

203-004

DGUV Information 203-004



Einsatz elektrischer Betriebsmittel bei erhöhter elektrischer Gefährdung

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Neue Rufnummern ab 1. August 2018:

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-6132

Sachgebiet Elektrotechnik und
Feinmechanik des Fachbereichs Energie
Textil Elektro Medienerzeugnisse
der DGUV

Ausgabe: April 2018

DGUV Information 203-004
zu beziehen bei Ihrem zuständigen
Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen

komm
mit
mensch

komm **mit** mensch
Sicher. Gesund. Miteinander.

→ kommmitmensch.de

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Begriffsbestimmungen	7
3 Gefährdungsermittlung und -beurteilung	10
4 Auswahl, Bereitstellung, Benutzung	14
5 Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag	15
6 Auswahl von Betriebsmitteln	18
7 Instandsetzung, Wartung, wiederkehrende Prüfungen	23
8 Unterweisung	25
Anhang 1	
Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln.....	26
Anhang 2	
Schutzarten nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1).....	29
Anhang 3	
Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen.....	30
Anhang 4	
Literaturverzeichnis.....	33
Anhang 5	
Erläuterungen zu den Festlegungen des Abschnitts 5.....	36
Anhang 6	
Beispiele für Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung.....	39
Anhang 7	
Beispiele für Bereiche mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung.....	43

Vorbemerkung

Bei der Benutzung elektrischer Betriebsmittel kann

- aufgrund begrenzter Bewegungsfreiheit oder
- aufgrund arbeitsbedingter Zwangshaltung

in leitfähiger Umgebung eine erhöhte elektrische Gefährdung bestehen.

Nicht jede elektrische Schutzmaßnahme gewährleistet unter den genannten Bedingungen bei Auftreten eines Fehlers ausreichende Sicherheit.

Bei der Beurteilung der Gefährdung in leitfähiger Umgebung werden folgende Bereiche unterschieden:

- Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
- Bereiche mit ausreichender Bewegungsfreiheit

Diese DGUV Information empfiehlt für die genannten Bereiche Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen. Dabei werden die elektrophysiologischen Erkenntnisse berücksichtigt.

In den Anhängen ist eine Beispielsammlung unterschiedlicher Arbeitsplätze und -situationen angefügt.

1 Anwendungsbereich

Diese DGUV Information enthält Festlegungen zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag bei der Benutzung ortsfester und ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel in Bereichen mit erhöhter elektrischer Gefährdung aufgrund begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung.

Außerdem werden Schutzmaßnahmen für den Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung beschrieben.

Beim Elektrohandschweißen sind zusätzlich die Anforderungen an „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (in DGUV Regel 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“ Kapitel 2.26) zu beachten.

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Erhöhte elektrische Gefährdung

ist gegeben, wenn elektrische Betriebsmittel in Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung betrieben werden.

Von einer leitfähigen Umgebung kann ohne nähere Betrachtung ausgegangen werden, wenn diese z. B. aus Metall oder aus feuchtem Erdreich besteht.

Leitfähige Umgebung bedeutet: Widerstand $< 50 \text{ k}\Omega$, vgl. Definition „Nichtleitende Räume“ aus VDE 0100-410, C1.5.

2.2 Ein Bereich mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung

liegt vor, wenn eine Person mit ihrem Körper großflächig in Berührung mit der Umgebung stehen kann, die Möglichkeit der Unterbrechung dieser Berührung eingeschränkt ist und die Umgebung im Wesentlichen elektrisch leitfähig ist (siehe auch VDE 0100-706).

Beispiele für die praktische Anwendung der Definition siehe Anhang 6.

2.3 Ein Bereich mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung

ist im Wesentlichen elektrisch leitfähig. Eine großflächige Berührung ist hier nicht zwingend gegeben.

Beispiele für die praktische Anwendung der Definition siehe Anhang 7.

2.4 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel

können während des Betriebes bewegt oder leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind.

Siehe VDE 0100-200 Abschnitt 826-16-04

2.5 Ortsfeste elektrische Betriebsmittel

sind fest angebrachte Betriebsmittel oder Betriebsmittel ohne Tragevorrichtung, deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können. Dazu gehören auch elektrische Betriebsmittel, die vorübergehend fest angebracht sind und über bewegliche Anschlussleitungen betrieben werden.

Siehe VDE 0100-200 Abschnitte 826-16-06 und 826-16-07

2.6 Trenntransformator

ist ein Transformator mit Schutztrennung zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen.

Siehe VDE 0570-1 Abschnitt 3.1.2

2.7 Sicherheitstransformator

ist ein Trenntransformator zur Versorgung von Schutzkleinspannungstromkreisen (SELV oder PELV).

Siehe VDE 0570-1 Abschnitt 3.1.3

2.8 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

ist ein Schaltgerät, das dazu vorgesehen ist, Ströme unter üblichen Betriebsbedingungen einzuschalten, zu führen und auszuschalten und die Öffnung der Kontakte zu veranlassen, wenn der Fehlerstrom einen vorgegebenen Wert erreicht (nach VDE 0664-10 Beiblatt 1). Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen werden u. a. charakterisiert durch ihren Bemessungsstrom I_n und ihren Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$.

Im Folgenden werden Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen RCDs (Residual Current protective Device) genannt. Zur Auswahl des geeigneten Typs (A, F, B oder B+) siehe DGUV Information 203-006.

2.9 PRCD-S

ist eine ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, 3-polig oder 5-polig schaltend. Sie erfasst Fehlerströme, die von aktiven Leitern im Fehlerfall gegen Erde oder PE fließen und ist mit einer zusätzlichen Überwachung der Versorgungsspannung, der Spannung auf dem Schutzleiter, des Bruchs des Schutzleiters und der Aufrechterhaltung der Schutzleiterfunktion bei Fremdspannung ausgerüstet.

3 Gefährdungsermittlung und -beurteilung

3.1 Allgemeine Anforderungen

Beim Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln ist grundsätzlich von einer elektrischen Gefährdung auszugehen. Das Risiko (Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Verletzungsschwere) steigt mit der Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung durch äußere Einwirkungen und mit der Höhe der Körperdurchströmung, begünstigt durch großflächigen Kontakt mit der leitfähigen Umgebung.

Daher sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag festzulegen und umzusetzen. Der Stand der Technik, z. B. die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht größer als 30 mA für Steckdosenstromkreise und fest angeschlossene handgeführte elektrische Betriebsmittel, ist dabei zu berücksichtigen.

Für Arbeitsbereiche, in denen eine erhöhte elektrische Gefährdung vorliegt oder vorliegen kann, sind weitergehende Schutzmaßnahmen erforderlich.

3.2 Unterscheidung der Arbeitsbereiche

Folgende Arbeitsbereiche können unterschieden werden:

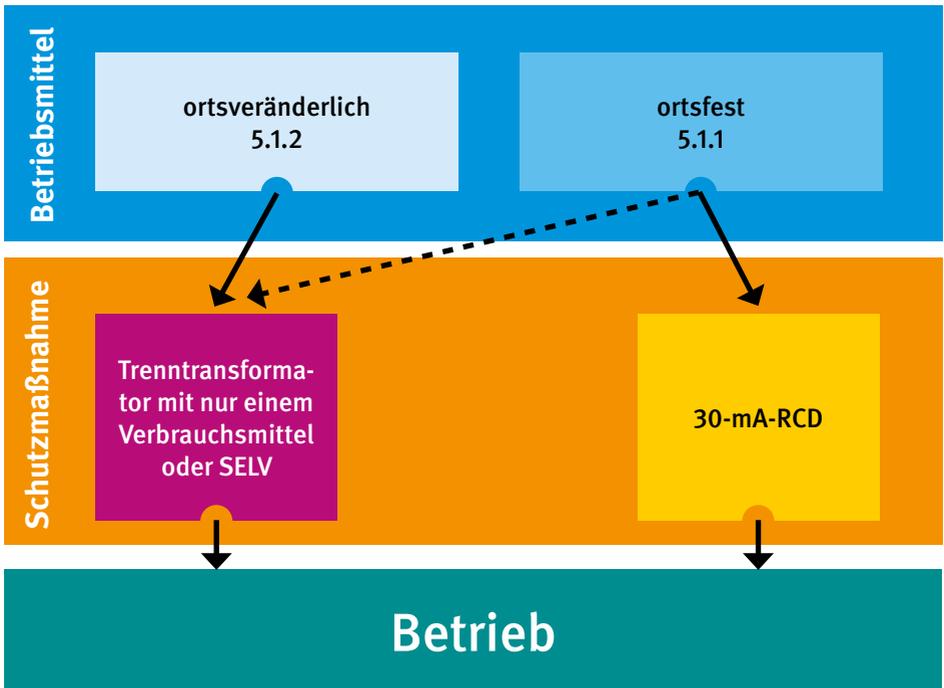
1. **Begrenzte Bewegungsfreiheit** in leitfähiger Umgebung, z. B.
 - in Kesseln und Tanks
 - in Rohrleitungen
 - in Rohrgräben und Schächten
 - in Fahrzeugen
 - in Bewehrungen

2. **Ausreichende Bewegungsfreiheit** in leitfähiger Umgebung, z. B.
- auf Metallkonstruktionen
 - an Fahrzeugen
 - in unterirdischen Hohlräumen, z. B. Tunnel
 - auf Bewehrungen

Beispielbilder zu einigen der genannten Arbeitsbereiche sind in den Anhängen 6 und 7 dargestellt.

Erhöhte elektrische Gefährdung mit begrenzter Bewegungsfreiheit

Definition 2.2, Beispiele Anhang 6

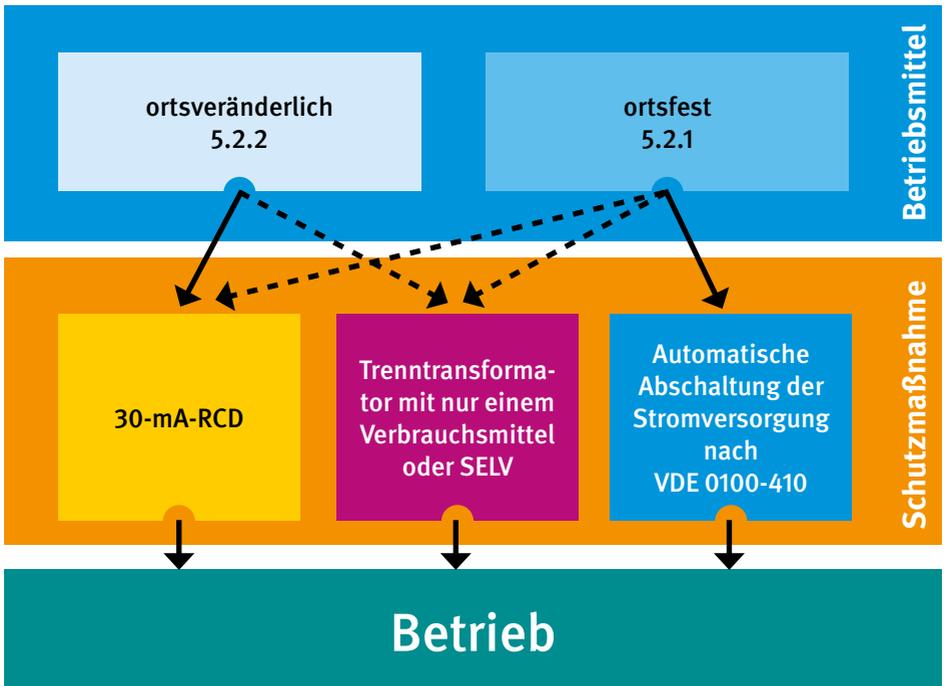


--> = Höherwertige Schutzmaßnahme auch zulässig

Abb. 1: Übersicht „Elektrische Gefährdung und Schutzmaßnahmen beim Einsatz elektrischer Betriebsmittel“

Elektrische Gefährdung mit ausreichender Bewegungsfreiheit

Definition 2.3, Beispiele Anhang 7



4 Auswahl, Bereitstellung, Benutzung

Elektrische Betriebsmittel müssen nach den Festlegungen dieser DGUV Information sowie nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik bereitgestellt und benutzt werden. Abweichungen sind zulässig, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

Elektrische Betriebsmittel müssen unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen ausgewählt werden.

Zu berücksichtigen sind z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Staub, mechanische oder chemische Beanspruchung. Siehe auch DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“.

Elektrische Betriebsmittel sind so zu benutzen, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung eine Gefährdung vermieden wird.

Bei Vorliegen besonderer Gefährdungen dürfen elektrische Betriebsmittel nur unter Einhaltung zusätzlicher Bestimmungen benutzt werden.

Besondere Gefährdungen sind außer erhöhter elektrischer Gefährdung z. B. Brand- oder Explosionsgefahr.

5 Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag

5.1 Schutzmaßnahmen bei erhöhter elektrischer Gefährdung

5.1.1 Ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind unter Anwendung einer der folgenden Maßnahmen zu betreiben:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung nach VDE 0100-410 Abschnitt 411. Für die automatische Abschaltung sind RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ zu verwenden.
- Schutztrennung mit nur einem Betriebsmittel, siehe 5.1.2.
- Schutzkleinspannung (SELV), siehe 5.1.2.

5.1.2 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel sind unter Anwendung einer der folgenden Maßnahmen zu betreiben:

- Schutztrennung nach VDE 0100-410 Abschnitt 413. Dabei darf jeweils nur ein Betriebsmittel je Ausgangswicklung einer Spannungsquelle, z. B. Trenntransformator, angeschlossen werden. Die Wicklungen müssen galvanisch voneinander getrennt sein.
- Schutzkleinspannung (SELV) nach VDE 0100-410 Abschnitt 414. Es dürfen nur Betriebsmittel der Schutzklasse III verwendet werden, die jedoch unabhängig von der Nennspannung mindestens der Schutzart IP 2X entsprechen müssen, d. h. isoliert oder fingersicher abgedeckt sind.

Handleuchten dürfen nur mit Schutzkleinspannung (SELV) betrieben werden.

Leuchtstofflampen-Leuchten mit eingebautem Transformator, der mit SELV gespeist wird und eine höhere Ausgangsspannung erzeugt, sind gleichermaßen zugelassen (siehe VDE 0100-706).

Ortsveränderliche Stromquellen müssen außerhalb des Bereiches mit erhöhter elektrischer Gefährdung aufgestellt werden.

Nur wenn das aus technischen Gründen nicht möglich ist, z. B. bei sehr langen Rohrleitungen, Kanälen, Kastenträgern usw., darf im Einzelfall die Stromquelle innerhalb des Bereiches mit erhöhter elektrischer Gefährdung aufgestellt werden. Dazu muss die Zuleitung

- geschützt verlegt und von geeigneter Bauart (siehe Abschnitt 6.1) und
- durch eine RCD mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ geschützt sein.

Bei der Auswahl von ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln ist anzustreben, nur solche der Schutzklasse II zu verwenden. Ortsveränderliche Trenn- und Sicherheitstransformatoren müssen der Schutzklasse II entsprechen.

Die Festlegungen dieses Abschnittes gelten nicht für ortsveränderliche Betriebsmittel mit eigener Stromquelle.

Solche Betriebsmittel sind z. B. Akku-Schrauber und -Handleuchten.

5.2 Schutzmaßnahmen in Bereichen mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung

5.2.1 Ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind unter Anwendung der Schutzmaßnahmen nach VDE 0100-410 zu betreiben.

Es ist jedoch die Anwendung des zusätzlichen Schutzes durch RCDs nach VDE 0100-410 Abschnitt 415.1 zu empfehlen.

Für Stromkreise mit Steckvorrichtungen $I_n \leq \text{AC } 32 \text{ A}$ sind RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ vorzusehen.

5.2.2 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel sind unter Anwendung einer der folgenden Schutzmaßnahmen zu betreiben:

- in geprüften elektrischen Anlagen:
fest installierte RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$
- hinter geprüften Steckdosenstromkreisen ohne RCD:
mobile Verteiler mit integrierten RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$
- hinter Steckdosen mit unbekannter Schutzmaßnahme:
 - **PRCD-S** mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ nach VDE 0661-10 Beiblatt 1, Abschnitt 3.2.3 (zur Schutzpegelerhöhung)
 - **Schutztrennung** nach VDE 0100-410 Abschnitt 413
 - **Schutzkleinspannung (SELV)** nach VDE 0100-410 Abschnitt 414; es dürfen nur Betriebsmittel der Schutzklasse III verwendet werden, die jedoch unabhängig von der Nennspannung mindestens der Schutzart IP 2X entsprechen müssen, d. isoliert oder fingersicher abgedeckt sind

6 Auswahl von Betriebsmitteln

6.1 Leitungen

Bewegliche Leitungen (Ausnahme für Geräteanschlussleitungen siehe Abschnitte 6.4 und 6.5) müssen von der Bauart H07RN-F oder H07BQ-F oder höherwertig sein (H07BQ-F ist nur eingeschränkt beständig gegenüber thermischer Einwirkung von außen, z. B. bei Schweißarbeiten).

Bei sehr hohen mechanischen Beanspruchungen, z. B. im Bergbau oder Tunnelbau, sind nur Leitungen höherwertiger Bauart zu verwenden, z. B. NSSHÖU.

An Stellen, an denen Leitungen mechanisch besonders beansprucht werden können, sind sie geschützt zu verlegen. Leitungen gelten als geschützt verlegt, wenn sie z. B.

- hochgehängt,
 - in Kabelbrücken, in Schutzrohren oder unter vergleichbaren tragfähigen Konstruktionen verlegt
- sind.

6.2 Leitungsroller

Leitungsroller sind geeignet, wenn sie die Anforderungen nach Grundsatz GS-ET-35 „Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Leitungsrollern für Bau- und Montagestellen“ erfüllen. Das bedeutet, dass sie nach DIN EN 61242 (VDE 0620-300) oder DIN EN 61316 (VDE 0623-100) gebaut sind und zusätzlich folgende Merkmale aufweisen:

- Ausführung in Schutzklasse II, d. h. schutzisoliertes Betriebsmittel mit doppelter oder verstärkter Isolierung, gekennzeichnet mit 
- Ausrüstung mit einer Leitung gemäß Abschnitt 6.1

- Ausführung des Tragegriffs, des Kurbelgriffs und des Wickelkörpers aus Isolierstoff oder vollständige Umhüllung dieser Teile mit Isolierstoff, um zu verhindern, dass durch eine beschädigte Leitung eine gefährliche Berührungsspannung an berührbaren Konstruktionsteilen anstehen kann.
- Ausrüstung mit Schutzkontakt-Steckvorrichtungen für erschwerte Bedingungen, gekennzeichnet mit 
- mindestens Schutzart IP 44 (Kennzeichnung in Klartext oder Symbol)
- Eignung für Betrieb im Umgebungstemperaturbereich von -25 °C bis $+40\text{ °C}$

Leitungsroller sind in der vorgesehenen Gebrauchslage (aufrecht auf Traggestell stehend) zu betreiben.

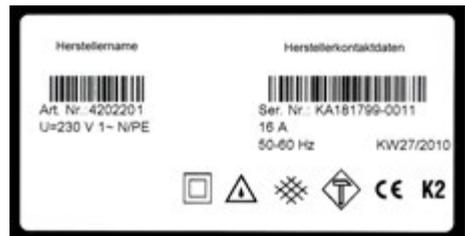


Abb. 2: Geeigneter Leitungsroller und Typschild mit notwendigen Angaben

6.3 Installationsmaterial

Installationsmaterial, z. B. Schalter, Steckvorrichtungen, muss während des Betriebes mindestens die Schutzart IP X4 erfüllen. Die vom Hersteller vorgesehene Einbaulage und Verwendung sind zu beachten.

Die Gehäuse von Steckvorrichtungen müssen aus Isolierstoff bestehen und eine ausreichende mechanische und thermische Beständigkeit aufweisen.

Wenn die Verschraubung einer Steckvorrichtung nicht nur abdichtet, sondern auch die Zugentlastung übernimmt, ist bei wiederkehrenden Prüfungen darauf zu achten, dass die Verschraubung fest angezogen ist und die genannten Funktionen weiterhin erfüllt werden. Falls erforderlich, sind die Leitungen neu abzusetzen und anzuschließen.

6.4 Handgeführte elektrische Betriebsmittel

Diese müssen mindestens der Schutzart IP 2X entsprechen und mit einer Geräteanschlussleitung gemäß Abschnitt 6.1 ausgestattet sein.

Bis zu einer Leitungslänge von 4 m ist als Geräteanschlussleitung auch die Leitungsbauart H05RN-F oder H05BQ-F zulässig, soweit nicht die zutreffende Gerätenorm eine höherwertige Bauart fordert.

6.5 Leuchten

6.5.1 Allgemeines

Bei erschwerten mechanischen Bedingungen müssen Leuchten ihren jeweils zutreffenden Produktnormen (Reihe VDE 0711) entsprechen und zusätzlich folgenden Anforderungen genügen:

- Leuchten müssen mindestens in der Schutzart IP 23 ausgeführt sein.
- Leuchten sind entsprechend ihrer Bauart als Decken-, Wand- oder Bodenleuchten einzusetzen. Sie sind mittels zugehöriger Aufhängungen zu befestigen oder mittels geeigneter Ständer aufzustellen.

- Bewegliche Geräteanschlussleitungen müssen Abschnitt 6.1 entsprechen.
- Bei erschwerten mechanischen Bedingungen müssen geeignete Leuchten eingesetzt werden. Bodenleuchten und Handleuchten sind mit T gekennzeichnet.

6.5.2 Zusätzliche Anforderungen für Bodenleuchten

Leuchten, die als Bodenleuchten eingesetzt werden, müssen mindestens in der Schutzart IP 55 ausgeführt sein (für in Leuchten eingebaute Steckdosen gilt Abschnitt 6.3).



Abb. 3:
Geeignete
Bodenleuchte

6.5.3 Zusätzliche Anforderungen für Handleuchten

Handleuchten müssen mindestens in der Schutzart IP 55 ausgeführt sein und den Festlegungen in VDE 0711-2-8 entsprechen.

Handleuchten müssen der Schutzklasse II oder III entsprechen. Handleuchten zur Verwendung bei erhöhter elektrischer Gefährdung müssen der Schutzklasse III entsprechen (siehe Abschnitt 5.1.2).

Körper, Griff und äußere Teile der Fassung müssen aus Isolierstoff bestehen. Handleuchten müssen mit einem Schutzglas und einem Schutzkorb ausgerüstet sein.

Der Schutzkorb kann entfallen, wenn statt des Schutzglases eine bruchfeste Umschließung aus Kunststoff oder vergleichbarem Material vorhanden ist.

Die Leitungseinführung muss über eine ausreichende Zugentlastung und einen Knickschutz verfügen.

Die Geräteanschlussleitung muss den Anforderungen aus Abschnitt 6.1 entsprechen.

Bis zu einer Leitungslänge von 5 m ist als Geräteanschlussleitung auch die Leitungsbauart H05RN-F oder H05BQ-F zulässig.



Abb. 4: Geeignete Handleuchte mit Typschild

7 Instandsetzung, Wartung, wiederkehrende Prüfungen

7.1 Instandsetzung und Wartung

Elektrische Betriebsmittel, von denen infolge eines Mangels eine Gefährdung ausgeht, müssen sofort wirksam der Benutzung entzogen werden.

Die Instandsetzung und Wartung von elektrischen Betriebsmitteln darf nur von Elektrofachkräften vorgenommen werden. Nach einer elektrotechnischen Instandsetzung muss eine abschließende Prüfung erfolgen.

7.2 Wiederkehrende Prüfungen

Elektrische Betriebsmittel sowie Anlagen oder Anlagenteile, die zur direkten Versorgung elektrischer Betriebsmittel in diesen Bereichen genutzt werden, müssen regelmäßig auf ordnungsgemäßen Zustand durch eine zur Prüfung befähigte Person (Elektrofachkraft) geprüft werden. Die Prüffristen sind vom Unternehmer im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen (Betriebssicherheitsverordnung § 3, Abs. 6). Zur Ermittlung von Prüffristen siehe Technische Regeln zur Betriebssicherheit TRBS 1201 und DGUV Information 203-071.

Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel müssen vor jeder Benutzung einer Sichtprüfung auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel unterzogen werden.

7.3 Prüfnachweis

Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren. Am Einsatzort ist ein Prüfnachweis vorzuhalten. Der Prüfnachweis gilt als erbracht, wenn die geprüften und als mängelfrei beurteilten Betriebsmittel mit einer Kennzeichnung versehen werden, z. B. mit einer Prüfplakette oder einer Banderole mit Angabe des nächsten Prüftermins.

Betriebsmittel	bewährte Prüffrist	Prüfumfang
ortsfeste elektrische Betriebsmittel in Bereichen mit ausreichender Bewegungsfreiheit	4 Jahre	Prüfung nach den geltenden elektrotechnischen Regeln (siehe auch DGUV Information 203-072)
ortsfeste elektrische Betriebsmittel in Bereichen mit erhöhter elektrischer Gefährdung	1 Jahr	
ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel (auch Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen)	6 Monate *)	Prüfung nach den geltenden elektrotechnischen Regeln (siehe auch DGUV Information 203-070)
stark beanspruchte, handgeführte elektrische Betriebsmittel (auch Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen)	3 Monate *)	

*) Wird bei den Prüfungen eine Fehlerquote $< 2\%$ erreicht, kann die Prüffrist angemessen verlängert werden auf maximal 1 Jahr. Bei der Ermittlung der Fehlerquote ist darauf zu achten, dass nur Betriebsmittel aus gleichen oder vergleichbaren Bereichen herangezogen werden.

Schutzmaßnahmen	bewährte Prüffrist	Prüfumfang
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nicht-stationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit
Fehlerstrom- und Differenzstrom-Schutzschalter <ul style="list-style-type: none"> • in stationären Anlagen • in nichtstationären Anlagen 	6 Monate arbeits-tätlich	auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung (auch durch den Benutzer bzw. die Benutzerin)

8 Unterweisung

Die Beschäftigten sind, z. B. auf der Grundlage von Betriebsanweisungen, über die Schutzmaßnahmen zu unterweisen, die aufgrund der besonderen Gefahren beim Umgang mit elektrischen Betriebsmitteln in Bereichen mit erhöhter elektrischer Gefährdung festgelegt wurden.

Diese Unterweisung muss vor erstmaliger Aufnahme der Tätigkeit und danach regelmäßig, mindestens einmal jährlich, erfolgen.

Die Unterweisung ist zu dokumentieren.

Anhang 1

Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln



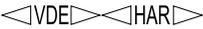
GS-Prüfzeichen, z. B. DGUV Test



EG-Konformitätszeichen (CE-Kennzeichnung)



Prüfzeichen des VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitutes



VDE-Harmonisierungskennzeichen für Kabel und Leitungen



Gefährliche elektrische Spannung



Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzklasse II)



Schutzkleinspannung (Schutzklasse III)



Sicherheitstransformator



Trenntransformator



Leuchten für rauen Betrieb



Steckvorrichtung für erschwerte Bedingungen



Potentialausgleich



Schutzleiteranschluss



Explosionsschutzkennzeichnung (ATEX-Richtlinie)



neu

Nicht zur direkten Befestigung auf normalentflammbaren Oberflächen geeignete Leuchten (nur zur Befestigung auf nicht brennbaren Oberflächen geeignet)



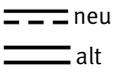
neu



alt



Leuchte mit begrenzter Oberflächentemperatur nach
DIN EN 60598-2-24 (VDE 0711-2-24)



Gleichspannungsversorgung



Wechselspannungsversorgung



Wechselspannungs- und Gleichspannungsversorgung



RCD vom Typ A zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehlerströmen der Netzfrequenz



RCD vom Typ F zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehlerströmen der Netzfrequenz und bei Fehlerströmen mit Mischfrequenzen abweichend von der Netzfrequenz



RCD vom Typ B zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehlerströmen der Netzfrequenz sowie glatten Gleich- und Wechselfehlerströmen bis mindestens 1 kHz



RCD vom Typ B+ für den gehobenen vorbeugenden Brandschutz zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehlerströmen der Netzfrequenz sowie glatten Gleich- und Wechselfehlerströmen bis 20 kHz



RCD zum Einsatz bei tiefen Temperaturen

Anhang 2

Schutzarten nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1)

Schutzart		Kennziffer des Schutzgrades	Symbol in Anlehnung an VDE 0713-1
Schutz gegen Fremdkörper und Staub	Fremdkörper > 50 mm	IP 1X	
	Fremdkörper > 12 mm	IP 2X	
	Fremdkörper > 2,5 mm	IP 3X	
	Fremdkörper > 1,0 mm	IP 4X	
	keine Staubablagerung	IP 5X	
	kein Staubeintritt	IP 6X	
Schutz gegen Nässe	Tropfwasser senkrecht	IP X1	
	Tropfwasser schräg	IP X2	
	Sprühwasser	IP X3	
	Spritzwasser	IP X4	
	Strahlwasser	IP X5	
	starkes Strahlwasser	IP X6	
	zeitweiliges Untertauen (Wasserdicht)	IP X7	
	dauerndes Untertauen (druckwasserdicht) (__ m Tauchtiefe)	IP X8	
geschützt gegen Hochdruck und hohe Strahlwassertemperaturen	IP X9		

Anhang 3

Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen

Tabelle 1: Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen

Kennzeichnung									
Bestimmung									
harmonisiert	H								
nationaler Typ	A								
Nennspannung U_0/U^*									
300/300		03							
300/500		05							
450/750		07							
Leiterisolierung									
PVC				V					
Natur- oder Styrol-Butadienkautschuk				R					
Silikonkautschuk				S					
Ethylenpropylen-Kautschuk				B					
Mantel									
PVC				V					
PVC, erhöht temperaturbeständig				V2					
PVC, für niedrige Temperaturen				V3					
Natur- oder Styrol-Butadienkautschuk				R					
Polychloroprenkautschuk				N					
Glasfasergeflecht				J					
Textilgeflecht				T					
Polyurethan				Q					
Aufbau – Besonderheiten									
flache, teilbare Leitung					H				
flache, nicht teilbare Leitung					H2				
Leiter									
eindräftig							-U		
mehrdräftig							-R		
feindräftig für feste Verlegung							-K		
feindräftig für flexible Verlegung							-F		
feinstdräftig für flexible Verlegung							-H		
Lahnlitze							-Y		
Aderzahl									
mit Schutzleiter grün-gelb								n	G
ohne Schutzleiter									X
Nennquerschnitt									nn

*) U_0 Effektivwert der Spannung zwischen Außenleiter und Erde

U Effektivwert der Spannung zwischen Außenleiter und Außenleiter

Tabelle 2: Beispiele für Leitungsbauarten

harmonisiert	Leitung	früher
H05V-U H05V-K	PVC-Verdrahtungsleitung	NYFA NYFAF
H07V-U H07V-K	PVC-Aderleitung	NYA NYAF
H03VV-F H03VVH2-F	Leichte Kunststoffschlauchleitung	NYLHY
H05VV-F	mittlere Kunststoffschlauchleitung	NYMHY
H05RR-F	mittlere Gummischlauchleitung	NLH
H05RN-F	mittlere Gummischlauchleitung	NMH
H07RN-F	schwere Gummischlauchleitung	NMHöu
H07BQ-F	EPR-isolierte Schlauchleitung mit Polyurethan-Mantel	NGM11YÖ
H03VH-Y	leichte Zwillingsleitung	NLYZ
H03VH-H	Zwillingsleitung	NYZ
H03RT-F	Gummiaderschnur	NSA
nationale Norm	Leitung	
NSSHÖU	schwere Gummischlauchleitung für sehr hohe mechanische Beanspruchung und für ständige Verwendung im Freien	

Tabelle 3: Kabel und Leitungen ohne grün-gelbe Ader

Anzahl der Adern	Farben der Adern ^{a)}				
2	Blau	Braun			
3	–	Braun	Schwarz	Grau	
3 ^{b)}	Blau	Braun	Schwarz		
4	Blau	Braun	Schwarz	Grau	
5	Blau	Braun	Schwarz	Grau	Schwarz

Tabelle 4: Kabel und Leitungen mit grün-gelber Ader

Anzahl der Adern	Schutzleiter	Farben der Adern ^{a)}			
		Aktive Leiter			
3	Grün-Gelb	Blau	Braun		
4	Grün-Gelb	–	Braun	Schwarz	Grau
5	Grün-Gelb	Blau	Braun	Schwarz	Grau

^{a)} Blanke konzentrische Leiter, wie metallene Mäntel, Armierungen und Schirme, werden in diese Tabelle nicht als Leiter betrachtet. Ein konzentrischer Leiter ist durch seine Anordnung gekennzeichnet und braucht nicht durch Farben gekennzeichnet zu werden.

^{b)} Nur für bestimmte Anwendungen

Anhang 4

Literaturverzeichnis

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet, z. B. www.gesetze-im-internet.de

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

2. Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

Bezugsquelle:

*Buchhandel und Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund*

- TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“

3. Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

*Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
und unter www.dguv.de/publikationen*

Informationen

- **DGUV Regeln 100-500 und 100-501**
Betreiben von Arbeitsmitteln
- **DGUV Information 203-005**
Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen

- **DGUV Information 203-006**
Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen
- **DGUV Information 203-070**
Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Fachwissen für Prüfpersonen
- **DGUV Information 203-071**
Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Organisation durch den Unternehmer
- **DGUV Information 203-072**
Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und ortsfester Betriebsmittel – Fachwissen für Prüfpersonen
- **DGUV Prüfgrundsatz GS-ET-35**
Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Leitungsrollern für Bau- und Montagestellen

4. Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle:

*Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
und VDE-Verlag, Bismarckstraße 30, 10625 Berlin*

- **DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06**
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200: Begriffe
- **DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06**
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
- **DIN VDE 0100-706 (VDE 0100-706):2007-10**
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-706: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit

- **DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1):2007-05**
Wirkungen des elektrischen Stromes auf den Menschen und Nutztiere – Teil 1: Allgemeine Aspekte
- **DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2014-09**
Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
- **DIN EN 61558-1 (VDE 0570-1):2006-07**
Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
- **DIN EN 61242 (VDE 0620-300):2016-12**
Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsroller für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
- **DIN EN 61316 (VDE 0623-100):2000-09**
Leitungsroller für industrielle Anwendung
- **DIN VDE 0661-10 Beiblatt 1 (VDE 0661-10 Beiblatt 1):2014-02**
Elektrisches Installationsmaterial – Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ohne eingebauten Überstromschutz für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen (PRCDs); Beiblatt 1: Anwendungshinweise zum Einsatz von PRCDs nach DIN VDE 0661-10 (VDE 0661-10) und DIN VDE 0661 (VDE 0661)
- **DIN EN 61008-1 Beiblatt 1 (VDE 0664-10 Beiblatt 1):2012-10**
Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Beiblatt 1: Anwendungshinweise zum Einsatz von RCCBs nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10)
- **VDE 0711 (Normenreihe)**
Leuchten
- **DIN EN 60598-2-8 (VDE 0711-2-8):2014-03**
Leuchten – Teil 2-8: Besondere Anforderungen – Handleuchten
- **DIN EN 60598-2-24 (VDE 0711-2-24):2014-04**
Leuchten – Teil 2-24: Besondere Anforderungen – Leuchten mit begrenzter Oberflächentemperatur
- **DIN VDE 0713-1:1985-09 (zurückgezogen)**
Zubehör für Leuchtröhrenanlagen über 1000 V – Allgemeine Bestimmung

Anhang 5

Erläuterungen zu den Festlegungen des Abschnitts 5

Eine erhöhte elektrische Gefährdung kann durch besondere Bedingungen oder Gegebenheiten (begrenzte Bewegungsfreiheit mit großflächiger Berührung in leitfähiger Umgebung) im Arbeitsbereich bestehen. Daraus kann im Fehlerfall eine gefährliche Körperdurchströmung resultieren. Die Vornorm VDE V 0140-479-1 gibt hierzu nähere Angaben. Von den dort in Bild 20 angegebenen vier Zeit-Stromstärke-Bereichen werden zur Erläuterung hier nur die Bereiche AC-3 und AC-4 betrachtet.

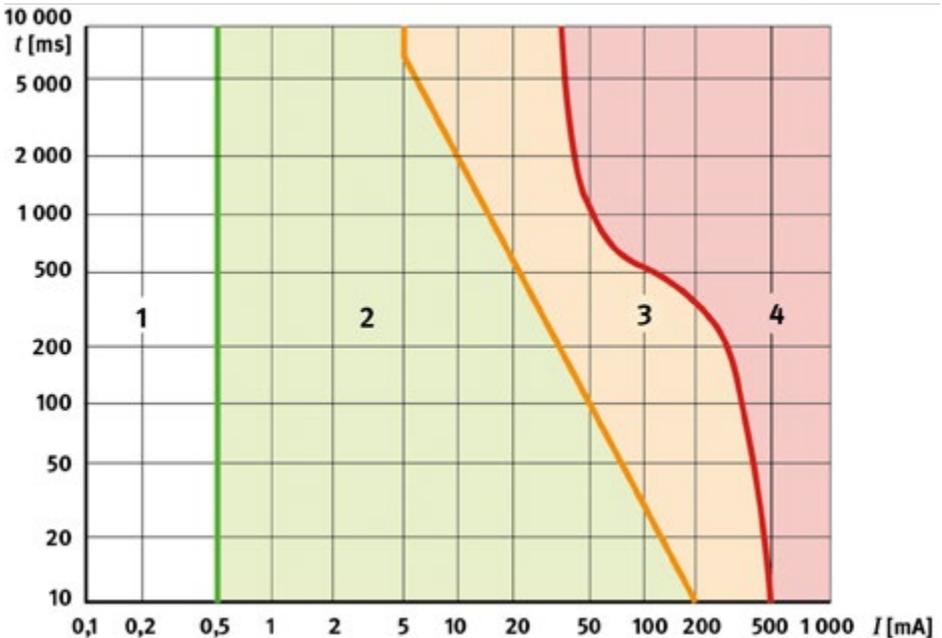


Abb. 5: Konventionelle Zeit/Stromstärke-Bereiche mit Wirkungen von Wechselströmen auf Personen bei einem Stromweg von der linken Hand zu den Füßen (15 Hz bis 100 Hz) aus VDE V 0140-479-1

Bereich AC-3:

Normalerweise sind keine organischen Schäden zu erwarten. Mit zunehmender Stromstärke und Dauer der Einwirkung werden reversible Störungen der Reizbildung und der Reizleitung des Herzens möglich, die auch Vorhofflimmern und vorübergehenden Herzstillstand beinhalten, jedoch nicht zu Herzkammerflimmern führen; im Bereich lang andauernder Stromeinwirkung bei Stromstärken oberhalb der Loslassgrenze kommt es zu Muskelkontraktionen und Atembeschwerden.

Bereich AC-4:

Herzkammerflimmern ist wahrscheinlich. Mit zunehmender Stromstärke und Dauer der Einwirkung treten zusätzlich zu den für den Bereich AC-3 beschriebenen Auswirkungen auch pathophysiologische Auswirkungen wie Herzstillstand, Atemstillstand und schwere Verbrennungen auf.

Entscheidend für die Größe des Körperstroms ist die Körperimpedanz, die mit steigender Berührungsspannung abnimmt. Die Körperimpedanz ist jedoch auch abhängig von der Größe und Beschaffenheit der Berührungsfläche.

Unter normalen Bedingungen wird davon ausgegangen, dass die Körperimpedanz so groß ist, dass im Fehlerfall nur Körperströme $< 500 \text{ mA}$ zu erwarten sind. Eine gefährliche Körperdurchströmung im Bereich AC-4 wird nicht erreicht, wenn eine Unterbrechung der Körperdurchströmung durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ erfolgt.

RCDs können im Fehlerfall die Höhe eines Fehlerstroms (Körperstrom) nicht begrenzen. Sie bewirken jedoch, dass in Abhängigkeit von der Höhe eines Fehlerstroms die Stromflussdauer auf unkritische Werte reduziert wird.

Liegen jedoch besondere Bedingungen vor, z. B. wenn eine Person ein fehlerhaftes elektrisches Betriebsmittel in der Hand hält und auf einer Metallfläche sitzt oder diese mit schweißnassem Rücken berührt, dann muss aufgrund der großflächigen

Berührung mit einem niedrigen Körperwiderstand gerechnet werden. Körperströme > 500 mA (Bereich AC-4) sind dann möglich, so dass selbst bei einer schnellen Abschaltung durch eine RCD Herzkammerflimmern auftreten kann. Diese Überlegungen können als Definitionshilfe für Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung dienen.

Die Trennungslinie zwischen den Bereichen AC-3 und AC-4 liegt bei sehr kurzzeitiger Stromeinwirkung bei einem Körperstrom von 500 mA. Diese Grenze wurde zur folgenden Unterteilung herangezogen:

- a) Arbeitsbereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung:
Hier muss bei Fehlern an elektrischen Betriebsmitteln aufgrund der oben genannten besonderen Bedingungen mit dem Auftreten eines Körperstroms von mehr als 500 mA gerechnet werden.
- b) Arbeitsbereiche mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung:
Hier muss bei Fehlern an elektrischen Betriebsmitteln nicht mit einem Körperstrom von mehr als 500 mA gerechnet werden.

In Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung gemäß a) ist bei einem Isolationsfehler mit Körperströmen von mehr als 500 mA zu rechnen. In dieser Situation wäre, auch bei sehr kurzzeitiger Körperdurchströmung, Herzkammerflimmern wahrscheinlich. RCDs bieten hier auch bei schneller Abschaltung keine ausreichende Sicherheit. Daher dürfen in diesem Fall nur solche Schutzmaßnahmen bei der Benutzung von ortsveränderlichen Betriebsmitteln angewendet werden, die das Auftreten eines elektrischen Schlags im Fall eines Isolationsfehlers von vornherein verhindern. Das sind Schutztrennung mit nur einem angeschlossenen Betriebsmittel und Kleinspannung SELV.

Liegen jedoch die Bedingungen von Bereichen mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung gemäß b) vor (mit Körperströmen über 500 mA ist bei einem Isolationsfehler nicht zu rechnen), ist die Schutzmaßnahme „automatische Abschaltung der Stromversorgung“ in Verbindung mit einer RCD ausreichend. Eine RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n} \leq 30$ mA erfüllt dabei auch die Anforderungen für den zusätzlichen Schutz.

Anhang 6

Beispiele für Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung

Bilder A6.1 bis A6.6 zeigen Beispiele für begrenzte Bewegungsfreiheit in Verbindung mit großflächiger Berührung metallisch leitfähiger Teile.



Bild A6.1



Bild A6.2



Bild A6.3



Bild A6.4



Bild A6.5



Bild A6.6



Bild A6.7: Rohrgraben mit Holzverbau:
feuchtes Holz ist leitfähig.

Bilder A6.8 bis A6.10 zeigen Arbeitssituationen mit körperlicher Zwangshaltung und großflächiger Berührung leitfähiger Teile.



Bild A6.8



Bild A6.9



Bild A6.10



Bild A6.11

Trotz großem Behälterdurchmesser ist durch die eingenommene Körperhaltung eine begrenzte Bewegungsfreiheit gegeben. Im Fehlerfall kann eine gefährliche Körperdurchströmung (siehe Anhang 5) auftreten. Aufgrund der Zwangshaltung ist die Möglichkeit der Unterbrechung dieser Berührung eingeschränkt (vergleiche hierzu Bild A7.1 in Anhang 7).

Anhang 7

Beispiele für Bereiche mit ausreichender Bewegungsfreiheit in leitfähiger Umgebung



Bild A7.1

Bei der dargestellten Arbeitssituation ist die Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt und es besteht kein großflächiger Kontakt zur leitfähigen Umgebung. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist jedoch die Möglichkeit von Arbeiten in körperlicher Zwangshaltung (vergleiche hierzu Bild A6.11 in Anhang 6) zu berücksichtigen.



Bild A7.2

In dieser Situation sind weder Zwangshaltung noch großflächiger Kontakt zu leitfähigen Teilen gegeben. Mit zunehmendem Baufortschritt, z. B. Einbringen eines Rohres (siehe Bild A6.5) oder von Bewehrung (siehe Bild A6.8) kann diese Situation aber eintreten und ist daher bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Die Bilder A7.3 bis A7.8 zeigen Arbeitsplätze in leitfähiger Umgebung, aber ohne Zwangshaltung und ohne großflächigen Kontakt zu leitfähigen Teilen.



Bild A7.3



Bild A7.4



Bild A7.5



Bild A7.6



Bild A7.7



Bild A7.8

**Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse**

Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Tel.: 0221 3778-0
Fax: 0221 3778-1199
www.bgetem.de

Bestellungen:

Hauptverwaltung Köln
www.bgetem.de, Webcode: 11205644
Telefon: 02 21 / 37 78 - 10 20
Telefax: 02 21 / 37 78 - 10 21
E-Mail: versand@bgetem.de