer oder Abblendlicht des rollenden Verkehrs, angeleuchtet wird. Die Anforderungen an diese „Warnkleidung“ hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Prüfung sind in DIN EN ISO 20471 [1] dargelegt.

Anforderungen an aktiv leuchtende Warnkleidung

Um die Sichtbarkeitslücke bei diffusen Lichtverhältnissen oder Schattenbildungen zu schließen, arbeiten verschiedene Herstellerfirmen an Lösungen für eine aktiv leuchtende Warnkleidung. Um fehlende Anforderungen an diese Warnklei-

dung – zusätzlich zu den bestehenden retroreflektierenden und fluoreszierenden Flächen auf Warnkleidung nach DIN EN ISO 20471 – gerecht zu werden, wird zurzeit an der Erstellung einer Vornorm für aktive Beleuchtung auf Warnkleidung gearbeitet. Hier nehmen Mitarbeitende der Berufsgenossenschaft Verkehr (BG Verkehr),

Abb. 1 (oben): Abfallwerker mit Warnkleidung

DIE AUTOREN



Dipl.-Ing. Olaf Mewes
Institut für Arbeitsschutz der
DGUV (IFA), Sankt Augustin
Email: olaf.mewes@dguv.de



Dipl.-Ing. Corina Walther
Institut für Arbeitsschutz
der DGUV (IFA)
Email: corina.walther@
dguv.de



Dipl.-Ing. Christian Werner
Institut für Arbeitsschutz
der DGUV (IFA)
Email: christian.werner@
dguv.de

der Prüfinstitute, der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) sowie Herstellerfirmen von Warnkleidung und Leuchtmitteln teil. Damit soll schnell auf den Bedarf und die Situation des Marktes, insbesondere auf den Prüf- und Zertifizierungsbedarf nach der PSA-Verordnung [2] eingegangen werden.

Das Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) widmet sich bereits seit vielen Jahren, neben der Prüfung und Zertifizierung von Warnkleidung, der Erforschung und der Beobachtung der Anwendung dieser Kleidung. Dies geschieht insbesondere im Hinblick auf deren optimalen Einsatz in Verbindung mit der 360-Grad-Sichtbarkeit des Verwenders beziehungsweise der Verwenderin – bei unterschiedlichen Tätigkeiten und Situationen.

Um die Anforderungen an Warnkleidung mit aktiver Beleuchtung im Straßenverkehr und im innerbetrieblichen Transport und Verkehr zu ermitteln, wurde das IFA von der BG Verkehr mit hierzu erforderlichen Grundsatzuntersuchungen beauftragt. Einzelne Fragestellungen betreffen unter anderem die Festlegung von Mindestmengen und der Positionierung von LEDs bzw. LED Bändern, um eine umfassende Sichtbarkeit der Benutzenden zu garantieren. Des Weiteren sollen Untersuchungen zur Nachtsichtbarkeit durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang müssen Fragen zur Farbe, Helligkeit, Blendung und dem Abstrahlwinkel (Öffnungswinkel) von LEDs untersucht und geklärt werden. Große Bedeutung wird auch der Beantwortung von Fragen zur Stromversorgung – insbesondere der Akkusicherheit und der Akkulaufzeit –, die maßgeblich die Verfügbarkeit der aktiven Beleuchtung bestimmen, beigemessen. Darüber hinaus müssen weitere Punkte, wie die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Elektromagnetische Felder (EMF) für Implantat-Träger und -Trägerinnen, elektrische Sicherheit, IP-Schutzarten, mechanische Anforderungen und letztendlich auch Fragen zur Realisierung der Reinigung der Warnkleidung mit aktiver Beleuchtung untersucht werden.

Sichtbarkeitsuntersuchungen mit Versuchspersonen

In einer ersten Untersuchungsreihe wurden verschiedene Leuchtmittel wie LEDs, LED Bänder, Lichtleitertechnik in unterschiedlichen Bauformen und Farben sowie eine geeignete Messtechnik zur Beurteilung der Bauelemente hinsichtlich ihrer Leuchtdichte unter verschiedenen Abstrahlwinkeln verwendet.

Hierzu wurden bei Dunkelheit (gemessene Beleuchtungsstärke 0,3 lx) Freifeld-Untersuchungen mit Probanden zur Sichtbarkeit von unterschiedlichen LED-Anordnungen, Leuchtdichten (600 cd/m² und 1200 cd/m²) und Farben



Abb. 2: zeigt eine normgerechte geprüfte Warnweste © DGUV

(Rot und Gelb) bei gestaffelten Entfernungen von 50 m, 80 m, 100 m und 150 m durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die auf einer Platte, in Abständen von 3,5 cm beziehungsweise 10 cm, angeordneten LEDs bei einer vergleichsweise geringen Leuchtdichte von 600 cd/m² für alle Probanden und Probandinnen bis zu einer Entfernung von 150 m zur Lichtquelle sichtbar waren. Dabei gaben 80 Prozent der Versuchspersonen an, dass aus einer Entfernung von 150 m die roten LEDs gegenüber den gelben LEDs deutlicher erkennbar sind. 20 Prozent gaben an, im Nahbereich zur Lichtquelle (Entfernung 1 m) bei einer Leuchtdichte von 1200 cd/m² von der Lichtquelle geblendet zu werden. Bei einer Leuchtdichte von 600 cd/m² wurde keine Blendung festgestellt.

Weitergehende Untersuchungen an mit LEDs bestückter Warnkleidung zeigten, dass es zu Verdeckungseffekten der Leuchtmittel durch Hand, Arm, Körperbewegungen, umgehängte Taschen oder Tragegurte kommen kann. Damit wäre eine zentrale, sicherheitsrelevante Forderung an die 360-Grad-Sichtbarkeit nicht mehr erfüllt. Dies gilt es zu vermeiden, indem eine ausreichende Anzahl und intelligente Anordnung der Leuchtmittel auf der Warnkleidung angebracht werden (Abbildung 3).

In einer zweiten Probandenbefragung bei Dunkelheit wurden verschiedene Anforderungen von LEDs und Leuchtstärken aus unterschiedlichen Entfernungen untersucht und ausgewertet.

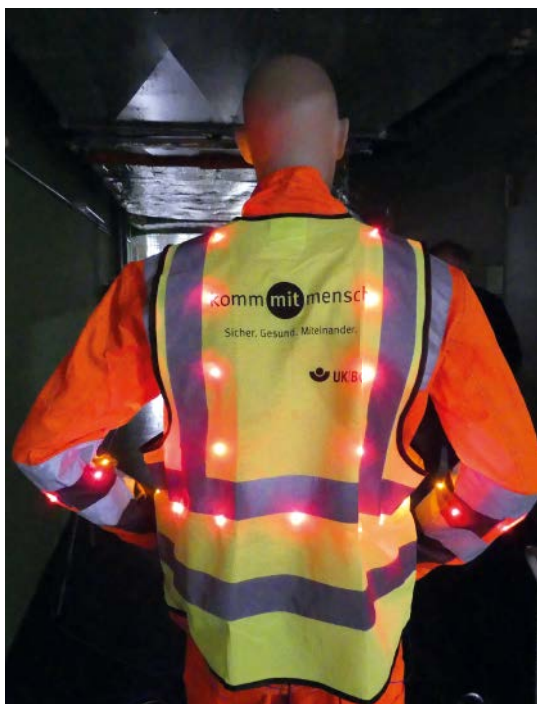


Abb. 3: Versuchsaufbau: Warnweste mit applizierten LEDs

© DGUV

Folgende Anordnungen von Einzel-LEDs und LEDs in Flächenanordnungen kamen dabei als statischer Versuchsaufbau zum Einsatz (siehe Abbildungen 4 und 5).

Einzelne LED's

- ▶ vertikal in Reihe auf einer schwarzen Platte im Abstand von jeweils 17 mm
- ▶ 3 Reihen in den Farben gelb, rot und weiß parallel angeordnet
- ▶ einstellbare Leuchtdichte: 10, 100 und 400 cd/m²

Fläche (1 cm × 1 cm)

- ▶ Elektro-Lumineszenz Fläche in den Farben: rot, gelb und weiß
- ▶ einstellbare Leuchtdichte: 10 cd/m²

Fläche (1 cm × 10 cm)

- ▶ Elektro-Lumineszenz Fläche in den Farben: rot, gelb und weiß
- ▶ senkrecht angeordnet
- ▶ einstellbare Leuchtdichte: 10 cd/m²

DIE AUTOREN



Dipl.-Ing. Werner Grommes
Institut für Arbeitsschutz
der DGUV (IFA)
Email: werner.grommes@dguv.de



Dipl.-Ing. Martin Dauber
BG Verkehr, Regional-
abteilung Prävention
Email: martin.dauber@bg-verkehr.de

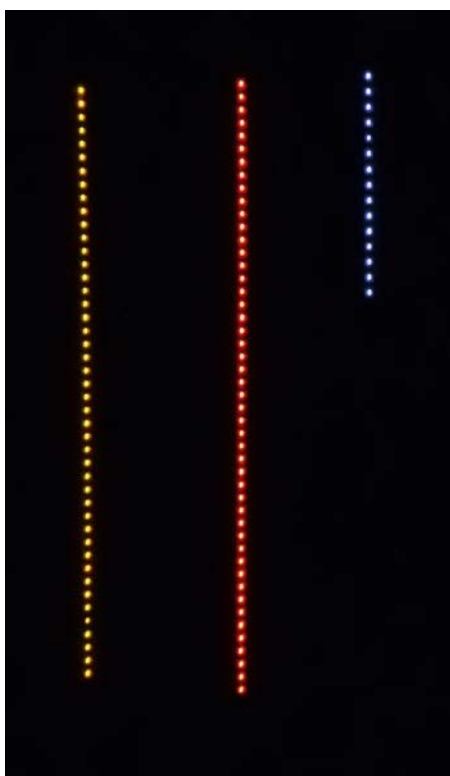


Abb. 4: Einzel-LEDs in Reihe

© DGUV



Abb. 5: LEDs als Fläche

© DGUV

Anordnung von LEDs	Mindestleuchtdichte [cd/m^2]	Reichweite [m]
Einzel-LEDs in Reihe (Abstand 17 mm) rot, gelb (weiß nicht sichtbar)	10	≤ 50
LED Fläche 10 cm^2 gelb und weiß (rot nicht sichtbar)	10	≤ 50
Einzel-LEDs in Reihe (Abstand 17 mm) rot und gelb (weiß nicht sichtbar)	100	≤ 100
LED Fläche $> 10 \text{ cm}^2$ rot, gelb und weiß	muss noch ermittelt werden	–
Einzel-LEDs in Reihe (Abstand 17 mm) rot und gelb (weiß nicht sichtbar)	100	≤ 150
LED Fläche $> 10 \text{ cm}^2$ rot, gelb und weiß	muss noch ermittelt werden	–

Tab. 1: Ergebnisse aus Probandenbefragungen für die Sichtbarkeit von Einzel-LEDs und Flächen bei Dunkelheit nach Probandenaussage

Wie die Ergebnisse aus Tabelle 1 verdeutlichen, wurden von den Probanden Einzel-LEDs mit einem Abstand von 17 mm und einer Leuchtstärke von $10 \text{ cd}/\text{m}^2$ lediglich bis zu einer Entfernung von 50 m wahrgenommen. Dies gilt ebenfalls für weiße und gelbe LED Flächen von 10 cm^2 . Nach einer Erhöhung der Leuchtdichte auf $100 \text{ cd}/\text{m}^2$ wurden die Einzel-LEDs bis zu einer Entfernung von 150 m erkannt.

Die Sicherheitsuntersuchung für LED Flächen bei einer Leuchtdichte vom $100 \text{ cd}/\text{m}^2$ muss noch durchgeführt werden.

Eine praxisgerechtere Untersuchung der Sichtbarkeit von LED-Anordnungen erfolgte mit Hilfe einer mit einzelnen gelben LEDs, im Abstand von

jeweils 10 cm bestückten Warnjacke der Klasse 3. Wie Abbildung 6 zeigt, erfolgt die Anordnung der LEDs parallel zu den vorhandenen retroreflektierenden Streifen. Dabei wurden folgende Leuchtdichten eingestellt: 10, 100, 400 cd/m^2 .

Aufgrund von nicht starr applizierbaren LEDs auf der Jacke, Faltenwurf der Jacke, Verdeckungen und des gewählten LED-Abstandes von 10 cm war von den Probanden die Jacke nur bis zu einer Entfernung von 50 m bei einer Leuchtdichte-einstellung von $400 \text{ cd}/\text{m}^2$ erkennbar. Geringere Leuchtdichten waren bei dieser geringen Entfernung überhaupt nicht sichtbar.

Ausblick

Bezüglich der Anordnung von Leuchtmitteln sind weiterführende Untersuchungen notwendig. Hier muss die 360-Grad-Sichtbarkeit der Benutzenden im Vordergrund stehen. Zukünftige Untersuchungsfelder sind unter anderem die elektrische Sicherheit, die Elektromagnetische Verträglichkeit, Elektromagnetische Felder und der Einfluss der Reinigungsprozesse auf die Warnkleidung mit aktiver Beleuchtung.

Die ersten Ergebnisse sollen in die Erarbeitung der Vornorm einfließen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden die Beratungskompetenz der Unfallversicherungsträger im Hinblick auf die Einsatzgebiete der Warnkleidung mit aktiver Beleuchtung stärken. ■



Abb. 6: LED bestückte Warnjacke

© DGUV

LITERATUR

- [1] DIN EN ISO 20471: Hochsichtbare Warnkleidung – Prüfverfahren und Anforderungen: 2013 + A1:2016, Beuth Verlag GmbH, 2017-03.
[2] PSA-Verordnung (EU) 2016/425.