
BGI 594

Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung

(bisher ZH 1/228)

Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik
August 1999

Vorbemerkung

Bei der Benutzung elektrischer Betriebsmittel

- in leitfähiger Umgebung
- bei begrenzter Bewegungsfreiheit
- bei arbeitsbedingter Zwangshaltung

kann für die beschäftigten Personen eine erhöhte elektrische Gefährdung bestehen.

Nicht alle zur Verfügung stehenden Schutzmaßnahmen gewährleisten unter diesen Bedingungen bei Auftreten eines Fehlers ausreichende Sicherheit.

Bei der Beurteilung hinsichtlich der Gefährdung werden folgende Bereiche unterschieden:

- leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
- sonstige Räume und Bereiche mit leitfähiger Umgebung

In den vorliegenden Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz sind für diese Bereiche Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Fehlerschutz) angegeben, die die elektrophysiologischen Erkenntnisse berücksichtigen.

Für die Anwendung dieser Regeln in der Praxis ist eine Beispielsammlung unterschiedlicher Arbeitsplätze als Entscheidungshilfe angefügt.

1 Anwendungsbereich

Diese Regeln sind zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag bei der Benutzung von elektrischen Betriebsmitteln in Bereichen mit erhöhter elektrischer Gefährdung anzuwenden. Sie enthalten Festlegungen sowohl für ortsfeste als auch für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel.

Für Elektroschweißarbeiten gilt die Unfallverhütungsvorschrift "Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren" (BGV D1 [VBG 15]).

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Regeln sind bzw. ist

1. **Erhöhte elektrische Gefährdung** gegeben, wenn elektrische Anlagen und Betriebsmittel in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit oder in sonstigen Räumen und Bereichen mit leitfähiger Umgebung betrieben werden.
2. Ein **leitfähiger Bereich mit begrenzter Bewegungsfreiheit** gegeben, wenn dessen Begrenzungen im wesentlichen aus Metallteilen oder leitfähigen Teilen bestehen, eine Person mit ihrem Körper großflächig in Berührung mit der umgebenden Begrenzung

stehen kann und die Möglichkeit der Unterbrechung dieser Berührung eingeschränkt ist (Definition nach DIN VDE 0100-706).

3. **Sonstige Räume und Bereiche mit leitfähiger Umgebung** solche, deren Begrenzungen vollständig oder teilweise aus metallischen oder elektrisch leitfähigen Teilen bestehen. Eine großflächige Berührung ist hier nicht zwingend gegeben, kann jedoch aufgrund der Arbeitshaltung auftreten.
(Beispiele für die praktische Anwendung der Definitionen 2.2 und 2.3 siehe Anhänge 6 und 7.)
4. **Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel** solche, die während des Betriebes bewegt werden oder die leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind (siehe DIN VDE 0100-200 Abschnitt 2.7.4).
5. **Ortsfeste elektrische Betriebsmittel** festangebrachte 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 2.7.6 und 2.7.7).

3 Allgemeine Anforderungen

- 3.1 Elektrische Betriebsmittel müssen nach den Festlegungen dieser Regeln und den allgemein anerkannten Regeln der Technik bereitgestellt und benutzt werden. Abweichungen sind zulässig, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.
- 3.2 Elektrische Betriebsmittel müssen nach den örtlichen Bedingungen ausgewählt werden. Elektrische Betriebsmittel sind so zu benutzen und elektrische Anlagen so zu betreiben, daß bei bestimmungsgemäßer Verwendung eine Gefährdung vermieden wird.
Bei Vorliegen besonderer Gefährdungen, z.B. Brand- oder Explosionsgefahr, dürfen elektrische Betriebsmittel nur unter Einhaltung besonderer Bestimmungen benutzt werden.
Besondere Festlegungen sind z.B. enthalten in:
 - Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen (BGI 600 [ZH 1/249]),
 - Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Baustellen (BGI 608 [ZH 1/271]).
- 3.3 Die in diesen Regeln enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedsstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

4 Schutzmaßnahmen

4.1 Schutzmaßnahmen in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit

4.1.1 **Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel** dürfen nur unter Anwendung einer der folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- Schutz durch Kleinspannung SELV (safety extra low voltage) nach DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.1, jedoch unabhängig von der Nennspannung Schutzart mindestens IP 2X, d.h. isolieren oder fingersicher abdecken. Es dürfen nur Betriebsmittel der Schutzklasse III verwendet werden

oder

- Schutztrennung nach DIN VDE 0100-410 Abschnitte 413.5.1 und 413.5.2 (Speisung nur eines Betriebsmittels)

oder

- Maßnahmen mit Isolationsüberwachung im IT-System (in Vorbereitung)

Handleuchten dürfen nur mit Kleinspannung SELV betrieben werden.

Ortsveränderliche Stromquellen für Kleinspannung SELV oder Schutztrennung müssen außerhalb des leitfähigen Bereiches mit begrenzter Bewegungsfreiheit aufgestellt werden.

Ist dies aus technischen Gründen nicht möglich, z.B. bei sehr langen Rohrleitungen, Kanälen, Kastenträgern usw., darf im Einzelfall die Stromquelle innerhalb des leitfähigen Bereiches mit begrenzter Bewegungsfreiheit aufgestellt werden, wenn die Zuleitung

- geschützt verlegt (siehe 5.1) und vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart ist (siehe Anhang 4)

und

- diese über eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD – residual current protective device – ohne Hilfspannungsquelle) mit Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ betrieben wird.

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

4.1.2 **Ortsfeste elektrische Betriebsmittel** dürfen nur unter Verwendung einer der folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- Kleinspannung SELV, Schutzart mindestens IP 2X unabhängig von der Nennspannung, d.h. isolieren oder fingersicher abdecken

oder

- Schutztrennung nach DIN VDE 0100-410 Abschnitte 413.5.1 und 413.5.3 (Speisung mehrerer Betriebsmittel)

oder

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung nach DIN VDE 0100-410 Abschnitt 413.1. Bei Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse 1 sind deren Körper mit einem örtlichen zusätzlichen Potentialausgleich (Abschnitt 413.1.6) versehen sind. Für die automatische Abschaltung sind RCDs mit oder ohne

Hilfsspannungsquelle und einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ zu verwenden.

4.2 Schutzmaßnahmen in sonstigen Räumen und Bereichen mit leitfähiger Umgebung

4.2.1 **Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel** dürfen nur mit folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- Kleinspannung SELV, Schutzart mindestens IP 2X unabhängig von der Netzspannung, d.h. isolieren oder fingersicher abdecken

oder

- Schutztrennung mit einem oder mehreren Betriebsmitteln

oder

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD ohne Hilfsspannungsquelle) $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$.

4.2.2 **Ortsfeste elektrische Betriebsmittel** sind unter Anwendung der Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410 zu betreiben. Es ist jedoch die Anwendung des zusätzlichen Schutzes durch RCDs nach DIN VDE 0100-410 Abschnitt 412.5 zu empfehlen.

Stromkreise mit Steckvorrichtungen $\leq \text{AC}32\text{A}$ sind über RCDs mit $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ zu betreiben. Für diese Stromkreise ist auch ein IT-System mit Isolationsüberwachung zulässig.

5 Betriebsmittel

Bei der Auswahl sind die Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen (BGI 600 [ZH 1/249]) zu beachten.

5.1 Leitungen

5.1.1 An Stellen, an denen Leitungen mechanisch besonders beansprucht werden können, sind sie geschützt zu verlegen.

Leitungen gelten als geschützt verlegt, wenn sie hochgehängt sind oder wenn durch Abdeckung oder Verlegung im Schutzrohr mechanische Schädigungen verhindert werden.

5.1.2 Flexible Leitungen müssen Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart sein (siehe Anhang 4).

5.1.3 Leitungsroller müssen für erschwerte Bedingungen (rauhes Betriebssymbol: Hammer in Raute) geeignet sein und noch den Festlegungen für schutzisolierte Betriebsmittel gebaut sein. Sie müssen mindestens der Schutzart IP X4 genügen.

5.2 Installationsmaterial

5.2.1 Installationsmaterial wie Schalter, Steckvorrichtungen, Abzweigdosen, Schaltgeräte und dgl. muß mindestens in der Schutzart IP X4 ausgeführt sein.

5.2.2 Die Gehäuse von Steckvorrichtungen müssen aus Isolierstoff bestehen und für erschwerte Bedingungen geeignet sein. Drehstromsteckvorrichtungen bis AC 32 A müssen grundsätzlich 5-polig sein. Steckvorrichtungen für Kleinspannung SELV müssen so ausgeführt sein, daß sie nicht in Steckdosen anderer Spannungssysteme eingeführt werden können.

- 5.2.3 Wenn bei Verwendung von RCDs mit tiefen Temperaturen gerechnet werden muß, sind nur solche RCDs zu verwenden, die für den Einsatz bis zu Temperaturen von -25 °C geeignet sind (Kennzeichnung: ).

5.3 Handgeführte Elektrowerkzeuge

Handgeführte Elektrowerkzeuge müssen mindestens der Schutzart IP 2X entsprechen und mit einer Netzanschlußleitung vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart (siehe Anhang 4) ausgestattet sein.

5.4 Leuchten

5.4.1 Allgemeines

Leuchten müssen DIN EN 60 598-1 (VDE 0711-1) und zusätzlich folgenden Anforderungen entsprechen:

- Leuchten, ausgenommen solche für Schutzkleinspannung, müssen mindestens in der Schutzart IP 23 ausgeführt sein.
- Als bewegliche Leitungen müssen Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart (siehe Anhang 4) verwendet werden.
- Stecker und Kupplungsdosen müssen mit einem Isolierstoffgehäuse ausgerüstet sein.
- Schalter dürfen in Verlängerungsleitungen nicht eingebaut sein.
- Leuchten müssen den mechanischen Anforderungen nach DIN VDE 0710-4 genügen.

5.4.2 Besondere Anforderungen für Handleuchten

Handleuchten, ausgenommen solche für Schutzkleinspannung SELV, müssen mindestens in der Schutzart IP 45 ausgeführt sein. Sie müssen den Festlegungen in DIN EN 60598-1 und -2, -8 (DIN VDE 0711-1 und -208) entsprechen.

Insbesondere gilt:

- Sie müssen der Schutzklasse II entsprechen.
- Sie müssen mit einem Schutzglas versehen sein.
- Sie müssen einen Schutzkorb haben oder gleichwertige Sicherheit aufweisen.
- An der Leitungseinführung muß ein Knickschutz vorhanden sein.
- Körper, Griff und Fassung müssen aus Isolierstoff bestehen.
- Schalter müssen für einen Strom von mindestens 4 A bemessen und so eingebaut sein, daß sie vor mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

6 Unterweisungen

Die Beschäftigten sind vor erstmaliger Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens jährlich über die besonderen Gefahren beim Umgang mit elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung und über die besonderen Festlegungen dieser Regeln zu unterweisen.

7 Prüfungen

7.1 Ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel

- 7.1.1 Ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen regelmäßig auf ordnungsgemäßen Zustand durch eine Elektrofachkraft geprüft werden. Für die Prüffristen gilt ein Richtwert von vier Jahren, auf Baustellen von einem Jahr.
- 7.1.2 Schutzmaßnahmen mit RCD bei nichtstationären Anlagen sind mindestens einmal im Monat auf Wirksamkeit durch eine Elektrofachkraft oder – wenn geeignete Prüfgeräte zur Verfügung stehen – durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft zu prüfen.
- 7.1.3 Zusätzlich zu Abschnitt 7.1.2 muß arbeitstäglich eine Prüfung durch den Benutzer auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung durchgeführt werden.

7.2 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel

- 7.2.1 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel müssen regelmäßig auf ordnungsgemäßen Zustand von einer Elektrofachkraft oder bei Verwendung geeigneter Prüfgeräte von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft geprüft werden. Für die Prüffristen gilt ein Richtwert von drei Monaten.

Die Angabe der Prüffrist als Richtwert ist notwendig, da die Beanspruchung der Betriebsmittel sehr verschieden sein kann. Diesem Umstand trägt die neue Durchführungsanweisung zur Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A2 [VBG 4]) Rechnung. Die Belastung eines Betriebsmittels ist sehr betriebsspezifisch. Die Festlegung der Prüffristen gehört zur Unternehmerverantwortung. Eine generelle Vorgabe von Prüffristen erfüllt das Schutzziel der BGV A2 (VBG 4) "Prüffristen sind so zu bemessen, daß entstehende Mängel rechtzeitig erkannt werden" nicht. Je nach Beanspruchung der Betriebsmittel sind variable Prüffristen notwendig. Bei hoher Beanspruchung sind die Fristen zu verkürzen. Bei niedriger Beanspruchung dürfen die Fristen über den Richtwert hinaus bis zu einem Jahr verlängert werden.

Als Kriterium für die Festlegung gilt Tabelle 1 B der Durchführungsanweisung zur BGV A2 (VBG 4). Das Maß zur Orientierungshilfe ist die bei der Prüfung auftretende Fehlerquote. Liegt diese unter 2 % darf die Prüffrist verlängert werden. Die Fehlerquote ermittelt sich aus dem Anteil der Betriebsmittel mit Mängeln an der Gesamtzahl der geprüften Betriebsmittel.

- 7.2.2 Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel müssen durch den Benutzer vor jeder Benutzung einer Sichtprüfung auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel unterzogen werden.

7.3 Prüfnachweis

Es wird empfohlen, die Prüfungen nach den Abschnitten 7.1.1 und 7.1.2 zu dokumentieren.

Es genügt auch eine entsprechende Kennzeichnung, z.B. mit einer Prüfplakette oder einer Banderole.

8 Instandsetzung und Wartung

Die Instandsetzung und Wartung von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln darf nur durch Elektrofachkräfte vorgenommen werden. Elektrische Betriebsmittel, die Mängel aufweisen, müssen sofort wirksam der Benutzung entzogen werden.

9 Zeitpunkt der Anwendung

Diese Regeln sind anzuwenden ab 1. Januar 2000, sofern nicht Bestimmungen dieser Regeln nach den geltenden Rechtsverordnungen oder nach allgemein anerkannten Regeln bereits zu beachten sind.

Anhang 1

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt; siehe auch Abschnitt 3.2:

1. Unfallverhütungsvorschriften

(Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft
oder
Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

Allgemeine Vorschriften (BGV A1 [VBG 1])

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (BGV A2 [VBG 4])

2. Berufsgenossenschaftliche Regeln, Grundsätze und Merkblätter

(Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft
oder
Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

Richtlinien für Arbeiten in Behältern und engen Räumen (BGR 117 [ZH 1/77])

Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen (BGI 600 [ZH 1/249])

Sicherheitsregeln für die Wiederholungsprüfung elektrischer Betriebsmittel (ZH 1/257)

Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Baustellen (BGI 608 [ZH 1/271])

Sicherheitsregeln für Rohrleitungsbauarbeiten (ZH 1/559)

3. DIN-Normen/VDE-Bestimmungen

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
bzw.
VDE-Verlag,
Bismarckstraße 30, 10625 Berlin)

DIN VDE 0100-200	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Begriffe
DIN VDE 0100-410	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN VDE 0100-706	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
DIN VDE 0106	Schutz gegen gefährliche Körperströme
DIN VDE 0282-4	Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V; Teil 4: Flexible Leitungen
DIN VDE 0298-3	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen; Allgemeines für Leitungen
EN 60 529/DIN VDE 0470-1	Schutzarten durch Gehäuse (IP Code)
DIN VDE 0620	Steckvorrichtungen bis 400 V 25 A
DIN VDE 0623-100	Leitungsroller für industrielle Anwendungen 1993-06 Entwurf
DIN VDE 0661	Ortsveränderliche Schutzeinrichtungen zur Schutzpegelerhöhung für Nennwechselspannung $U_n = 230 \text{ V}$, Nennstrom $I_n = 16 \text{ A}$, Nenndifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$
DIN VDE 0664-1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen; Teil 1: Fehlerstrom-Schutzschalter für Wechselspannung bis 500 V und bis 63 A
DIN VDE 0701-1	Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte
DIN VDE 0702-1	Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten
EN 60598-1	
EN 60598-1/A1	Leuchten; Teil 1: Allgemeine Anforderungen
und	
DIN VDE 0711-1	Prüfungen
EN 60598-2-8	Leuchten, Teil 2: Besondere Anforderungen,
DIN VDE 07112-8	Hauptabschnitt 8: Handleuchten
EN 50144-1	Sicherheit handgeführter Elektrowerkzeuge
DIN VDE 0740-1	Handgeführte Elektrowerkzeuge

Anhang 2

Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln

	GS-Prüfzeichen, Berufsgenossenschaftliche Prüfstelle: Fachausschuß "Elektrotechnik"		Druckwasserdicht (mit Angabe der maximalen Eintauchtiefe)
			Staubgeschützt
			Staubdicht
			Für rauen Betrieb
	EG-Konformitätszeichen (CE-Zeichen)		Schutzleiteranschluß
	Kennzeichen der Prüfstelle Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)		Leuchte für Entladungslam- pen zur direkten Montage auf oder an normal oder leicht- entflammaren Baustoffen.
	VDE- Harmonisierungskennzeichen für Kabel und Leitungen		Nicht zur direkten Montage auf normal entflammaren Oberflächen geeignete Leuchte (nur zur Montage auf nicht ent- flammaren Oberflächen geeignet)
	Gefährliche elektrische Spannung		Zur Montage in oder auf normal ent- flammaren Oberflächen geeignete Leuchte, falls Wärmedämm-Material die Leuchte umhüllt
	Schutzisoliert (Schutzklasse II)		Explosionssgeschützte, baumustergeprüfte Betriebsmittel
	Schutzkleinspannung (Schutzklasse III)		neue; alte Gleichstrom
	Sicherheitstransformator (Schutzklasse III)		Wechselstrom
	Trenntransformator		Mischstrom
	Tropfwassergeschützt		FI-Schutzschalter löst sowohl bei Wechsel- als auch bei pulsierenden Gleichfehler- strömen aus.
	Sprühwassergeschützt (Regenwassergeschützt)		FI-Schutzschalter zum Ein- satz bei tiefen Temperaturen
	Spritzwassergeschützt		Volt (Spannung)
	Strahlwassergeschützt		Ampère (Stromstärke)
	Wasserdicht		Watt (Leistung)
			Kilowatt (Leistung)
			Hertz (Frequenz)

Anhang 3

Schutzarten nach DIN VDE 0470-1 (EN 60 529)

Schutzart		Kennziffer des Schutzgrades	Symbol nach DIN VDE 0713 Teil 1 (angenähert)
Schutz gegen Fremdkörper und Staub	Fremdkörper > 50 mm	IP 1 X	
	Fremdkörper > 12 mm	IP 2 X	
	Fremdkörper > 2,5 mm	IP 3 X	
	Fremdkörper > 1,0 mm	IP 4 X	
	Keine Staubablagerung	IP 5 X	
	Kein Staubeintritt	IP 6 X	
Schutz gegen Nässe	Tropfwasser senkrecht	IP X 1	
	Tropfwasser schräg	IP X 2	
	Sprühwasser	IP X 3	
	Spritzwasser	IP X 4	
	Strahlwasser	IP X 5	
	starkes Strahlwasser	IP X 6	
	zeitweiliges Untertauchen (Wasserdicht)	IP X 7	
	dauerndes Untertauchen (Druckwasserdicht) (- m Tauchtiefe)	IP X 8	

Kurzzeichen für Leitungen

Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen

Kennzeichnung											
Bestimmung											
harmonisiert	H										
nationaler Typ	A										
Nennspannung $U_0/U \text{ V}$											
300/300		03									
300/500		04									
450/750		05									
		07									
Leiterisolierung											
PVC			V								
Natur- und/oder Styrol-			I								
Butadienkautschuk			R								
Silikonkautschuk			S								
Ethylenpropylen-Kautschuk			B								
Mantel											
PVC			V								
PVC, erhöht temperaturbeständig			V 2								
PVC, für niedrige Temperaturen			V 3								
Natur- und/oder Styrol-			I								
Butadienkautschuk			R								
Polychloroprenkautschuk			N								
Glasfasergeflecht			J								
Textilgeflecht			T								
Polyurethan			Q								
Aufbau – Besonderheiten											
flache teilbare Leitung					H						
flache nicht teilbare Leitung					H 2						
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 grüngelb							n				
ohne Schutzleiter								G			
Nennquerschnitt								X			

*] U_0 Effektivwert der Spannung zwischen Außenleiter und Erde
 U Effektivwert der Spannung zwischen Außenleiter und Außenleiter

Farbkennzeichnung der Leiter

Aderzahl	mit Schutzleiter	ohne Schutzleiter
2	gnge/sw	sw/hbl
3	gnge/br/hbl**)	sw/hbl/br
4	gnge/sw/hbl/br	sw/hbl/br/sw
5	gnge/sw/hbl/br/sw	sw/hbl/br/sw/sw

**) Gilt für bewegliche Leitungen. Bei Leitungen für feste Verlegung gilt gngg/sw/hbl

gngel = grüngelb = Schutzleiter
hbl = hellblau = Neutraleiter
br = braun = Außenleiter
sw = schwarz = Außenleiter

Kurzzeichen für Leitungen, altes Schema (Auszug)

Kennzeichnung					
Normleitung	N				
Normleitung mit PVC - Isolierung	NY				
Ader		A	A		
Bleimantel umhüllt		BU			
Fassungsfader		F			
flexibel		I	F		
Gummiisolierung, -mantel		G	G		
Handlampenleitung		I	H		
leitende Hülle		H			
Stegleitung		IF			
Illuminations - Flachleitung		IFL			
leichte Beanspruchung		L			
Leuchtröhrenleitung		L			
mittlere Beanspruchung		M			
Mantelleitung		M			
Pendelschnur		PL			
Rohrdrabt, umhüllt		RU			
schwere Beanspruchung		S			
sehr schwere Beanspruchung		SS			
Sonderleitung		S			
Leitungstrosse		T			
PVC - Isolierung, PVC - Mantel			Y		
Zugentlastung			Z		
Zinkband			Z		
Zwillingsleitung		Z			
ölfest, wetterfest				ÖU	
mit Schutzleiter				J	
ohne Schutzleiter				O	
Aderzahl					n
Nennquerschnitt					x

Beispiele

harmonisiert	Leitung	bisher
H05V-U, H05V-K	Kunststoffverdrahtungsleitung	NYFA, NYFAF
H07V-U, H07V-K	Kunststoffaderleitung	NYA, NYAF
H03VV-F, H03VVH2-F	Leichte Kunststoffschlauchleitung	NYLHY
H05VV-F	mittlere Kunststoffschlauchleitung	NYMHY
H05RR-F, H05RN-F, H07RN-F *) H07BQ-F	leichte Gummischlauchleitung mittlere Gummischlauchleitung	NLH NMH NMHöu NMG11YÖ
H03VH-Y	Leichte Zwillingsleitung	NLYZ
H03VH-H	Zwillingleitung	NYZ
H03RT-F	Gummieaderschnur	NSA

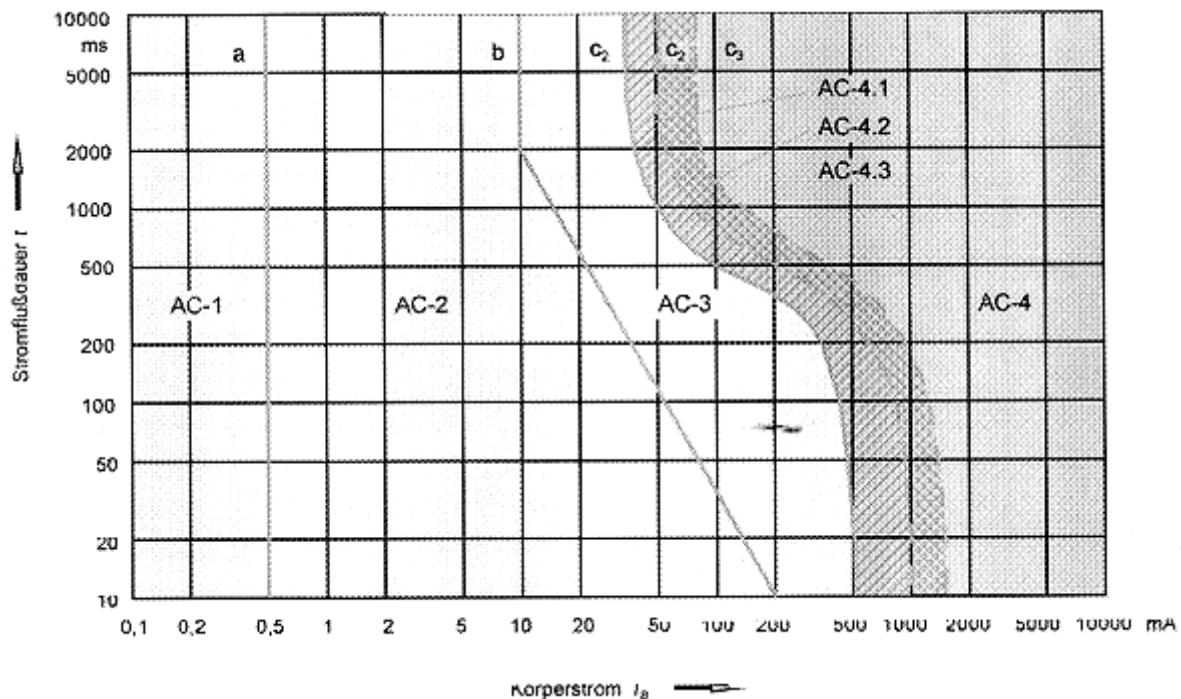
Andere isolierte Leitungen werden in der Regel noch wie bisher bezeichnet, da es hierfür noch keine harmonisierten Ausführungen gibt. Den Leitungstypen H07RN-F und H05RN-F sind solche vom Typ H07BQ-F bzw. H05BQ-F, als gleichwertig einzustufen, nicht jedoch bei thermischer Beanspruchung, z. B. Bereiche mit Schweißarbeiten.

*) je nach Beanspruchung

Anhang 5

Erläuterungen zu den Festlegungen des Abschnittes 4

Die erhöhte elektrische Gefährdung, die aus der auftretenden Körperdurchströmung im Fehlerfall resultiert, wird durch die physikalischen Randbedingungen bestimmt. Die Aussagen der Vornorm DIN VDE 0140-479 geben hierzu nähere Angaben. Von den dort angegebenen vier Bereichen werden zur Erläuterung nur die Bereiche AC-3 und AC-4 betrachtet.



Bereich AC-3:

Normalerweise keine organischen Schäden zu erwarten. Mit zunehmender Stromstärke und Zeitdauer 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 langandauernder Stromeinwirkung bei Stromstärken oberhalb der Loslaßgrenze kommt es zu Muskelkontraktionen und Atembeschwerden.

Bereich AC-4:

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

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

Unter normalen Bedingungen wird der Körperstrom Werte des Bereiches AC-4 der IEC-Publikation nicht erreichen. Wenn in diesem Fall die Abschaltung eines gefährlichen Körperstromes innerhalb von 0,2 s erfolgt, wird die Schutzmaßnahme die Gefahr beseitigen.

Liegen jedoch besondere Bedingungen, z.B. niedriger Körperwiderstand aufgrund von verkürzten Stromwegen und großflächiger Berührung vor, so können Körperströme des Bereiches AC-4 erreicht werden. Selbst bei einer schnellen Abschaltung ist Herzkammerflimmern möglich.

Diese Überlegungen können als Definitionshilfe für leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit dienen. Die Trennungslinie zwischen den Bereichen AC-3 und AC-4 liegt bei schneller Abschaltung bei Körperströmen von 500 mA. Diese Grenze wurde zur folgenden Unterteilung herangezogen:

- a) Arbeitsplätze, an denen bei Fehlern von elektrischen Betriebsmitteln nicht mit Körperströmen von mehr als 500 mA gerechnet werden muß.
- b) Arbeitsplätze, bei denen aufgrund der vorhandenen Randbedingungen mit dem Auftreten von Körperströmen von mehr als 500 mA gerechnet werden muß.

Auswahl der Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen bei erhöhter elektrischer Gefährdung

Unter den o.a. Kriterien sind die notwendigen Schutzmaßnahmen auszuwählen.

Bei der Bewertung der Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN VDE 0100-410 können diese in zwei Gruppen eingeteilt werden:

1. das Auftreten eines Körperstromes beim ersten Fehler wird verhindert. Hierzu zählen Kleinspannung SELV und Schutztrennung;
2. ein gefährlicher Körperstrom wird abgeschaltet. Hierzu zählen die Schutz alle Maßnahmen mit automatischer Abschaltung der Stromversorgung.

Während bei Anwendung der Maßnahmen der ersten Gruppe zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle des ersten Fehlers ein Körperstrom nicht auftritt, kann bei denen der zweiten Gruppe im Falle des ersten Fehlers immer ein gefährlicher Körperstrom bis zur Abschaltung fließen.

In leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit nach der obigen Definition ist mit Körperströmen von mehr als 500 mA zu rechnen. In dieser Situation ist immer, auch bei schneller Abschaltung, Herzkammerflimmern zu erwarten. Deshalb bieten hier RCDs keine ausreichende Sicherheit. Es dürfen nur solche Schutzmaßnahmen bei der Benutzung von ortsveränderlichen Betriebsmitteln angewendet werden, die das Auftreten eines elektrischen Schlages im Falle des ersten Fehlers von vornherein verhindern. Dies sind Kleinspannung SELV und Schutztrennung mit einem Betriebsmittel.

Schutzmaßnahmen, die durch Abschalten wirken, d.h. in erster Linie solche mit Schutzleiter, dürfen in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit beim Einsatz ortsveränderlicher Betriebsmittel und ortsveränderlicher Leuchten nicht angewendet werden.

Liegen jedoch die Bedingungen sonstiger Räume und Bereiche mit leitfähiger Umgebung vor (mit Körperströmen über 500 mA ist nicht zu rechnen, jedoch liegt bedingt durch leitfähige Umgebung eine erhöhte elektrische Gefährdung vor), kann auch eine Schutzmaßnahme ausgewählt werden, die eine Abschaltung innerhalb von 0,2 s gewährleistet.

Die hier notwendigen Anforderungen erfüllt nur die Maßnahme Schutz durch Abschaltung bei Verwendung von RCDs. Da in solchen Bereichen auch der zusätzliche Schutz durch RCDs gefordert ist, dürfen nur solche mit Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ verwendet werden.

Aufgrund der vorstehenden Überlegungen, auch unter Berücksichtigung der Anmerkungen von DIN VDE 0100-706, wurden die Sicherheitsmaßnahmen in Abschnitt 4 unterteilt nach Tätigkeiten.

Beispiele für solche Tätigkeiten können sein:

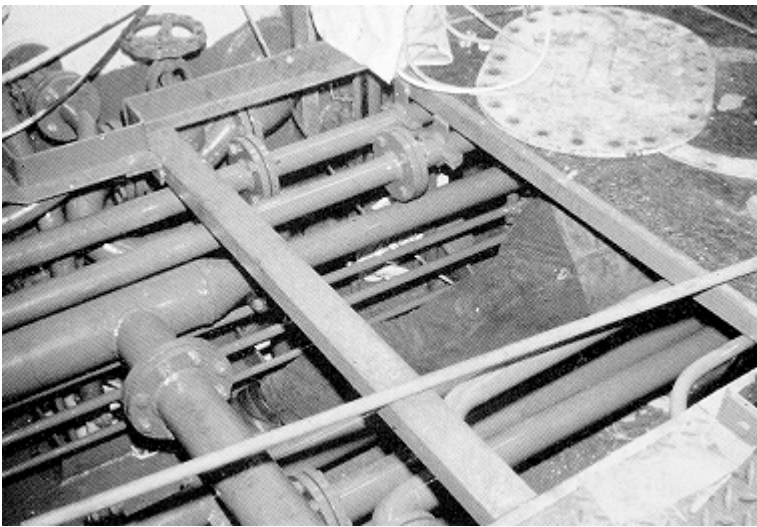
- a) Arbeiten in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit
 - in kleinen Kesseln, Tanks usw.
 - Montage in engen Bereichen
 - in Bohrungen und Rohrleitungen

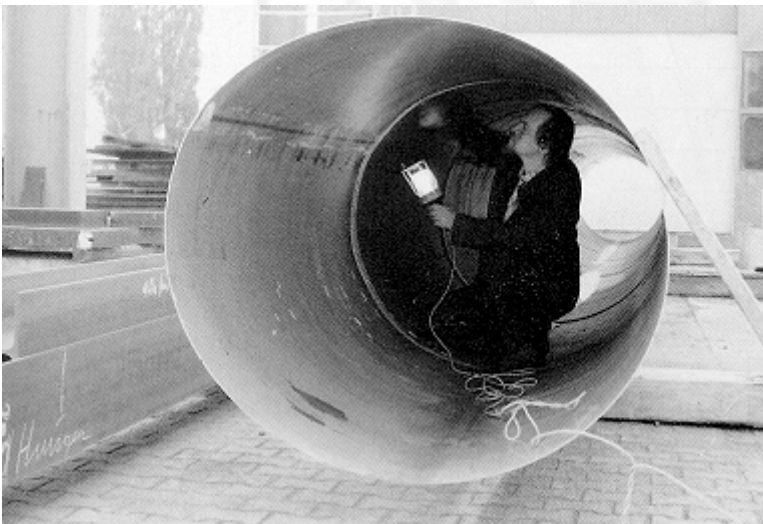
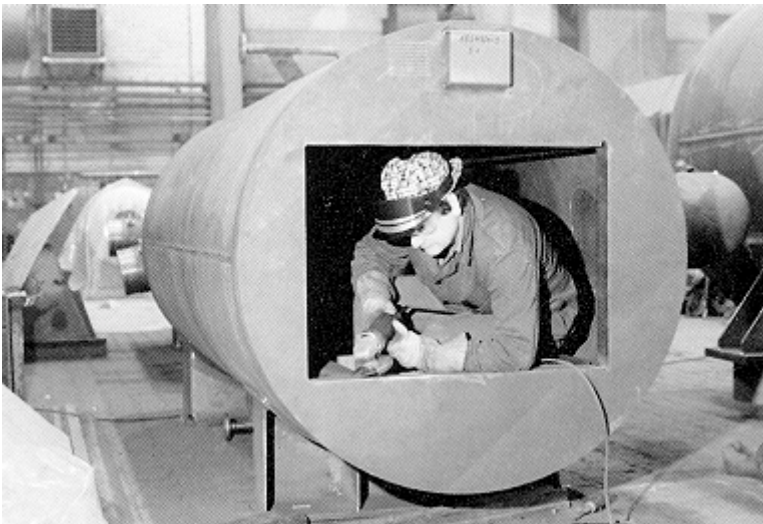
- in Rohrgräben
- b) Arbeiten in sonstigen Räumen und Bereichen mit leitfähiger Umgebung
 - Bewehrungen für Beton
 - auf Freileitungsgittermasten
 - an oder in Fahrzeugen
 - in Schornsteinen
 - in Schaltzellen
 - in unterirdischen Hohlräumen, z.B. Tunnel, Stollen
 - auf Stahlkonstruktionen

Anhang 6

Beispiele für leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit









Anhang 7

Beispiele für sonstige Räume und Bereiche mit leitfähiger Umgebung

