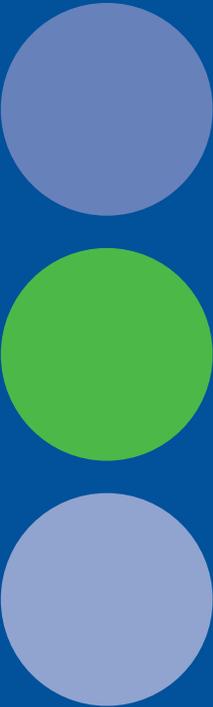


867

**BGI 867**



## **Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagestellen**

Fachausschuss „Elektrotechnik“ der DGUV

**Berufsgenossenschaftliche Informationen** (BG-Informationen) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

Diese BG-Information wurde unter Mitwirkung des Fachausschusses „Elektrotechnik“ der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit – BGZ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften erarbeitet und durch die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik veröffentlicht.

Diese BG-Information – für deren Inhalt die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik verantwortlich zeichnet – wurde in das Sammelwerk des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften aufgenommen und kann sowohl bei der

**Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik**  
**Gustav-Heinemann-Ufer 130**  
**50968 Köln**

als auch beim

**Carl Heymanns Verlag**  
**Luxemburger Straße 449**  
**50939 Köln**

unter der Bestellnummer **BGI 867** bezogen werden.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Begriffsbestimmung</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Allgemeine Anforderungen</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Betrieb</b> .....	<b>9</b>
<b>5 Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen</b> .....	<b>12</b>
<b>6 Prüfungen</b> .....	<b>25</b>
<b>7 Instandsetzung und Wartung</b> .....	<b>27</b>
<b>Anhang 1 Vorschriften und Regeln</b> .....	<b>28</b>
<b>Anhang 2 Belastungsgrenzen eines Generators beim Betrieb von strom- oder spannungsgeführten Frequenzumrichtern</b> .....	<b>30</b>
<b>Anhang 3 Kurzzeichen und Symbole für elektrische Betriebsmittel</b> .....	<b>31</b>
<b>Anhang 4 Schutzarten nach VDE 0470</b> .....	<b>33</b>
<b>Anhang 5 Kurzzeichen für Leitungen</b> .....	<b>34</b>

# Vorbemerkung

Die vorliegende BG-Information stellt die Anforderungen für Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagestellen, die in verschiedenen Vorschriften, Regeln und Normen festgelegt sind, übersichtlich zusammen und gibt Erläuterungen für den Anwender.

Die in dieser BG-Information enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

# 1 Anwendungsbereich

Bau- und Montagestellen werden in den meisten Fällen aus dem relativ dichten öffentlichen EVU-Netz (Elektrizitätsversorgungsunternehmen) mit elektrischer Energie versorgt.

Es ist jedoch nicht immer möglich, der Baustelle die benötigte Energiemenge zur Verfügung zu stellen, oder sie überhaupt aus dem öffentlichen Netz zu versorgen.

Das kann z. B. daran liegen, dass die Baufirma besonders leistungsstarke Maschinen einsetzen muss, oder daran, dass die Bau- oder Montagestelle zu weit von der nächsten Versorgungsstelle entfernt liegt oder es sich um ständig wechselnde Einsatzorte handelt.

In solchen Fällen, oder wenn Stromausfall zu Gefahren für Menschen, Maschinen und bauliche Einrichtungen führen kann, werden zum Bereitstellen elektrischer Energie Ersatzstromerzeuger oder Stromquellen für Sicherheitszwecke eingesetzt.

Ersatzstromerzeuger können stationär oder mobil, zur Versorgung einzelner Geräte oder einer ganzen Baustelle oder – bei Ausfall des öffentlichen Netzes – zur Einspeisung in das vorhandene Baustellennetz eingesetzt werden.

Unabhängig davon, wie Ersatzstromerzeuger und dazugehörige Anlagen eingesetzt werden, müssen sie immer den sicherheitstechnischen Anforderungen genügen, die für elektrische Anlagen auf Bau- und Montagestellen im technischen Regelwerk, z. B. BGI 608 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Baustellen“ gestellt werden.

## 2 Begriffsbestimmung

**Ersatzstromerzeuger** sind Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen, die die elektrische Energieversorgung von Teilnetzen, Verbraucheranlagen oder einzelnen Verbrauchsmitteln nach Ausfall oder Abschaltung der regulären Stromversorgung oder bei Nichtvorhandensein einer solchen übernehmen. Sie setzen sich zusammen aus:

- Energiequelle
- Generator
- Schalt- und Steuereinrichtungen
- Hilfseinrichtungen

Als Energiequellen werden eingesetzt:

- Verbrennungsmotoren
- Turbinen
- Elektromotoren

# 3 Allgemeine Anforderungen

**3.1** Das Errichten, das Ändern und das Instandsetzen von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln sind elektrotechnische Arbeiten, die nach § 3 Abs. 1 Satz 1 der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3) grundsätzlich nur von Elektrofachkräften oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft durchgeführt werden dürfen.

**3.2** Elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen nach den örtlichen Bedingungen ausgewählt werden. Elektrische Anlagen und Betriebsmittel sind so zu benutzen und so zu betreiben, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung eine elektrische Gefährdung vermieden wird.

Bei Vorliegen besonderer Gefährdungen, z. B. erhöhter elektrischer Gefährdung, Brand- oder Explosionsgefahr, dürfen elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur unter Einhaltung besonderer Bestimmungen benutzt werden. Besondere Festlegungen für Ersatzstromerzeuger auf Bau- und Montagestellen sind z. B. enthalten in:

- Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen (BGI 600)
- Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen (BGI 608)
- Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung (BGI 594)
- VDE 0100 Teil 551 „Elektrische Anlagen von Gebäuden: Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen“
- VDE 0100 Teil 704 „Errichten von Niederspannungsanlagen: Anforderung für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Baustellen“

**3.3** Ist nicht sichergestellt, dass die im vorhandenen Netz angewandten Schutzmaßnahmen nach Stromausfall dauerhaft wirksam bleiben, muss für den sicheren Betrieb der Ersatzstromerzeugungsanlage eine anlagenspezifische Schutzmaßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Fehlerschutz) wirksam sein. Es dürfen nur folgende Schutzmaßnahmen angewendet werden:

1. Schutz durch Abschaltung der Stromversorgung,
2. Schutztrennung,

3. Schutzkleinspannung (SELV); an oder auf Bau- und Montagestellen im Wesentlichen für Handleuchten von Bedeutung,
4. Schutzisolierung (auf Bau- und Montagestellen im Wesentlichen für den Einsatz von ortsveränderlichen Ersatzstromerzeugern und ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln relevant).

Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen müssen auf das gewählte oder vorhandene Netzsystem abgestimmt sein.

- 3.4** Ordnungsgemäß installierte Ersatzstromerzeuger dürfen als besondere Speisepunkte auf Bau- und Montagestellen eingesetzt werden. Das bedeutet, dass in diesen Fällen auf einen Baustromverteiler verzichtet werden darf.

# 4 Betrieb

## 4.1 Auswahl

### 4.1.1 Kennzeichnung

Ersatzstromerzeuger müssen mit einem Typschild versehen sein, auf dem mindestens nachfolgende Angaben deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sind:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers,
- Typbezeichnung,
- Fertigungs- und Seriennummer/Baujahr,
- Bemessungsleistung (kVA/kW),
- Bemessungsspannung (V),
- Bemessungsstrom (A),
- Bemessungsfrequenz (Hz),
- Betriebsart,
- Schutzart (IP-Code),
- Umgebungstemperaturbereich (°C),
- Bei Geräten mit einer Bemessungsleistung > 10 kVA zusätzlich Bemessungsleistungsfaktor.

Die CE-Kennzeichnung muss entsprechend der gesetzlichen Regelung vorhanden sein.

Es wird empfohlen, nur Geräte mit GS-Prüfzeichen auszuwählen.

### 4.1.2 Technische Anforderungen

Ersatzstromerzeuger sind für den vorgesehenen Einsatz entsprechend dem Leistungsbedarf der zu versorgenden Geräte ausreichend bemessen auszuwählen. Insbesondere sind dazu beim Betrieb von Hebezeugen (z. B. Krane, Aufzüge, Winden) und Frequenzumrichter (FU), gesteuerte Antriebe, die Empfehlungen des Herstellers zu beachten (s. Anhang 2).

Ersatzstromerzeuger müssen mit Tragevorrichtungen ausgerüstet sein. Ab einer Gesamtmasse von 50 kg müssen Anschlagpunkte für den Hebezeugtransport oder Vorrichtungen für den Transport mit Flurförderzeugen vorhanden sein.

Besteht bei Einsatz von Ersatzstromerzeugern mit Kurbelstarteinrichtung, z. B. bei Dieselmotoren, die Gefahr von Verletzungen durch Rückschlag, sind geeignete Rückschlagsicherungen oder Sicherheitskurbeln zu verwenden. Bei Seilstarteinrichtungen ist darauf zu achten, dass eine Seilfangeinrichtung vorhanden ist und das Starten gegen die Drehrichtung des Motors verhindert wird.

Ersatzstromerzeuger müssen durch die Gestaltung des Gehäuses oder des Aufstellortes so geschützt sein, dass äußere Einwirkungen durch Fremdkörper, Wasser oder Feuchtigkeit die Sicherheit nicht beeinträchtigen.

Ersatzstromerzeuger müssen zur uneingeschränkten Verwendung im Freien mindestens der Schutzart IP 54, bei Verwendung in Gebäuden mindestens der Schutzart IP 43 entsprechen (siehe BGI 600). Bei Einsatz von Geräten mit geringerer Schutzart, allerdings mindestens IP 23, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich (z.B. Einhausung).

## **4.2 Aufstellung und spezielle Betriebshinweise**

Der Aufstellort ist so zu wählen oder vorzubereiten, dass der Ersatzstromerzeuger standsicher aufgestellt und bestimmungsgemäß betrieben werden kann und die Schutzart den Anforderungen, die sich aus dem Aufstellort ergeben, genügt.

Ersatzstromerzeuger mit Verbrennungsmotor, die innerhalb von Gebäuden betrieben werden, sind in separaten Räumen mit ausreichender Belüftung aufzustellen. Die Abgase sind über Rohre/ Schläuche ins Freie abzuleiten.

Ersatzstromerzeuger mit Verbrennungsmotor dürfen nur im Stillstand betankt werden.

Die Betriebsanleitung für Ersatzstromerzeuger muss am Einsatzort vorhanden sein.

### **4.3 Stromquellen für Sicherheitszwecke**

Bei der Auswahl von Ersatzstromerzeugern zum Einsatz als Stromquelle für Sicherheitszwecke sind weitere Anforderungen zu berücksichtigen (siehe VDE 0100 Teil 560 und VDE 0108 Teil 1).

# 5 Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Fehlerschutz)

## 5.1 Schutzmaßnahmen in TN- und TT-Systemen

In TN- und TT-Systemen muss Schutz durch Abschaltung mit pulsstromsensitiven (Typ A) oder allstromsensitiven (Typ B) Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$  realisiert werden.

Die Erdung des Sternpunktes oder eines Außenleiters (Erdungsleiter, Erdungswiderstand) am Generator ist notwendig, damit die Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) im Fehlerfall die Anlage abschalten kann. Dabei darf der Erdungswiderstand  $R_B$  den zulässigen Wert für die Abschaltung nicht überschreiten. Empfohlen wird ein Widerstandswert von  $\leq 50 \text{ Ohm}$ .

Anmerkung: Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme ist durch eine Elektrofachkraft zu überprüfen.

Sind Generator und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) räumlich getrennt, müssen die Verbindungsleitungen kurz- und erdschlusssicher verlegt werden. Kurz- und erdschlusssichere Verlegung kann z. B. durch getrennte Einzelleiterverlegung oder durch den Einsatz von Kabeln und Leitungen mit konzentrischem Schutzleiter erreicht werden.

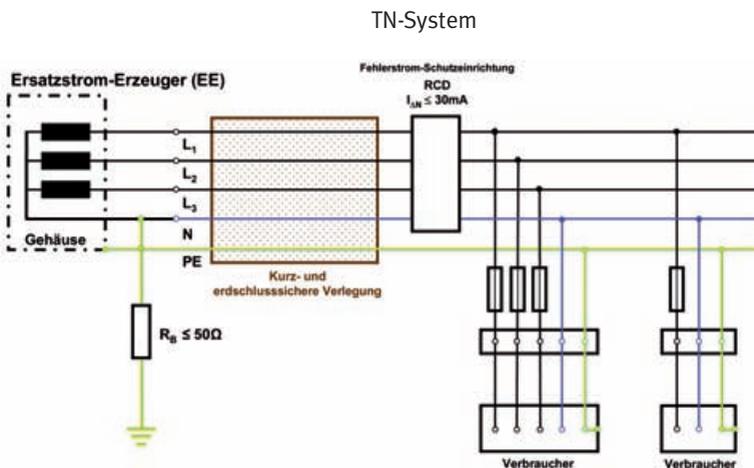


Abb. 1: Schutzmaßnahmen im TN-System; Empfehlung  $R_B \leq 50 \Omega$

## TT-System

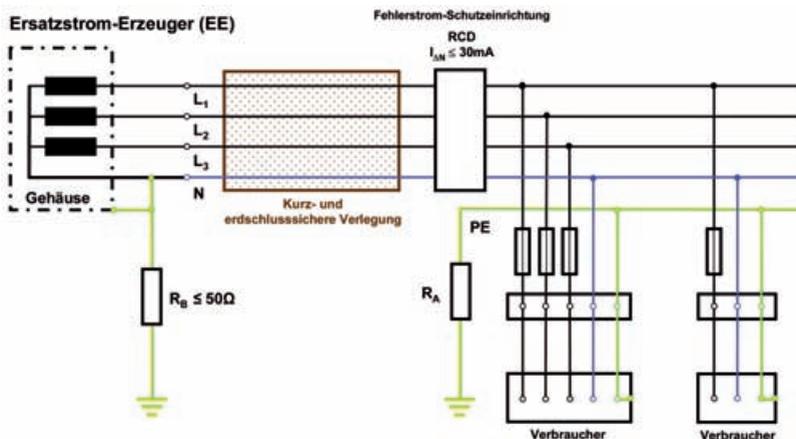


Abb. 2: Schutzmaßnahmen im TT-System

Erforderliche Verbindungen am Ersatzstromerzeuger beim TN- und TT-System:

Neutralleiter N – Erdung R<sub>g</sub> – Schutzleiterklemme PE – Generatorgehäuse

Bei schutzisolierten Ersatzstromerzeugern entfällt die Verbindung Generatorgehäuse zum R<sub>g</sub>.

Hinweis: Der Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln, die hochfrequente Fehlerströme oder glatte Gleichfehlerströme erzeugen können, z. B. Frequenzumrichter, darf die Wirksamkeit der erforderlichen Schutzmaßnahme nicht beeinträchtigen (siehe BGI 608). In diesen Fällen müssen allstromsensitive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (Typ B) eingesetzt werden.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen lösen aus, wenn der Bemessungsfehlerstrom erreicht wird. Sie schalten auch ab, wenn im fehlerfreien Zustand die Summe der Ableitströme der Betriebsmittel größer als der Ansprechwert der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung wird. Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM) können den Ableitstrom kontinuierlich erfassen und anzeigen.

Bei Betrieb eines Ersatzstromerzeugers im TN- oder TT-System muss eine Erdung des Versorgungssystems erfolgen. Deshalb muss der Ersatzstromerzeuger mit einer Erdungsklemme ausgerüstet sein.



Abb. 3: Ersatzstromerzeuger mit Fehlerstromschutzeinrichtung und Erdspieß

## 5.2 Schutzmaßnahmen im IT-System (Isolationsüberwachung mit Meldung des ersten Fehlers und automatischer Abschaltung beim zweiten Fehler)

Im IT-System müssen alle elektrischen Betriebsmittel der Schutzklasse I durch einen Schutzleiter miteinander und mit dem Anlagenerder verbunden sein.

Der Anlagenerder  $R_A$  muss folgende Bedingung erfüllen:

$$R_A \cdot I_d \leq 50 \text{ V}$$

$R_A$  = Summe der Widerstände des Erders und der Schutzleiter

$I_d$  = Summe der Fehlerströme im Falle des ersten Fehlers  
( $I_d$  kann gemessen werden mit einem Amperemeter zwischen einem Außenleiter und dem Erdpotenzial)

Auf Bau- und Montagestellen (mit nicht dauerhaft errichteten Stromerzeugungsanlagen) gilt diese Anforderung als erfüllt, wenn der Erdungswiderstand  $R_A \leq 100 \Omega$  ist.

Eine Isolationsüberwachung erfolgt zwischen aktiven Teilen und geerdetem Schutzleiter. Die Isolationsüberwachungs-Einrichtung muss ein Absinken des Isolationswiderstandswertes unter  $100 \Omega/\text{V}$  melden.

Bei ausreichender Überwachung der Anlage (Fehlermeldung wird erfasst und die notwendige Instandsetzung wird eingeleitet) reicht es aus, wenn bei Auftreten des ersten Fehlers ein akustisches oder optisches Signal ausgelöst wird.

Der Fehler ist umgehend durch eine Elektrofachkraft zu beheben. Die Anlage darf jedoch bis zur Fehlerbehebung weiterbetrieben werden (siehe BGI 608).

Bei Auftreten eines zweiten Fehlers an einem anderen aktiven Leiter muss die sofortige automatische Abschaltung erfolgen oder die Spannung zwischen den Klemmen des Ersatzstromerzeugers muss unter 50 V sinken (siehe VDE 0100 Teil 551, Anhang ZB zu Abschn. 551.4.4.2).

Die Abschaltung beim zweiten Fehler kann durch Sicherungen, Leitungsschutzschalter oder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (siehe Abb. 4 und 5) realisiert werden.

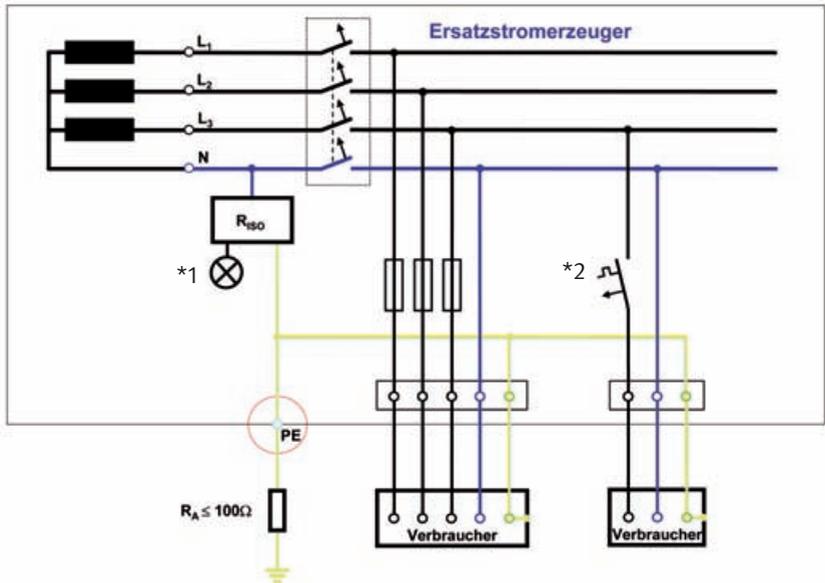


Abb. 4: Schutzmaßnahmen im IT-System mit Anzeige des Schwellwertes (\*1) bei Auftreten des ersten Fehlers und Abschaltung bei Auftreten des zweiten Fehlers durch Sicherungen oder Leitungsschutzschalter (\*2)

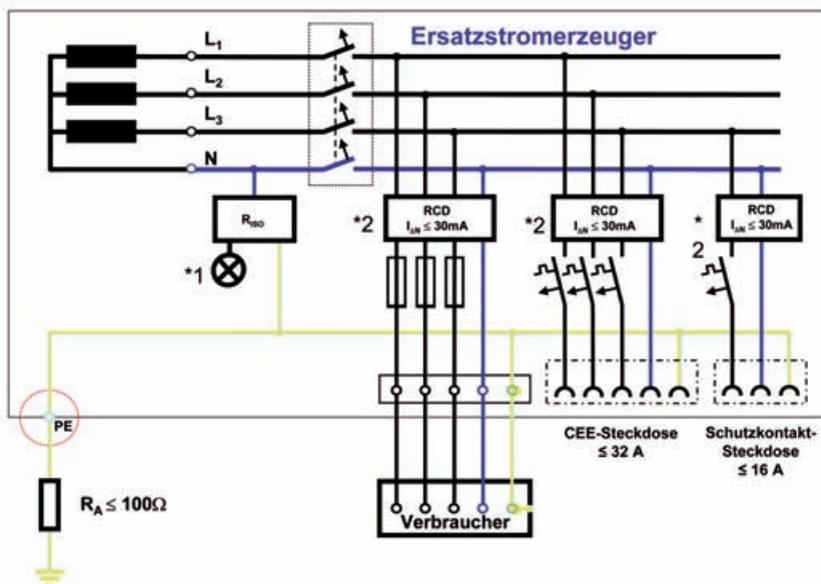


Abb. 5: Schutzmaßnahmen im IT-System mit Anzeige des Schwellwertes (\*1) beim Auftreten des ersten Fehlers und Abschaltung bei Auftreten des zweiten Fehlers durch RCD (\*2)

Erforderliche Verbindung am Ersatzstromerzeuger:

Generatorgehäuse – Schutzleiterklemme PE – Erdung  $R_A$

Hinweis: Im Unterschied zum TN- und TT-System keine Verbindung zwischen Neutralleiter N und Schutzleiter PE.

Stromkreise mit Steckdosen und festangeschlossenen in der Hand gehaltenen Verbrauchsmitteln mit jeweils einem Bemessungsstrom  $I_N \leq 32 \text{ A}$  dürfen nur verwendet werden, wenn jede Steckdose und jedes Verbrauchsmittel mit einer separaten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$  geschützt wird.

Anwendung: In Anlagen zur Versorgung von Geräten, welche beim Auftreten des ersten Fehlers nicht sofort abgeschaltet werden sollen (z. B. Pumpen der Grundwasserhaltung).

### 5.3 Sonstige Schutzmaßnahmen

#### 5.3.1 Trenntransformator

An einem Trenntransformator bzw. an jede Sekundärwicklung eines Trenntransformators darf auf Baustellen nur ein Verbrauchsmittel angeschlossen werden.

#### 5.3.2 Ersatzstromerzeuger zur Versorgung elektrischer Betriebsmittel in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit

*Ein leitfähiger Bereich mit begrenzter Bewegungsfreiheit liegt vor, wenn dessen Begrenzung im Wesentlichen aus Metallteilen oder leitfähigen Teilen (z. B. auch feuchtes Erdreich) besteht, eine Person mit ihrem Körper großflächig mit der umgebenden Begrenzung in Berührung stehen kann und die Möglichkeit der Unterbrechung dieser Berührung eingeschränkt ist. (siehe BGI 594 und DIN VDE 0100-706)*

Als elektrische Verbrauchsmittel sind sowohl Geräte der Schutzklasse I als auch der Schutzklasse II zulässig. Aufgrund der verstärkt ausgeführten Isolation werden Geräte der Schutzklasse II (schutzisolierte Ausführung) empfohlen.

##### 5.3.2.1 Ersatzstromerzeuger mit nur einer Anschlussmöglichkeit für ein Verbrauchsmittel

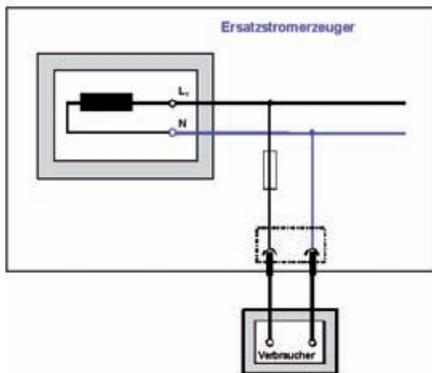


Abb. 6: Ersatzstromerzeuger mit nur einem Abgang



Abb. 7: Ersatzstromerzeuger kleiner Leistung zum Anschluss nur eines Verbrauchsmittels

### 5.3.2.2 Ersatzstromerzeuger mit mehreren Anschlussmöglichkeiten

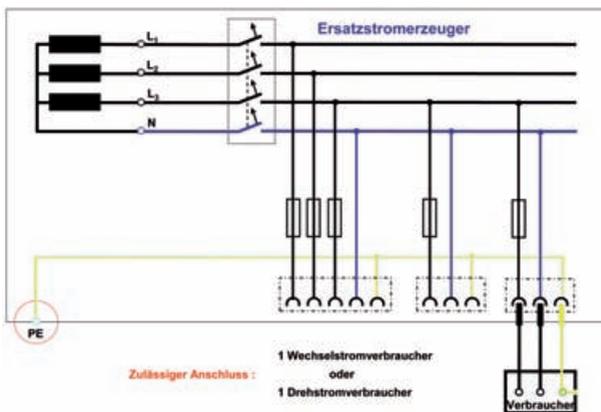


Abb. 8: Ersatzstromerzeuger mit mehreren Anschlussmöglichkeiten, aber nur einem Verbrauchsmittel

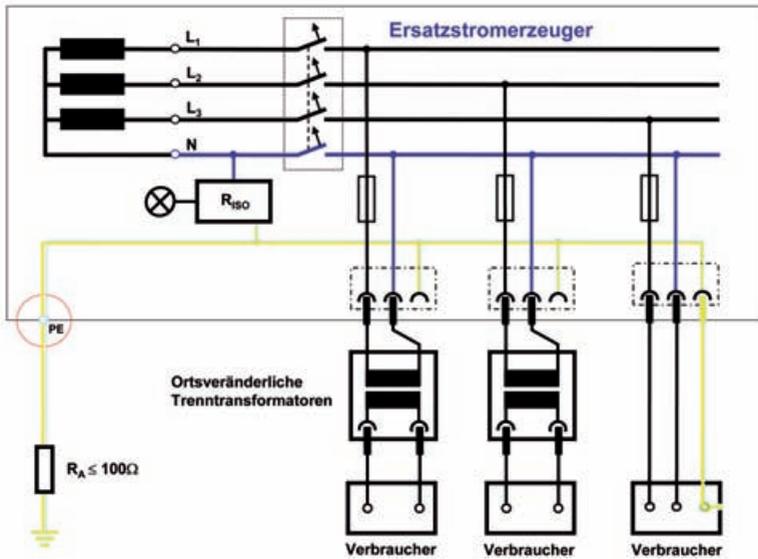


Abb. 9: Ersatzstromerzeuger mit mehreren Anschlussmöglichkeiten und mehreren Verbrauchsmitteln, ein Verbrauchsmittel direkt und zwei Verbrauchsmittel über Trenntransformatoren angeschlossen

Ein Verbrauchsmittel darf direkt angeschlossen werden. Weitere Verbrauchsmittel müssen jeweils über einen separaten Trenntransformator angeschlossen werden.

Die Trenntransformatoren sind außerhalb des leitfähigen Bereiches aufzustellen. Die Länge der Zuleitung zum Trenntransformator darf maximal 4 m betragen.

Erforderliche Verbindungen am Ersatzstromerzeuger: Isolationsüberwachungseinrichtung – Generatorgehäuse – Schutzleiterklemme PE – Erdung  $R_A$  sowie Generatorgehäuse Isolationsüberwachung entfallen bei allen schutzisolierten Ersatzstromerzeugern.

Die Isolationsüberwachung findet nur in ungeerdeten Netzen (IT-Systeme) Anwendung.

### 5.3.3 Potenzialausgleich mit Isolationsüberwachung und Abschaltung bei einem Isolationsfehler

Alle Körper müssen mit einem ungeerdeten Potenzialausgleichsleiter (PA) verbunden werden. Die Schutzleiter in den Zuleitungen der Verbrauchsmittel können diese Funktion übernehmen. Ein verbesserter Schutz kann erreicht werden, wenn auch die Netzanschlussleitungen der schutzisolierten Verbrauchsmittel einen Potenzialausgleichsleiter enthalten (Kennzeichnung grün/gelb), der im Stecker angeschlossen und im Verbrauchsmittel isoliert ist.

Die Isolationsüberwachung erfolgt hier zwischen den aktiven Teilen und dem Potenzialausgleichsleiter (nicht der Erde). Die Isolationsüberwachungseinrichtung muss den Anforderungen nach DIN VDE 0413-8 genügen und beim Absinken des Isolationswiderstandswertes unter  $100 \Omega/V$  innerhalb 1 s eine Abschaltung bewirken (siehe DIN VDE 0100-551: Anhang ZB, zu Abschn. 551.4.4.2).

Generator

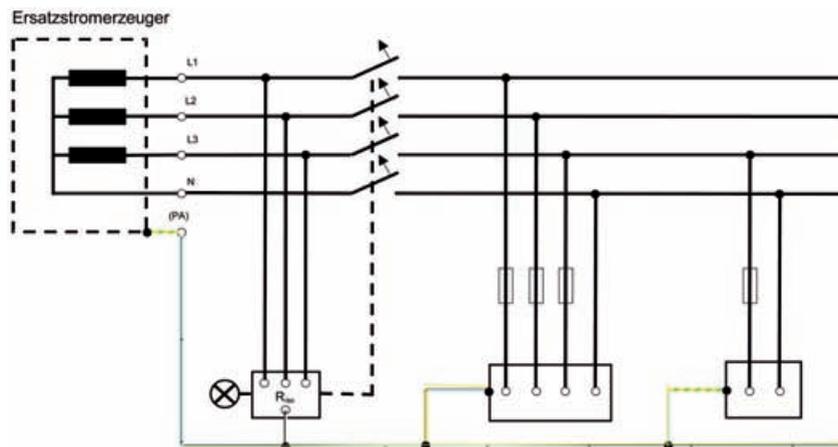


Abb. 10: Beispiel für ein 4-Leiter-Versorgungssystem mit Isolationsüberwachung und Abschaltung

Erforderliche Verbindungen am Ersatzstromerzeuger:

Generatorgehäuse – Potenzialausgleichsleiter PA.

Die Verbindung entfällt bei schutzisolierten Ersatzstromerzeugern.

Hinweis: Bei dieser Netzform darf keine Verbindung zwischen Neutralleiter N und Potenzialausgleichsleiter PA bestehen.



Abb. 11: Ersatzstromerzeuger mit Isolationsüberwachungs- und Abschalteinrichtung

Anwendung: **Schutzisolierte Ersatzstromerzeuger mit dieser Schutzeinrichtung dürfen vom Anwender (Bediener) direkt in Betrieb genommen werden, da keine zusätzlichen Potenzialausgleichs-/Schutzleiterverbindungen erstellt werden müssen.**

Kommentar des berufsgenossenschaftlichen Fachausschusses Elektrotechnik:

Nach DIN VDE 0100 Teil 704 muss auf Baustellen bei Schutztrennung jede Steckdose oder jedes fest angeschlossene, in der Hand gehaltene elektrische Verbrauchsmittel, jeweils mit einem Bemessungsstrom  $I_N \leq 32$  A, durch einen separaten Trenntransformator oder durch getrennte Wicklungen eines Trenntransformators versorgt werden (Schutztrennung mit **einem** Verbraucher).

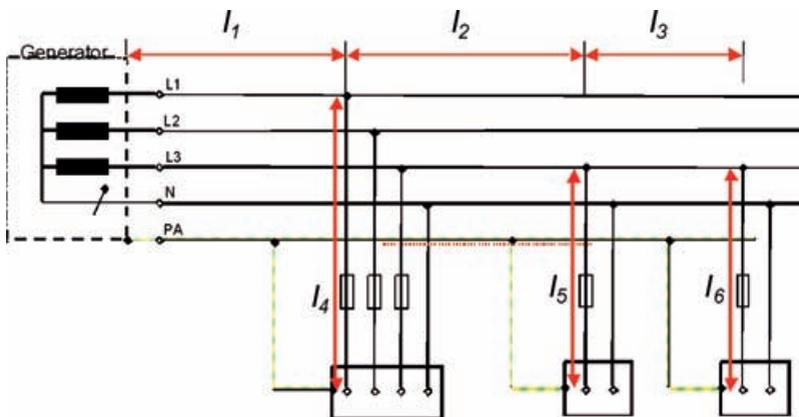
Die hier beschriebene Schutzmaßnahme „Ersatzstromerzeugungsanlage mit mehreren Verbrauchsmitteln und Abschaltung durch Isolationsüberwachung beim Auftre-

ten des ersten Fehlers“ wird für die vorstehend genannten Stromkreise  $I_N \leq 32 \text{ A}$  auf Baustellen für geeignet erachtet, da sie gegenüber der Schutztrennung mit mehreren Verbrauchern nach DIN VDE 0100 Teil 410 eine „zusätzliche“ Schutzeinrichtung durch die Isolationsüberwachung in Verbindung mit dem Ersatzstromerzeuger nach DIN VDE 0100 Teil 551 enthält.

### 5.3.4 Ersatzstromerzeuger mit mehreren Verbrauchern und begrenzter Netzausdehnung

Der Schutz im Fehlerfall ist auch durch eine Begrenzung der Netzausdehnung realisierbar.

Die Gesamtlänge der Kabel und Leitungen muss so begrenzt sein, dass das Produkt aus Nennspannung in Volt und Gesamtlänge der Leitungen in Metern nicht größer als 100 000 ist, wobei die Gesamtlänge der Leitungen 500 m nicht überschreiten darf.

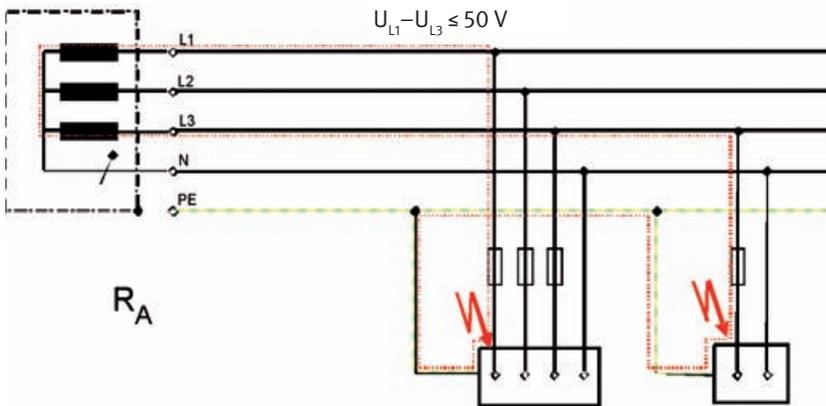


$$\text{Max. Leitungslänge} = \sum I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \leq \frac{100000 \text{ Vm}}{U_N} \leq 500 \text{ m}$$

Abb. 12: Beispiel für eine Begrenzung der Netzausdehnung mit sechs Teillängen

Zur Vermeidung einer gefährlichen Körperdurchströmung beim Auftreten eines Fehlers muss eine der beiden nachfolgenden Bedingungen erfüllt sein:

1. Beim Auftreten von zwei Fehlern muss abgeschaltet werden (siehe DIN VDE 0100 Teil 410 Abschnitt 413.5.3.4 – Abschalten durch Überstrom-Schutzeinrichtungen innerhalb der zulässigen Abschaltzeit)  
oder
2. Bei Fehlern an beliebigen Stellen im Netz muss die Spannung an den Klemmen der aktiven Leiter des Ersatzstromerzeugers auf  $\leq 50\text{ V}$  absinken. Es ist der Fehlerstromkreis mit jeweils einem Isolationsfehler an zwei verschiedenen Verbrauchern zu Grunde zu legen, der den größten zu erwartenden Widerstand der Fehler-schleife ergibt (siehe Bild 13).



Rote Punktlinie .....  
Fehlerschleife

Abb. 13: Schutz durch Spannungsabsenkung an den Klemmen des Ersatzstromerzeugers

# 6 Prüfungen

## 6.1 Prüfung vor Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme der Anlage und nach jeder Wiederinbetriebnahme muss die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme durch eine Elektrofachkraft oder durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft mit geeigneten Mess- und Prüfgeräten festgestellt werden.

Werden die Schutzmaßnahmen nach Abschnitt

- 5.3.2.1 Ersatzstromerzeuger mit einem Verbrauchsmittel in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit,
- 5.3.3 oder
- 5.3.4 angewandt,

kann die Anlage auch durch den Anwender, entsprechend den Vorgaben des Herstellers in der Betriebsanleitung, in Betrieb genommen werden.

## 6.2 Wiederholungsprüfungen

**6.2.1** Ortsveränderliche Ersatzstromerzeuger auf Bau- und Montagestellen müssen vor jeder Benutzung arbeitstäglich durch den Benutzer auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel überprüft werden.

**6.2.2** Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) bei nichtstationären Anlagen sind mindestens einmal im Monat auf Wirksamkeit

- durch eine Elektrofachkraft
- oder
- wenn geeignete Mess- und Prüfgeräte zur Verfügung stehen, durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft zu prüfen.

**6.2.3** Zusätzlich ist durch den Benutzer arbeitstäglich durch Betätigen der Prüftaste der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) die mechanische Funktion der Auslösung oder an der Isolationsüberwachungseinrichtung die Auslösecharakteristik zu prüfen.

- 6.2.4** Es wird empfohlen, die Prüfungen nach Abschnitt 6.2.2 zu dokumentieren, z. B. durch Kennzeichnung am Betriebsmittel mittels einer Prüfplakette oder einer Banderole.

### **6.3. Mess- und Prüfgeräte**

Geeignete Mess- und Prüfgeräte sind solche nach der Normenreihe DIN EN 61557. Mess- und Prüfgeräte für die Netzfrequenz 50 Hz (230/400 V) müssen Frequenzabweichungen von  $\pm 5\%$  erkennen können.

Hinweis: Mess- und Prüfgeräte sollten mindestens alle drei Jahre vom Hersteller oder einem autorisierten Betrieb hinsichtlich der Messunsicherheit überprüft werden.

# 7 Instandsetzung und Wartung

Die Instandsetzung und Wartung von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln darf nur durch Elektrofachkräfte vorgenommen werden.

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

# Anhang 1

## Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

### 1. Unfallverhütungsvorschriften

- BGV A1** Grundsätze der Prävention
- BGV A3** Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
- BGV C22** Bauarbeiten

### 2. Berufsgenossenschaftliche Regeln, Grundsätze und Merkblätter

- BGI 594** BG-Information
  - Einsatz elektrischer Betriebsmittel bei erhöhter elektrischer Gefährdung
- BGI 600** BG-Information
  - Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen.
- BGI 608** BG-Information
  - Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen
- ZH 1/559** Sicherheitsregeln für Rohrleitungsbauarbeiten

### 3. DIN-Normen/VDE-Bestimmungen

- VDE 0100 Teil 300: 1996-01** Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V, Teil 3: Bestimmungen allgemeiner Merkmale
- VDE 0100 Teil 410: 1997-01** Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 364-4-41:1992, modifiziert) Deutsche Fassung: HD 384.4.41 S2:1996
- VDE 0100 Teil 551: 1997-08** Elektrische Anlagen von Gebäuden; Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 55: Andere Betriebsmittel Hauptabschnitt 551: Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen (IEC 364-5-551:1994) Deutsche Fassung HD 384.5.551 S1:1997

<b>VDE 0100 Teil 560: 1995-07</b>	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V Kapitel 56: Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke
<b>VDE 0100 Teil 704: 2001-05</b>	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 7: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art Hauptabschnitt 704: Baustellen
<b>VDE 0100 Teil 706: 1992-06</b>	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
<b>VDE 0108 Teil 1: 1989-10</b>	Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen
<b>DIN EN 61557 -1-8 (VDE 0413 Teil 1–8): 1998-05</b>	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1000 V und DC 1500 V Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen
<b>VDE 0470: 2000-09</b>	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (EN 60529) Drehende elektrische Maschinen;
<b>DIN EN 60034-22 (VDE 0530 Teil 22)1998-01: DIN EN 62020: 1999-07 (VDE 0663)</b>	Teil 22: Wechselstromgeneratoren für Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren Elektrisches Installationsmaterial; Differenzstrom-Überwachungsgeräte für Hausinstallationen und ähnliche Verwendungen (RCMs)
<b>DIN 6280-10: 1986-10</b>	Hubkolben-Verbrennungsmotoren; Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren; Stromerzeugungsaggregate kleiner Leistungen; Anforderungen und Prüfung
<b>DVGW-Merkblatt GW 308: 2000-08</b>	Mobile Ersatzstromerzeuger für Rohrleitungsbaustellen; Ausrüstung und Betrieb

# Anhang 2

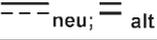
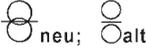
## **Belastungsgrenzen eines Generators beim Betrieb von strom- oder spannungsführten Frequenzumrichtern**

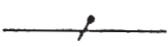
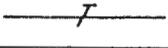
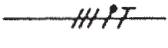
Baugeräte mit spannungsführten Frequenzumrichtern (FU) belasten den Generator mit Oberschwingungen. Um die erforderliche Netzqualität nach EN 61000-3-3 einzuhalten, sollte die FU-Leistung  $\leq 25-30\%$  der Wirkleistung des Generators sein. Bei stromgeführten Frequenzumrichtern kann sich dieser Wert auf 10% reduzieren. FU-Leistungen  $\geq 50\%$  können Generatorschäden verursachen.

Beim Betrieb von FU-gesteuerten Maschinen und Geräten mit Ersatzstromerzeugern ist deshalb bezüglich der elektrischen Belastbarkeit des Generators Rücksprache mit dem Hersteller des Frequenzumrichters zu empfehlen.

# Anhang 3

## Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln

	GS-Prüfzeichen, Berufsgenossenschaftliche Prüfstelle: Fachausschuß "Elektrotechnik"		Druckwasserdicht (mit Angabe der maximalen Eintauchtiefe)
			Staubgeschützt
			Staubdicht
	EG-Konformitätszeichen (CE-Zeichen)		Für rauhen Betrieb
	Kennzeichen der Prüfstelle Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)		Schutzleiteranschluss
	VDE- Harmonisierungssymbole für Kabel und Leitungen		Leuchte für Entladungslam- pen zur direkten Montage auf oder an normal entflammbar entflammbaren Baustoffen
	Gefährliche elektrische Spannung		Nicht zur direkten Montage auf normal entflammbaren Oberflächen geeignete Leuchte (nur zur Montage auf nicht ent- flammbaren Oberflächen geeignet)
	Schutzisoliert (Schutzklasse II)		Zur Montage in oder auf normal entflammbaren Oberflächen geeignete Leuchte, falls Wärmedämm-Material die Leuchte umhüllt
	Schutzkleinspannung (Schutzklasse III)		Explosionsgeschützte, baumustergeprüfte Betriebsmittel
	Sicherheitstransformator (Schutzklasse III)		Gleichstrom
	Trenntransformator		Wechselstrom
	Tropfwassergeschützt		Mischstrom
	Sprühwassergeschützt (Regenwassergeschützt)		FI-Schutzschalter löst sowohl bei Wechsel- als auch bei pulsierenden Gleichfehler- strömen aus
	Spritzwassergeschützt		FI-Schutzschalter zum Ein- satz bei tiefen Temperaturen
	Strahlwassergeschützt	<b>V</b>	Volt (Spannung)
	Wasserdicht	<b>A</b>	Ampère (Stromstärke)
		<b>W</b>	Watt (Leistung)
		<b>kW</b>	Kilowatt (Leistung)
		<b>Hz</b>	Hertz (Frequenz)

Kennzeichnung von besonderen Leitungen	
	Neutralleiter (N), Mittelleiter (M)
	Schutzleiter (PE)
	Neutralleiter mit Schutz- funktion (PEN)
	Drehstromleitung mit Neu- tralleiter und Schutzleiter

# Anhang 4

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

Schutzart		Kennziffer des Schutzgrades	Symbol nach 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	

# Anhang 5

## Kurzzeichen für Leitungen

### Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen

Kennzeichnung									
<b>Bestimmung</b> harmonisiert nationaler Typ	H	A							
<b>Nennspannung <math>U_0/U^*</math></b>	03	04	05	07					
<b>Leiterisolierung</b>		V	I	R	S	B			
PVC									
Natur- und / oder Styrol-Butadienkautschuk									
Silikonkautschuk									
Ethylenpropylen-Kautschuk									
<b>Mantel</b>			V	V2	V3		R	N	J
PVC									
PVC, erhöht temperaturbeständig									
PVC, für niedrige Temperaturen									
Natur- und / oder Styrol-Butadienkautschuk									
Polychloroprenkautschuk									
Glasfasergeflecht									
Textilgeflecht									
Polyurethan									
<b>Aufbau - Besonderheiten</b>									
flache teilbare Leitung									H
flache nicht teilbare Leitung									H2
<b>Leiter</b>									
eindrätig									-U
mehrdrätig									-R
feindrätig für feste Verlegung									-K
feindrätig für flexible Verlegung									-F
feindrätig für flexible Verlegung									-H
Lahnlitze									-Y
<b>Aderzahl</b>									
mit Schutzleiter grüngelb									n
ohne Schutzleiter									X
Nennquerschnitt									nn

\*)  $U_0$  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 gnge / sw / hbl

gnge = grüngelb = Schutzleiter  
 hbl = hellblau = Neutralleiter  
 br = braun = Außenleiter  
 sw = schwarz = Außenleiter

### Kurzzeichen für Leitungen, altes Schema (Auszug)

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

### Beispiele

harmonisiert	Leitung	bisher
H05V-U, H05V-K	Kunststoffverdrahtungsleitung	NYFA, NYFAP
H07V-U, H07V-K	Kunststoffaderleitung	NYA, NYAF
H03VV-F, H03VVH2-F	Leichte Kunststoffschlauchleitung	NYLHY
H05VV-F	mittlere Kunststoffschlauchleitung	NYMHY
H05RR-F,	leichte Gummischlauchleitung	NLH
H05RN-F, H07RN-F *) H07BQ-F	mittlere Gummischlauchleitung	NMH NMH6u NGM11YÖ
H03VH-Y	Leichte Zwillingsleitung	NLYZ
H03VH-H	Zwillingsleitung	NYZ
H03RT-F	Gummiaderschnur	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

**Tabelle 1 – Kabel und Leitungen mit grün-gelber Ader**

Anzahl der Adern	Farben der Adern <sup>b)</sup>				
	Schutzleiter	Aktive Leiter			
3	Grün-Gelb	Blau	Braun		
4	Grün-Gelb	–	Braun	Schwarz	Grau
4 <sup>a)</sup>	Grün-Gelb	Blau	Braun	Schwarz	
5	Grün-Gelb	Blau	Braun	Schwarz	Grau

**Tabelle 2 – Kabel und Leitungen ohne grün-gelbe Ader**

Anzahl der Adern	Farben der Adern <sup>b)</sup>				
2	Blau	Braun			
3	–	Braun	Schwarz	Grau	
3 <sup>a)</sup>	Blau	Braun	Schwarz		
4	Blau	Braun	Schwarz	Grau	
5	Blau	Braun	Schwarz	Grau	Schwarz

- a) Nur für bestimmte Anwendungen
- b) Blanke konzentrische Leiter, wie metallene Mäntel, Armierungen oder Schirme, werden in dieser Tabelle nicht als Leiter betrachtet. Ein konzentrischer Leiter ist durch seine Anordnung gekennzeichnet und braucht nicht durch Farben gekennzeichnet zu werden.







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

Präventionsstandort Energie- und Wasserwirtschaft Düsseldorf  
 Telefon: 02 11 / 93 35 - 42 39  
 Telefax: 02 11 / 93 35 - 42 19  
 E-Mail: info.energie-wasser@bgetem.de

Bei Rückfragen: Präventionszentren

Köln I	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 10
(Hauptverwaltung)	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 11
Köln II	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 80
(Bad Münstereifel)	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 81
Braunschweig	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 20
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 21
Berlin	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 30
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 31
Dresden	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 40
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 41
Nürnberg	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 50
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 51
Augsburg	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 60
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 61
Stuttgart	Telefon: 02 21 / 37 78 - 16 70
	Telefax: 02 21 / 37 78 - 16 71

Präventionsstandort Energie- und Wasserwirtschaft  
 Düsseldorf  
 Telefon: 02 11 / 93 35 - 42 39  
 Telefax: 02 11 / 93 35 - 42 19

Präventionsstandort Druck und Papierverarbeitung  
 Wiesbaden  
 Telefon: 06 11 / 131 - 82 21  
 Telefax: 06 11 / 131 - 82 22

**Berufsgenossenschaft  
Energie Textil Elektro  
Medienerzeugnisse**

Gustav-Heinemann-Ufer 130  
50968 Köln  
Telefon 0221 3778-0  
Telefax 0221 3778-1199  
[www.bgetem.de](http://www.bgetem.de)

Bestell-Nr. BGI 867