

203-032

DGUV Information 203-032



Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

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

Sachgebiet „Elektrotechnik und Feinmechanik“,
Fachbereich „Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse“ der DGUV

Ausgabe: Mai 2016

DGUV Information 203-032 (bisher BGI 867)
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen

Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorbemerkung	5	Anhang 1	
1 Anwendungsbereich	5	Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln	21
2 Begriffe	6	Anhang 2	
3 Allgemeine Anforderungen	7	Schutzarten nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1).....	22
3.1 Kennzeichnung.....	7	Anhang 3	
3.2 Mechanische Anforderungen.....	7	Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen.....	23
3.3 Elektrische Anforderungen.....	7	Anhang 4	
3.4 Anforderungen an den Aufstellort.....	8	Vorschriften und Regeln.....	24
4 Technische Ausführungen von Stromerzeugern	9	Anhang 5	
4.1 Erdungsanschluss oder Schutzpotentialausgleich.....	9	Muster-Prüfprotokoll.....	25
4.2 Stromerzeuger ohne Erdungsanschluss.....	9	Anhang 6	
4.3 Stromerzeuger mit Erdungsanschluss.....	9	Belastungsgrenzen eines Generators beim Betrieb von Baugeräten mit Frequenzumrichtern.....	30
5 Betrieb	12	Anhang 7	
5.1 Stromerzeuger mit Anschluss für Schutzpotential- ausgleich (Ausführungen „A“ und „B“).....	12	Praxisbeispiele für Anschlusskombinationen an Stromerzeugern der Ausführung „A“.....	31
5.1.1 Stromerzeuger mit nur einem angeschlossenen Verbrauchsmittel (Ausführung „A“).....	12	Anhang 8	
5.1.2 Stromerzeuger bei Verwendung mehrerer Verbrauchsmittel (Ausführungen „A“ und „B“).....	12	Beispiel einer Betriebsanweisung für mobile Stromerzeuger der Ausführung „A“.....	34
5.2 Stromerzeuger mit Erdungsanschluss.....	16		
5.2.1 TN-System mit RCDs im Stromerzeuger integriert (Ausführung „C“).....	16		
5.2.2 Stromerzeuger als Übergabepunkt – Elektrofachkraft legt Schutzmaßnahme fest, installiert und prüft (Ausführung „D“).....	17		
5.3 Weitere Schutzmaßnahmen hinter dem Übergabepunkt.....	18		
5.3.1 Schutztrennung (Trenntransformator).....	18		
5.3.2 Schutzkleinspannung SELV (Sicherheitstransformator).....	18		
5.4 Sonderfall: Erhöhte elektrische Gefährdung durch leitfähige Umgebung mit begrenzter Bewegungsfreiheit.....	19		
6 Ordnungsgemäßer Zustand	20		
6.1 Wartung und Instandsetzung.....	20		
6.2 Prüfungen.....	20		
6.2.1 Mess- und Prüfgeräte.....	20		
6.2.2 Dokumentation.....	20		
6.2.3 Prüfung vor Inbetriebnahme.....	20		
6.2.4 Wiederholungsprüfungen.....	20		

Vorbemerkung

Die vorliegende DGUV Information stellt die Anforderungen für Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen, die in verschiedenen Vorschriften, Regeln und Normen festgelegt sind, übersichtlich zusammen und gibt Erläuterungen für den Anwender/die Anwenderin. Sie ersetzt nicht die erforderliche Betriebsanweisung vor Ort, bietet aber Unterstützung bei deren Erstellung. Ein Beispiel für eine Betriebsanweisung zeigt Anhang 8.

Bau- und Montagestellen werden in den meisten Fällen aus dem öffentlichen Netz mit elektrischer Energie versorgt. Wo dies

nicht möglich ist, werden mobile Stromerzeuger eingesetzt. Diese können zur Versorgung einzelner Geräte oder einer ganzen Baustelle oder – bei Ausfall des öffentlichen Netzes – zur Einspeisung in das vorhandene Baustellenetz eingesetzt werden.

Unabhängig davon, wie Stromerzeuger und dazugehörige Anlagen betrieben werden, müssen sie immer den sicherheitstechnischen Anforderungen genügen, z. B. DGUV Information 203-006 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (bisher BGI/GUV-I 608).

Die in dieser DGUV Information 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.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese DGUV Information findet Anwendung auf Auswahl und Betrieb (Bereitstellung und Benutzung nach §§ 1 und 5 der BetrSichV) von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen.

1.2 Diese DGUV Information kann auch Anwendung finden bei Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern unter vergleichbaren Einsatzbedingungen, z. B. Garten- und Landschaftsbau, Veranstaltungstechnik, Film- und TV-Produktionen.

1.3 Diese DGUV Information findet keine Anwendung beim Einsatz von Netzersatzanlagen im Bereich der öffentlichen Stromversorgung.

2 Begriffe

Im Sinne dieser DGUV Information ist bzw. sind

2.1 Übergabepunkt

ein Punkt, an dem elektrische Energie in die elektrische Anlage der Bau- oder Montagestelle eingespeist wird.

2.2 Anschlusspunkt

ein Punkt, an dem elektrische Energie zum Betreiben von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln auf Bau- oder Montagestellen entnommen wird.

2.3 Stromerzeuger

Niederspannungsstromerzeugungsanlagen, 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 (üblicherweise Verbrennungsmotor)
- Generator
- Schalt- und Steuereinrichtungen
- Schutzeinrichtungen
- Hilfseinrichtungen

2.4 Zusätzlicher Schutz gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall

das Verwenden von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$ nicht größer als 30 mA. Diese Maßnahme hat sich beim Versagen von Vorkehrungen für den Basischutz, für den Fehlerschutz oder bei Sorglosigkeit durch Benutzer/Benutzerinnen bewährt.

2.5 Schutzpotentialausgleich

ein Potentialausgleich zum Zweck der Sicherheit („Schutzpotentialausgleich“ aus VDE 0100-200), abgekürzt PB (engl.: potential bonding).

2.6 Erdung

die Erdung eines Punktes oder mehrerer Punkte eines Netzes, einer Anlage oder eines Betriebsmittels zum Zwecke der elektrischen Sicherheit („Schutzerdung“ aus VDE 0100-200), abgekürzt PE (engl.: protective earth).

2.7 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

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 (bisher BGI/GUV-I 608).

2.8 PRCD (Portable Residual Current protective Device)

eine ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zur Schutzpegelerhöhung.

2.9 Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD)

ein Gerät, das den Isolationswiderstand R_f zwischen den aktiven Leitern und dem Bezugspotential überwacht. Im ungeerdeten System ist das Bezugspotential der Potentialausgleich (PB), im IT-System der Schutzleiter (PE).

Unterschreitet der Isolationswiderstand R_f den eingestellten Ansprechwert R_a , wird eine Meldung oder ein Schaltbefehl ausgelöst. Isolationsüberwachungseinrichtungen müssen den Anforderungen von DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) entsprechen.

3 Allgemeine Anforderungen

Stromerzeuger sind für den vorgesehenen Einsatz entsprechend dem Leistungsbedarf der zu versorgenden Geräte ausreichend bemessen auszuwählen. Insbesondere sind beim Betrieb von Frequenzumrichter (FU) gesteuerten Antrieben, z. B. Krane, Aufzüge, Winden, die Empfehlungen der Hersteller zu beachten (siehe Anhang 6 „Belastungsgrenzen eines Generators beim Betrieb von Baugeräten mit Frequenzumrichtern“).

Die Bedienungsanleitung des Herstellers/der Herstellerin und die Betriebsanweisung des Betreibers/der Betreiberin müssen am Verwendungsort vorhanden sein und sind zwingend zu befolgen. Der Betrieb von Stromerzeugern ist in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Je nach Anwendung sind entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen müssen durch eine Elektrofachkraft festgelegt werden.

Bei der Auswahl eines Stromerzeugers sind Verwendungszweck, Einsatzbedingungen und Eigenschaften des Gerätes festzulegen und auf die technischen Daten der Verbrauchsmittel abzustimmen. Zur Realisierung der in dieser DGUV Information beschriebenen Maßnahmen sind Stromerzeuger erforderlich, die mindestens den Anforderungen nach DIN EN 12601 entsprechen.

3.1 Kennzeichnung

Stromerzeuger müssen mit einem Typschild versehen sein, auf dem vom Hersteller/von der Herstellerin mindestens nachfolgende Angaben deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sind:

- Name oder Kennzeichen und Anschrift des Herstellers/der Herstellerin,
- 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 Kennzeichnung des Stromerzeugers (Ausführung „A“, „B“, „C“ oder „D“ gemäß Abbildung 5) erfolgt entweder durch den Hersteller/die Herstellerin oder ist, sofern nicht vorhanden, vor der Inbetriebnahme von einer Elektrofachkraft vorzunehmen.

Damit ist zusammen mit dieser DGUV Information erkennbar, welche Schutzmaßnahmen realisiert werden müssen, damit ein sicherer Betrieb der angeschlossenen Betriebsmittel gewährleistet ist.

Die CE-Kennzeichnung muss entsprechend gesetzlicher Regelungen vorhanden sein. Empfohlen wird, nur Stromerzeuger mit GS-Zeichen zu verwenden.

3.2 Mechanische Anforderungen

Transportable Stromerzeuger 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 beim Einsatz von Stromerzeugern 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.

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

Stromerzeuger müssen zur uneingeschränkten Verwendung im Freien mindestens der Schutzart IP54, bei Verwendung in Gebäuden mindestens der Schutzart IP43 entsprechen (siehe DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“, bisher BGI/GUV-I 600). Beim Einsatz von Geräten mit geringerer Schutzart, allerdings mindestens IP23, sind zusätzliche Maßnahmen, z. B. Einhausung, erforderlich.

3.3 Elektrische Anforderungen

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. erhöhte elektrische Gefährdung, Brand- oder Explosionsgefahr, dürfen elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur unter Einhaltung besonderer Bestimmungen benutzt werden.

Zusätzliche Informationen sind unter anderem enthalten in:

- Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen (DGUV Information 203-005, bisher BGI/GUV-I 600)
- Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen (DGUV Information 203-006, bisher BGI/GUV-I 608)
- Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung (DGUV Information 203-004, bisher BGI 594)

Als Schutzeinrichtungen vor Anschlusspunkten müssen grundsätzlich RCDs vom Typ B oder B+ verwendet werden.

RCDs vom Typ A dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass von den Verbrauchsmitteln keine Ableit- oder Fehlerströme erzeugt werden können, die unverträglich zu RCDs vom Typ A sind. Diese Forderung wird erfüllt, wenn keine Ableit- oder Fehlerströme ungleich 50 Hz und keine glatten Gleichfehlerströme von insgesamt größer als 6 mA erzeugt werden können.

Anmerkung:

Auf Bau- und Montaggestellen kann es auf Grund der rauen Betriebsbedingungen zu Fehlersituationen kommen, insbesondere Beschädigungen von Kabeln/Leitungen, die nicht in allen Situationen von allen Schutzeinrichtungen erfasst und abgeschaltet werden können. Aus diesem Grund kann es erforderlich sein, mehr als eine Schutzeinrichtung zu fordern, z. B. IMD und RCD.

In ungeerdeten dreiphasigen Systemen mit Neutralleiter erfolgt in Verbrauchsmitteln der Schutzklasse I im Fall des Erdschlusses eines Außenleiters eine Spannungserhöhung der beiden nicht fehlerbehafteten Außenleiter gegen den Potentialausgleichsleiter um den Faktor 1,73. Um zu verhindern, dass dadurch einphasige Verbrauchsmittel der Schutzklasse I beschädigt oder zerstört werden, sollte beim Auftreten dieses Fehlers die Spannungsversorgung sofort abgeschaltet werden, z. B. durch eine IMD in Verbindung mit einer Schalteinrichtung.

3.4 Anforderungen an den Aufstellort

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

Stromerzeuger 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. Stromerzeuger kleiner Leistung (bis ca. 10 kW) mit Verbrennungsmotor dürfen grundsätzlich nur im Stillstand betankt werden. Die Anweisungen des Herstellers/der Herstellerin hierzu sind zu beachten.

4 Technische Ausführungen von Stromerzeugern

4.1 Erdungsanschluss oder Schutzpotentialausgleich

Stromerzeuger haben eine Anschlussklemme/-schraube, die in der Regel mit dem Symbol  gekennzeichnet ist.

Diese dient entweder dem Zweck der Erdung oder der Herstellung eines Schutzpotentialausgleichs. Für eine eindeutige Identifizierung muss das zutreffende Symbol angebracht sein.

Der Verwendungszweck der Anschlussklemme ist

- aus der Bedienungsanleitung zu entnehmen,
- beim Hersteller/bei der Herstellerin zu erfragen oder
- durch eine Elektrofachkraft feststellen zu lassen.

Zur Auswahl der Schutzmaßnahme muss der Unternehmer/die Unternehmerin vor der Inbetriebnahme eines Stromerzeugers klären, welche technische Ausführung vorliegt.

Nachstehend werden zwei gängige Ausführungen von Stromerzeugern beschrieben.

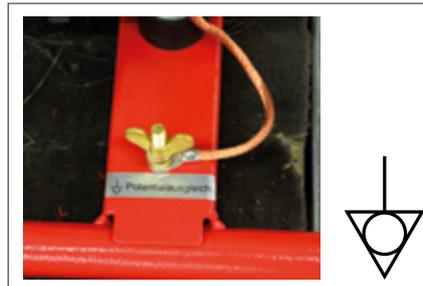


Abb. 1 Symbol 5021 „Schutzpotentialausgleich“ nach DIN IEC 60417

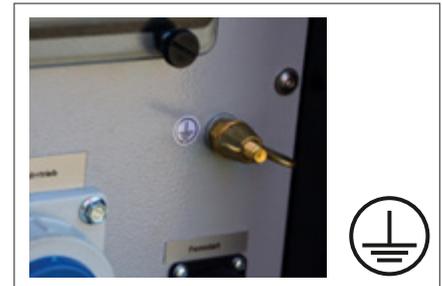


Abb. 2 Symbol 5019 „Schutzerdung“ nach DIN IEC 60417

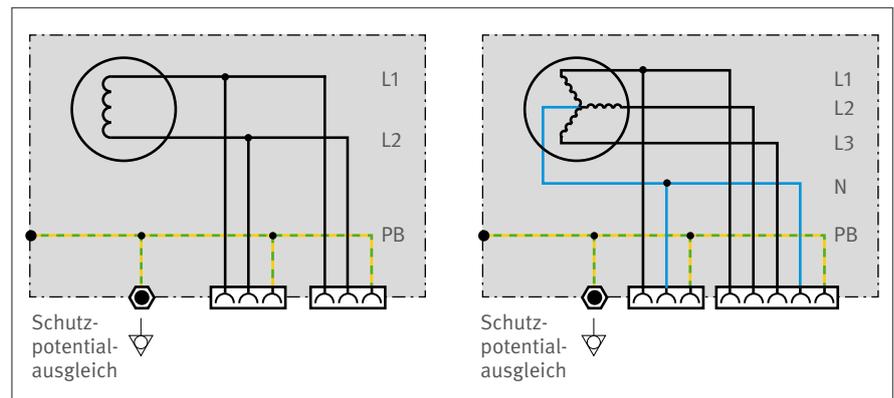


Abb. 3 Stromerzeuger 1- und 3-phasig ohne Erdungsanschluss mit Anschluss für Schutzpotentialausgleich (PB)

4.2 Stromerzeuger ohne Erdungsanschluss

Der Schutzpotentialausgleich ist im Stromerzeuger **nicht** mit einem aktiven Leiter/Sternpunkt verbunden. Erforderliche Maßnahmen siehe Abschnitt 5.1.

4.3 Stromerzeuger mit Erdungsanschluss

Der herausgeführte PE ist im Stromerzeuger mit einem aktiven Leiter verbunden. Erforderliche Maßnahmen siehe Abschnitt 5.2.

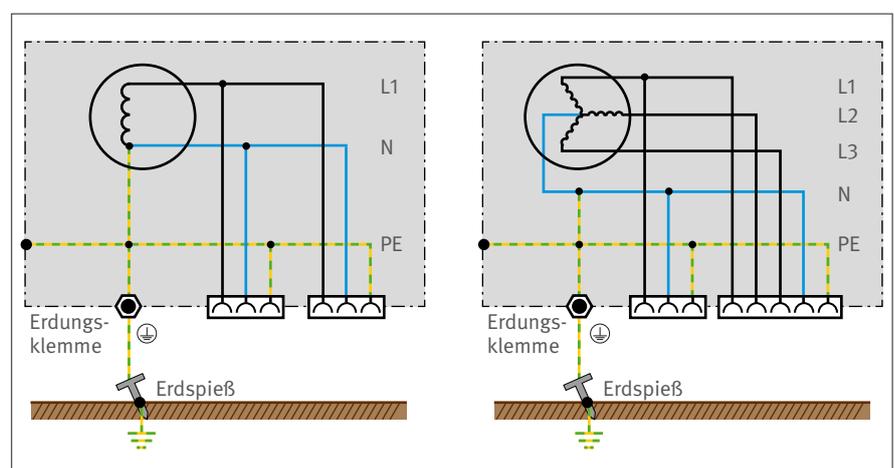
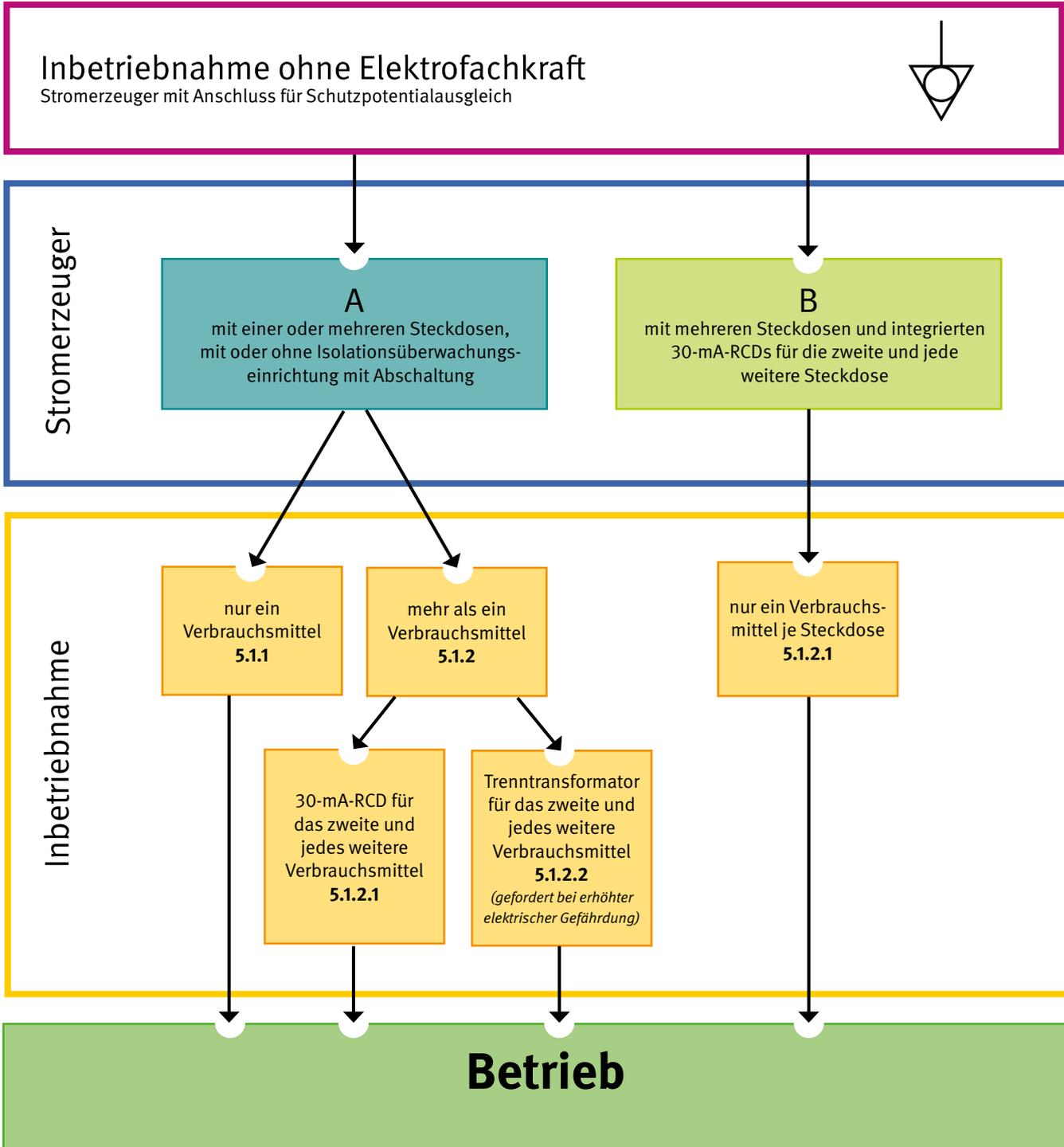
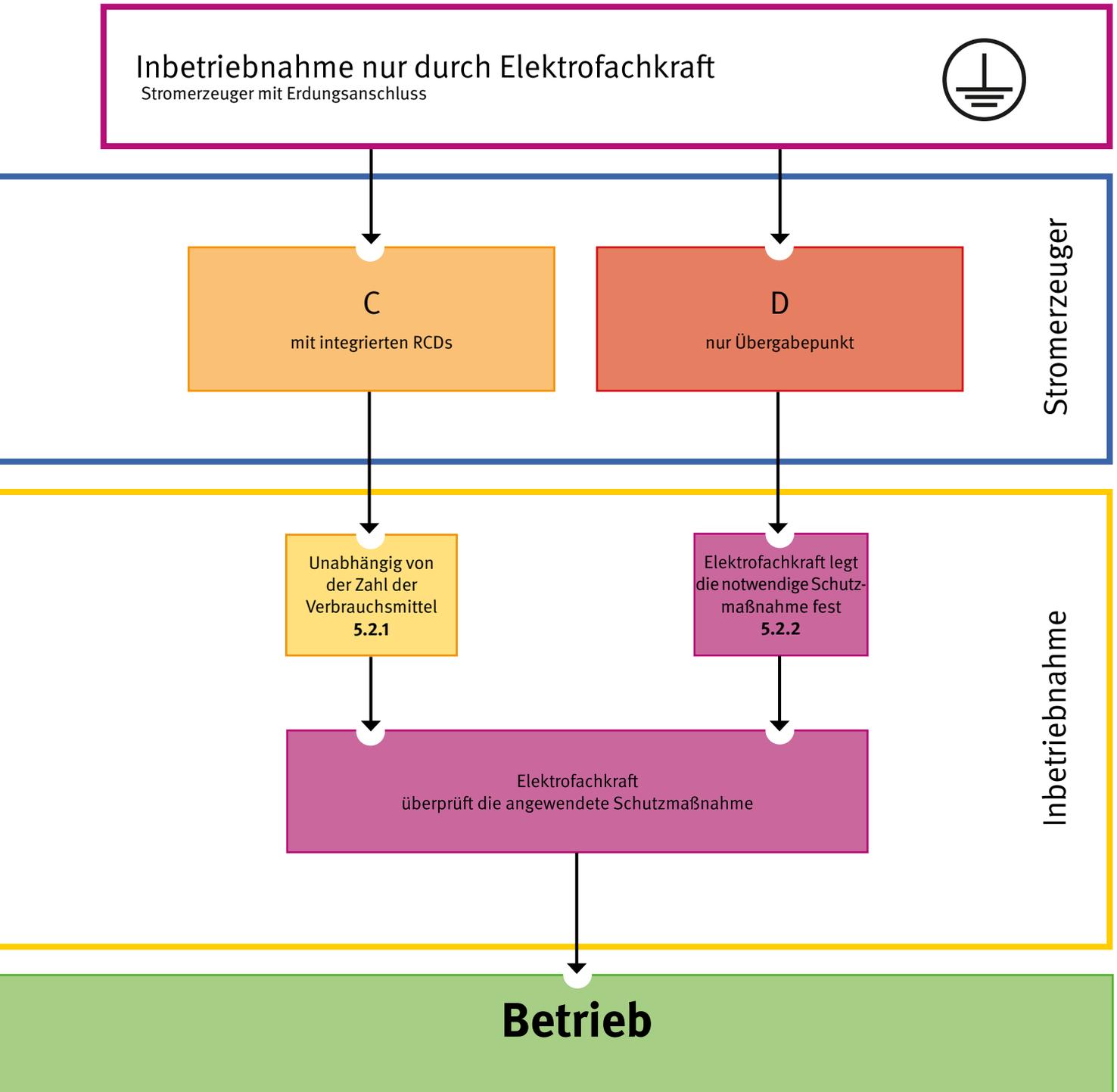


Abb. 4 Stromerzeuger 1- und 3-phasig mit Erdungsanschluss (PE)





5 Betrieb

Für den sicheren Betrieb einer elektrischen Anlage mit Stromerzeuger ist es zunächst erforderlich zu klären, welches Versorgungssystem (TN, TT oder IT) durch die Bauweise des Stromerzeugers möglich oder vorgegeben ist und welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind. Besonders zu beachten ist hierbei, ob aktive Leiter in die Erdung einbezogen sind, da hiervon direkt die Schutzmaßnahmen abhängig sind. Dabei sind auch die Umgebungs- und Einsatzbedingungen zu berücksichtigen (siehe auch Abschnitt 3.4).

Wird der sichere Betrieb durch Aufbau und Funktion des Stromerzeugers gewährleistet, kann dieser von elektrotechnischen Laien in Betrieb genommen werden, da keine definierte Erdverbindung hergestellt werden muss und keine Prüfung vor Inbetriebnahme erforderlich ist (siehe Abschnitt 5.1). Praxisbeispiele für Anschlusskombinationen sind in Anhang 7 dargestellt.

Wird hingegen ein Stromerzeuger eingesetzt, bei dem durch Aufbau und Funktion z. B. der Sternpunkt des Generators unter definierten Bedingungen geerdet werden muss und Errichtungsprüfungen durchzuführen sind, so handelt es sich um die Errichtung einer elektrischen Anlage, die von einer Elektrofachkraft vorgenommen werden muss (siehe Abschnitt 5.2).

Die Länge der Anschlussleitung ist möglichst kurz zu halten, weil die meisten Isolationsfehler durch Beschädigungen an Anschlussleitungen verursacht werden, und mit zunehmender Länge ungeschützt verlegter Leitung die Fehlerwahrscheinlichkeit steigt.

Anmerkung:

Bei längeren Leitungen besteht die Gefahr, dass aufgrund der Leitungslänge die Überstrom-Schutzeinrichtungen im Falle eines zweipoligen Isolationsfehlers (Kurzschluss) nicht mehr auslösen. Auf jeden Fall sind die Empfehlungen des Herstellers/der Herstellerin des

Stromerzeugers bezüglich der Leitungslängen zu beachten.

5.1 Stromerzeuger mit Anschluss für Schutzpotentialausgleich (Ausführungen „A“ und „B“)

Zur Inbetriebnahme ist eine Elektrofachkraft nicht erforderlich.

Eine Sichtkontrolle durch den Benutzer/die Benutzerin vor jeder erneuten Inbetriebnahme ist ausreichend. Zu wiederkehrenden elektrotechnischen Prüfungen ist Abschnitt 6.2.4 zu beachten.

Der Stromerzeuger muss entsprechend Abschnitt 4.2 ausgeführt sein, d. h. mit Anschlussmöglichkeit für den Schutzpotentialausgleich. Eine Verbindung des Schutzpotentialausgleichs mit Erde, z. B. durch einen Erdspieß, ist hier nicht erforderlich.

5.1.1 Stromerzeuger mit nur einem angeschlossenen Verbrauchsmittel (Ausführung „A“)

Wird an Stromerzeugern dieser Art (siehe Abschnitt 4.1) nur ein Verbrauchsmittel angeschlossen, ist im Fall des ersten

Fehlers, z. B. eine Leitungsbeschädigung oder eingedrungene Nässe in einer Steckvorrichtung, eine Körperdurchströmung nicht möglich. Ohne zusätzliche Schutzmaßnahme darf an diesen Stromerzeugern kein weiteres Verbrauchsmittel angeschlossen werden. Ein Schutzpotentialausgleich (PB) ist bei nur einem angeschlossenen Verbrauchsmittel nicht erforderlich (siehe Abbildung 6).

5.1.2 Stromerzeuger bei Verwendung mehrerer Verbrauchsmittel (Ausführungen „A“ und „B“)

Mit ungeerdeten Stromerzeugern wird ein gegen Erde isoliertes Stromversorgungssystem erzeugt, bei dem der Schutzpotentialausgleich nicht mit Erde verbunden sein muss. Hierbei handelt es sich nicht um „Schutztrennung“ im Sinne von VDE 0100-410.

Anmerkung:

„Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel“ unter den Bedingungen nach VDE 0100-410 ist auf Bau- und Montagestellen in der Regel nicht realisierbar, weil die Anforderungen von Anhang C.3 dieser Norm nicht eingehalten werden können.

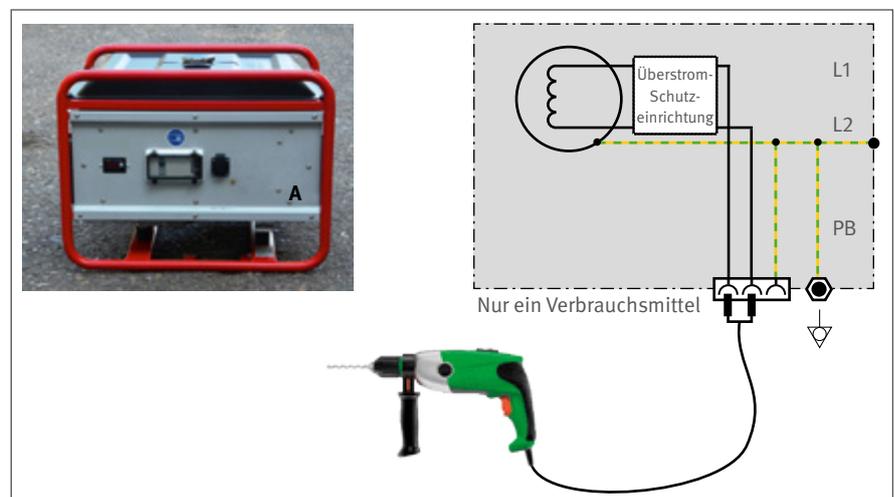


Abb. 6 Stromerzeuger ohne Erdungsanschluss mit nur einer Steckdose und nur einem angeschlossenen Verbrauchsmittel

Der Schutz gegen elektrischen Schlag bei Anschluss mehrerer Verbrauchsmittel wird durch die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen erreicht.

5.1.2.1 Stromerzeuger mit RCD für das zweite und jedes weitere Verbrauchsmittel

Jedem Verbrauchsmittel, bis auf eines, wird eine RCD mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ zugeordnet (Stromkreise mit Steckdosen und $I_n > AC 32 \text{ A}$ sind über RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$ zu betreiben). Fließt im Fall eines zweiten Isolationsfehlers an einem anderen Außenleiter oder in einem anderen Stromkreis ein Fehlerstrom, wird dieser von mindestens einer RCD erkannt und mindestens einer der fehlerbehafteten Stromkreise wird abgeschaltet (siehe Abbildung 7). Vor der Wiederinbetriebnahme sind alle Fehler zu beheben.

Zwei Ausführungen sind möglich:

1. im Stromerzeuger vor dem zweiten und jedem weiteren Anschlusspunkt (Steckdose) eine eigene 30-mA-RCD (Ausführung „B“, siehe Abbildung 8),
2. jeweils eine 30-mA-RCD zwischen den Steckdosen des Stromerzeugers und den angeschlossenen Verbrauchsmitteln, möglichst direkt hinter den Steckdosen (siehe Abbildung 9).

Die Ausführung 2. „RCD zwischen Steckdose und Verbrauchsmittel“ kann realisiert werden durch zwischenschaltbare, für Bau- und Montagestellen geeignete 30-mA-RCDs oder durch Stromverteiler mit jeweils einer 30-mA-RCD pro Steckdose. Hierbei muss jeder Steckdose eine RCD vorgeschaltet sein, weil diese Verteiler auch in geerdeten Systemen betrieben werden können.

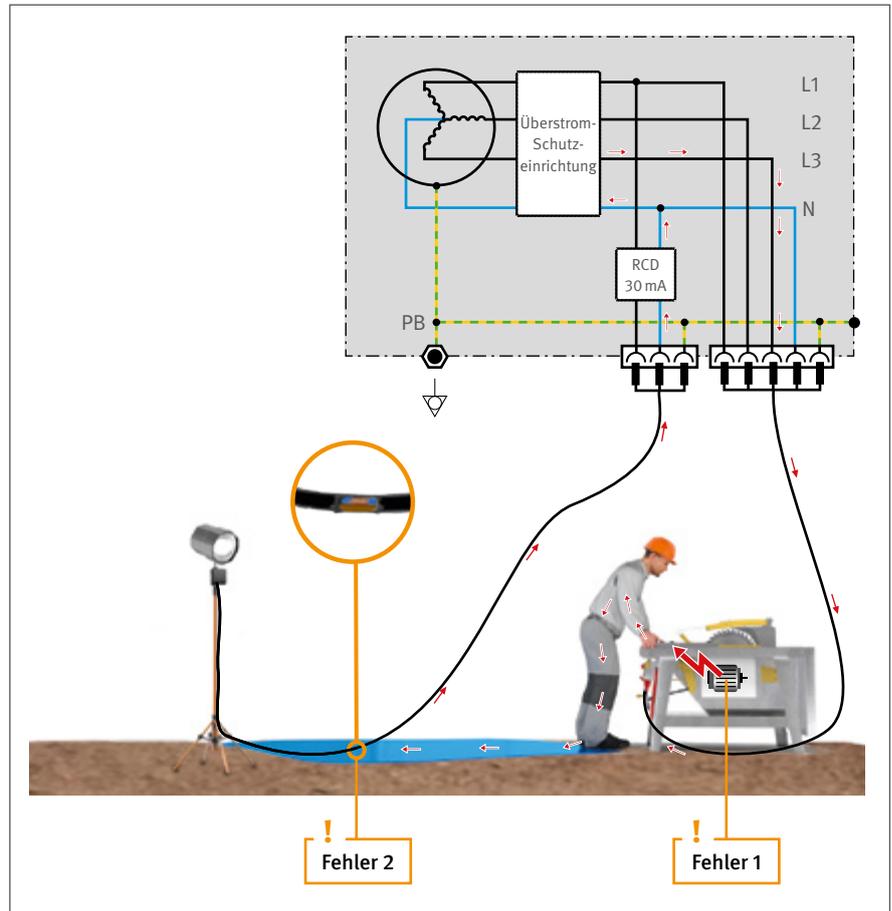


Abb. 7 Fehlerstromfluss bei zwei Fehlern in zwei unterschiedlichen Stromkreisen

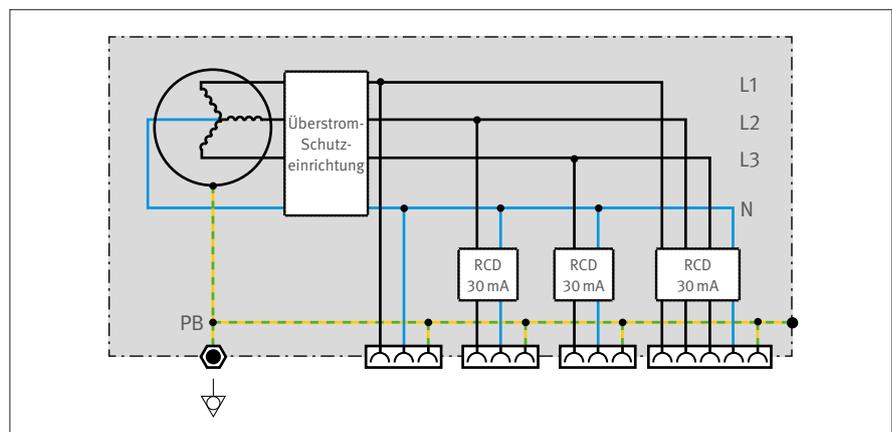


Abb. 8 Stromerzeuger mit einer 30-mA-RCD vor der zweiten und jeder weiteren Steckdose

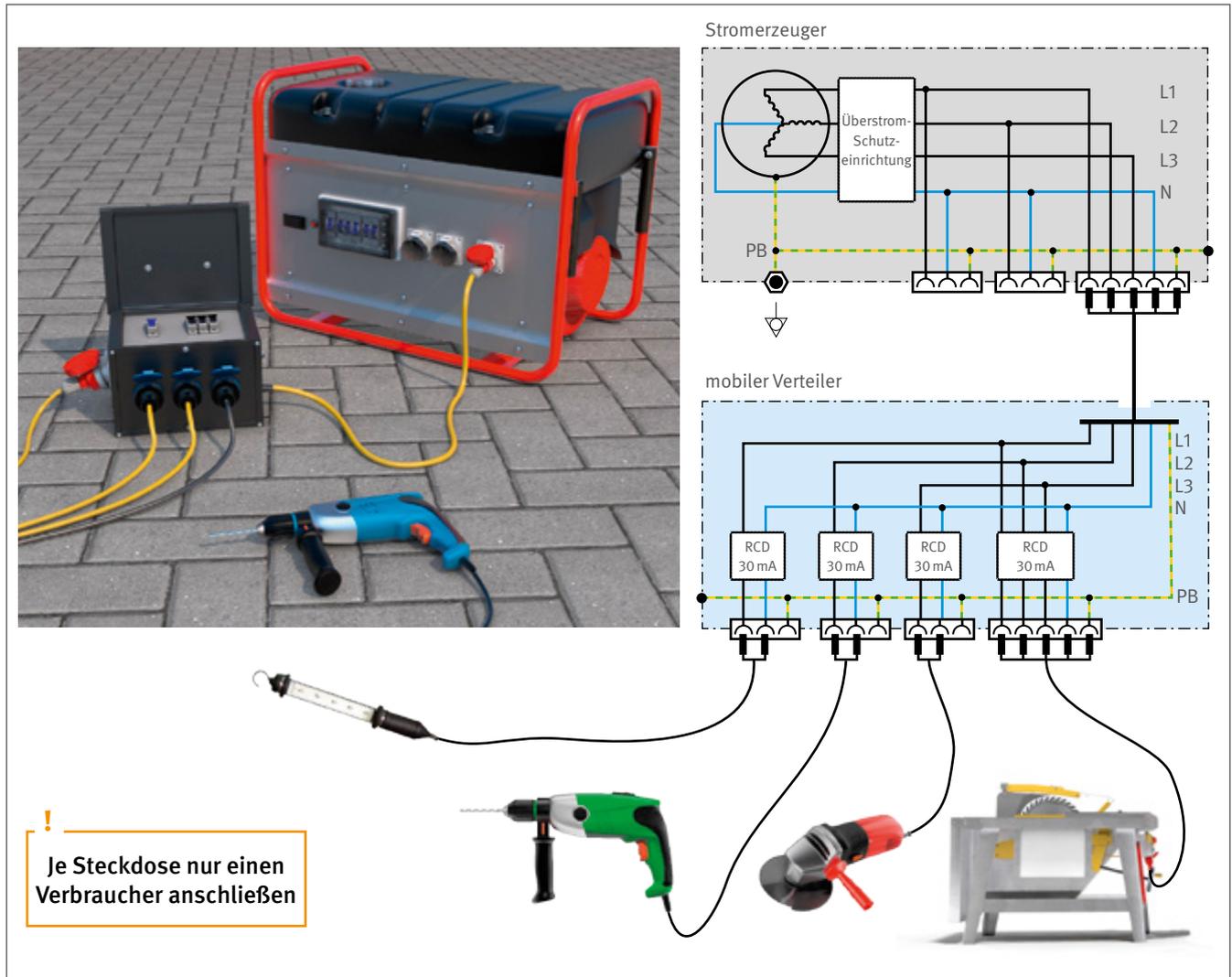


Abb. 9 Stromerzeuger mit nachgeschaltetem Verteiler, in dem jeder Steckdose eine RCD vorgeschaltet ist

Hinweis:

Für beide zuvor beschriebenen Ausführungen gilt: Angeschlossene Mehrfachsteckdosen, z. B. Leitungsroller, benötigen wiederum für jede Steckvorrichtung eine eigene 30-mA-RCD oder PRCD.

5.1.2.2 Stromerzeuger und zusätzliche Trenntransformatoren

Ein Verbrauchsmittel darf direkt angeschlossen werden. Weitere Verbrauchsmittel müssen jeweils über einen separaten Trenntransformator angeschlossen werden (siehe Abbildung 10).

In leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit stellt diese Maßnahme eine bewährte Möglichkeit dar, mehrere Verbrauchsmittel an einem Stromerzeuger zu betreiben (siehe Abschnitt 5.4).

5.1.2.3 Stromerzeuger mit IMD und RCDs

Die Isolationsüberwachung erfolgt zwischen den aktiven Leitern und dem Schutzpotentialausgleichsleiter. Alle Körper von Geräten der Schutzklasse I müssen in einen Schutzpotentialausgleich eingebunden sein. Dieser wird durch die Schutzleiter in den Anschlussleitungen der Verbrauchsmittel realisiert.

Eine IMD nach DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8), siehe Abbildung 11, muss beim Absinken des Isolationswiderstandswertes unter $100 \Omega/V$ innerhalb 1 s eine Abschaltung bewirken (siehe DIN VDE 0100-551, Abschnitt 551.4.5).

Weil für die Ausführungen „A“ und „B“ eine Verbindung des Schutzpotentialausgleichs mit Erde, z. B. durch einen Erdspeiß, nicht erforderlich ist, kann ein Fehler gegen die leitfähige Umgebung, z. B. Erdreich, durch die Isolationsüberwachung nicht in jedem Fall erkannt werden. Daher ist zusätzlich für das zweite und jedes weitere Verbrauchsmittel eine eigene 30-mA-RCD entsprechend Abschnitt 5.1.2.1 einzusetzen (siehe Abbildung 12).

Alternativ kann auch das zweite und jedes weitere Verbrauchsmittel über einen separaten Trenntransformator angeschlossen werden (siehe auch Abschnitt 5.1.2.2).



Abb. 11 IMD mit Prüftaste und zugeordneten Steckdosen

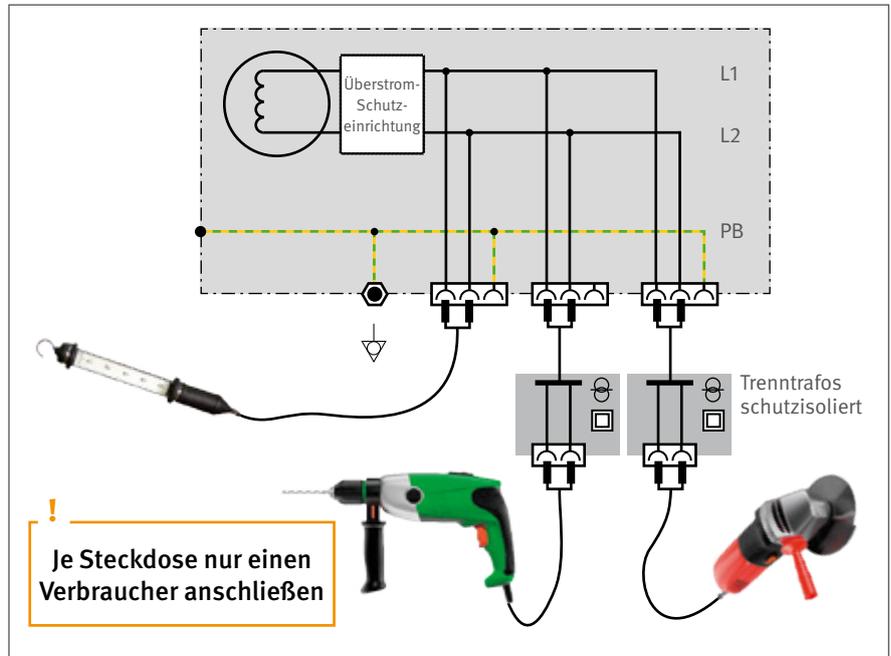


Abb. 10 Stromerzeuger mit mehreren Anschlussmöglichkeiten und mehreren Verbrauchsmitteln, ein Verbrauchsmittel direkt und zwei Verbrauchsmittel über Trenntransformatoren angeschlossen

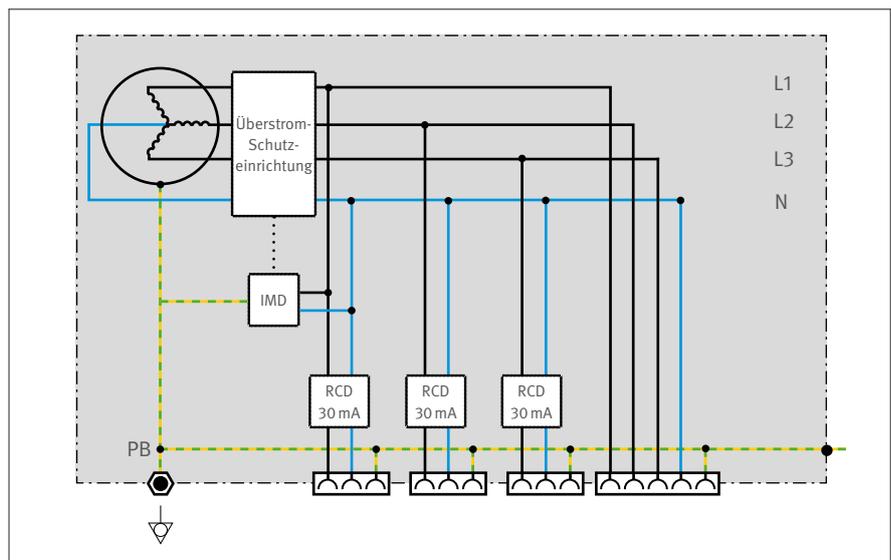


Abb. 12 Stromerzeuger mit Isolationsüberwachung (IMD) und einer 30-mA-RCD vor der zweiten und jeder weiteren Steckdose

5.2 Stromerzeuger mit Erdungsanschluss

Eine Elektrofachkraft muss das Versorgungssystem (TN, TT oder IT) festlegen, die erforderliche Schutzmaßnahme auswählen und deren Wirksamkeit prüfen.

5.2.1 TN-System mit RCDs im Stromerzeuger integriert (Ausführung „C“)

Im TN-System muss der Schutz gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall durch geeignete RCDs realisiert werden. Hinweise zur Auswahl der RCDs bezüglich $I_{\Delta n}$ und Fehlerstromcharakteristik siehe DGUV Information 203-006 (bisher BGI/GUV-I 608) Abschnitt 4.

Im TN-System muss der Generatorsternpunkt – oder bei nicht vorhandenem Sternpunkt ein Außenleiter – geerdet werden. Deshalb muss der Stromerzeuger mit einem Erdanschlusspunkt ausgerüstet sein (siehe Abbildung 13).

Der Erdungsleiter muss an die Leistungsdaten der Anlage angepasst sein, darf jedoch einen Querschnitt von 6 mm² nicht unterschreiten. Um ein sicheres Auslösen der RCDs zu gewährleisten, muss der Erdungswiderstand R_B möglichst klein sein. Auf Bau- und Montagestellen ist ein Wert von maximal 50 Ω praktikabel und ausreichend (siehe Abbildung 15).

Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme ist durch eine Elektrofachkraft zu überprüfen.

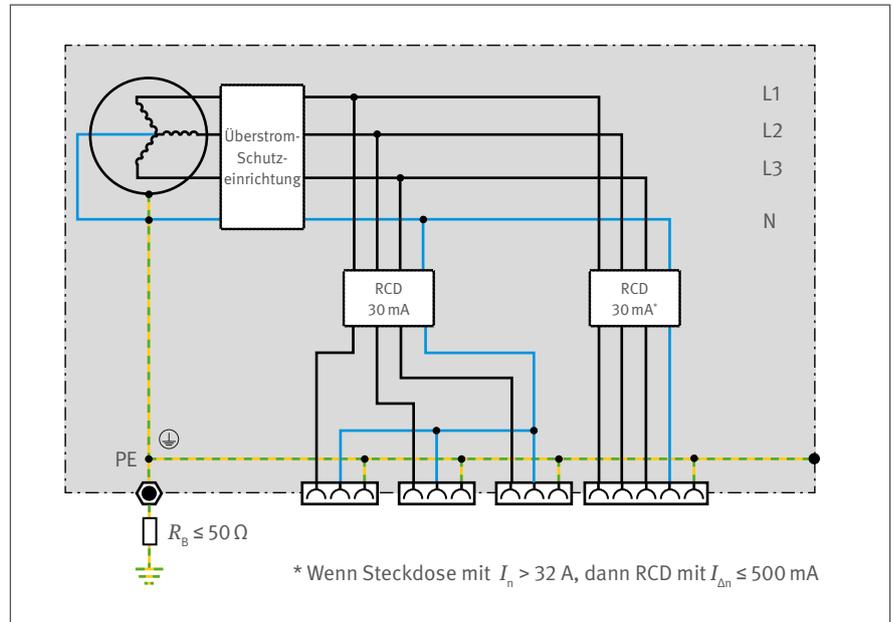


Abb. 13 Stromerzeuger mit 30-mA-RCDs als Anschlusspunkt im TN-S-System



Abb. 14 Anschlussfeld eines Stromerzeugers mit integrierten RCDs



Abb. 15 Stromerzeuger mit Erdungsanschluss und Erdspieß

5.2.2 Stromerzeuger als Übergabepunkt – Elektrofachkraft legt Schutzmaßnahme fest, installiert und prüft (Ausführung „D“)

Wird ein Stromerzeuger ohne integrierte zusätzliche Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag eingesetzt, oder ist eine solche Schutzmaßnahme nicht erkennbar (siehe auch Abschnitt 3.1), darf dieser lediglich als Übergabepunkt genutzt und es dürfen keine Verbrauchsmittel direkt angeschlossen werden (siehe Abbildung 16).

Um einen Anschlusspunkt im Sinne der DGUV Information 203-006 (bisher BGI/GUV-I 608) zu schaffen, muss eine Elektrofachkraft die notwendigen Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag gemäß VDE 0100-410 und die erforderlichen Prüfungen festlegen. Sofern in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit gearbeitet werden muss, ist zusätzlich die DGUV Information 203-004 (bisher BGI 594) zu beachten.

5.2.2.1 TN- und TT-System

TN- und TT-Systeme sind durch eine Elektrofachkraft zu errichten, weil die Funktion der Schutzmaßnahmen nach VDE 0100-410 von der Niederohmigkeit der Erdverbindungen (Erdspeiß) abhängt. Darüber hinaus muss jedem Endstromkreis mit Steckdosen eine 30-mA-RCD vorgeschaltet sein (siehe Abbildung 17).



Abb. 16 Stromerzeuger mit Überschutz, aber ohne integrierte Maßnahmen zum Personenschutz

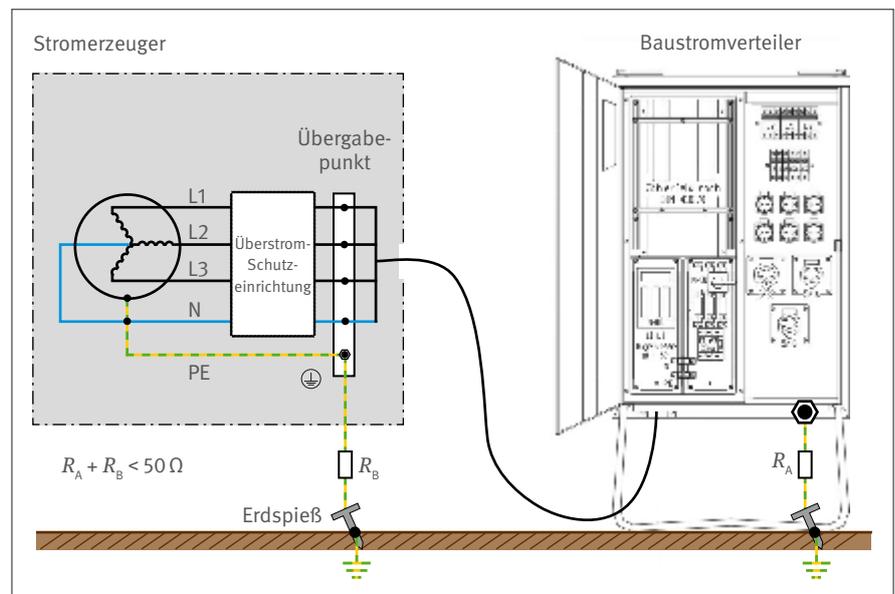


Abb. 17 Stromerzeuger als Übergabepunkt und angeschlossener Baustromverteiler

5.2.2.2 IT-System

IT-Systeme sind durch eine Elektrofachkraft zu errichten, weil auch hier die Funktion der Schutzmaßnahmen nach VDE 0100-410 von der Ausführung der Erdverbindung (Erdspieß) abhängt.

Alle elektrischen Betriebsmittel der Schutzklasse I müssen durch einen Schutzleiter miteinander und mit dem Anlagenerder verbunden sein (siehe Abbildung 18).

IT-Systeme werden im Regelfall verwendet, wenn eine erhöhte Versorgungssicherheit gefordert wird, z. B. Pumpen der Grundwasserhaltung oder Lösch-einrichtungen, also beim Auftreten des ersten Fehlers die Stromversorgung aufrechterhalten werden soll.

Dazu muss eine IMD das Auftreten des ersten Fehlers zwischen einem aktiven Teil und Körpern oder gegen Erde durch ein hörbares oder sichtbares Signal melden. Der Fehler ist umgehend durch eine Elektrofachkraft zu beheben. Die Anlage darf jedoch bis zur Fehlerbehebung weiterbetrieben werden.

Bei Auftreten eines zweiten Fehlers an einem anderen aktiven Leiter muss die automatische Abschaltung erfolgen. Jedes einzelne Verbrauchsmittel muss nach VDE 0100-410, 411.6.3 durch eine eigene RCD geschützt werden:

- RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ für Steckdosen-Stromkreise und Stromkreise für in der Hand gehaltene Betriebsmittel mit Bemessungsstrom $I_n \leq AC 32 \text{ A}$,
- RCDs mit $I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$ für Stromkreise mit Bemessungsstrom $I_n > AC 32 \text{ A}$.

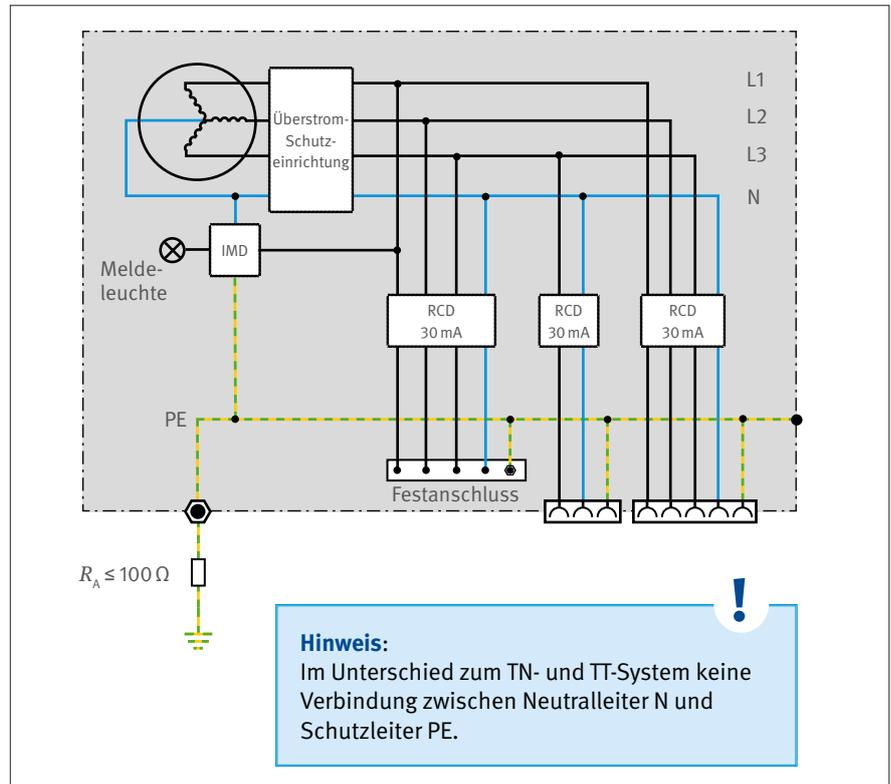


Abb. 18 IT-System mit IMD zur Anzeige/Meldung des ersten Fehlers und Abschaltung durch RCD beim Auftreten eines zweiten Fehlers

5.3 Weitere Schutzmaßnahmen hinter dem Übergabepunkt

5.3.1 Schutztrennung (Trenntransformator)

Bei unbekannter (oder ungeeigneter) Schutzmaßnahme am Stromerzeuger kann durch einen nachgeschalteten Trenntransformator nach EN 61558-2-4 (VDE 0570-2-4) die Schutzmaßnahme Schutztrennung realisiert werden. Dabei darf an einen Trenntransformator bzw. an jede Sekundärwicklung eines Trenntransformators auf Bau- und Montagestellen nur ein Verbrauchsmittel angeschlossen werden.

5.3.2 Schutzkleinspannung SELV (Sicherheitstransformator)

Ist die Schutzmaßnahme Schutzkleinspannung (SELV) erforderlich, kann diese durch einen nachgeschalteten Sicherheitstransformator nach EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6) realisiert werden.

5.4 Sonderfall: Erhöhte elektrische Gefährdung durch leitfähige Umgebung 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 DGUV Information 203-004 (bisher BGI 594) und DIN VDE 0100-706).

Aufgrund der erhöhten elektrischen Gefährdung darf nur ein Verbrauchsmittel direkt am Stromerzeuger, Ausführung „A“ oder „B“, angeschlossen werden. Weitere Verbrauchsmittel müssen jeweils über einen separaten Trenntransformator angeschlossen werden (siehe auch Abbildung 10).

Die Trenntransformatoren sind außerhalb des leitfähigen Bereiches aufzustellen.

Die Länge der Zuleitung zum Trenntransformator darf maximal 4 m betragen.

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.



Abb. 19 Beispiel für erhöhte elektrische Gefährdung

6 Ordnungsgemäßer Zustand

6.1 Wartung und Instandsetzung

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.

6.2 Prüfungen

Prüfen darf nur eine Elektrofachkraft als zur Prüfung befähigte Person.

Sicht- und Funktionsprüfungen dürfen auch vom Benutzer/von der Benutzerin durchgeführt werden.

6.2.1 Mess- und Prüfgeräte

Geeignete Mess- und Prüfgeräte sind solche nach der Normenreihe VDE 0413. Mess- und Prüfgeräte für die Netzfrequenz 50 Hz (230/400V) müssen Frequenzabweichungen bis zu $\pm 10\%$ erkennen können.

6.2.2 Dokumentation

Die Prüfungen vor jeder ersten Inbetriebnahme am Einsatzort und Wiederholungsprüfungen sind zu dokumentieren.

Ein Muster für ein Prüfprotokoll befindet sich im Anhang 5.

6.2.3 Prüfung vor Inbetriebnahme

Vor jeder Inbetriebnahme muss am Stromerzeuger eine Sichtprüfung auf augenscheinliche Mängel und eine Funktionsprüfung erfolgen.

Zusätzlich muss an Stromerzeugern der Ausführung „C“ nach dieser DGUV Information die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme mit geeigneten Mess- und Prüfgeräten festgestellt werden.

Wann	Wie/Was	Wer
Erste Inbetriebnahme am Einsatzort für Ausführungen A und B	<ul style="list-style-type: none"> • Bedienungsanleitung des Herstellers/der Herstellerin beachten. • Sichtprüfung auf äußere erkennbare Mängel wie z. B. Transportschäden. 	Benutzer/Benutzerin
Erste Inbetriebnahme am Einsatzort für Ausführungen C und D	<ul style="list-style-type: none"> • Bedienungsanleitung des Herstellers/der Herstellerin beachten. • Sichtprüfung auf äußere erkennbare Mängel wie z. B. Transportschäden. • Prüfen nach VDE 0100-600, insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> – Die Wirksamkeit der Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag – Erdungswiderstand für <ul style="list-style-type: none"> - TN und TT max. 50 Ω - IT max. 100 Ω 	Elektrofachkraft
arbeitstäbliche Inbetriebnahme (alle Ausführungen)	<ul style="list-style-type: none"> • Bedienungsanleitung des Herstellers/der Herstellerin beachten • Sichtprüfung auf äußere erkennbare Mängel • Ist der Stromerzeuger mit einer IMD oder einer RCD ausgestattet, muss arbeitstäglich eine Funktionsprüfung der Schutzzeineinrichtungen (Prüftaste betätigen) durch den Benutzer/die Benutzerin erfolgen. Der Benutzer/die Benutzerin muss hierüber unterwiesen werden. • Bei Ausführung „C“ prüfen, ob der Erder und dessen Leitungsverbindung vorhanden sind. 	Benutzer/Benutzerin

6.2.4 Wiederholungsprüfungen

Schutzmaßnahmen mit RCD in nicht-stationären Anlagen sind mindestens einmal im Monat auf Wirksamkeit durch eine Elektrofachkraft zu prüfen.

Einzuhaltende Grenzwerte und weitere Hinweise zur Prüfung enthält das Muster-Prüfprotokoll im Anhang 5.

Anhang 1

Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Betriebsmitteln

	GS-Prüfzeichen, z. B. DGUV Test		neu	Nicht zur direkten Befestigung auf normalentflamm- baren Oberflächen geeignete Leuchten (nur zur Befes- tigung auf nicht brennbaren Oberflächen geeignet)
			neu	
	EG-Konformitätszeichen (CE-Kennzeichnung)		alt	
	Prüfzeichen des VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitutes			Leuchte mit begrenzter Oberflächentemperatur nach DIN EN 60598-2-24 (VDE 0711-2-24)
	VDE-Harmonisierungskennzeichen für Kabel und Leitungen		neu	Gleichspannungsversorgung
			alt	
	Gefährliche elektrische Spannung			Wechselspannungsversorgung
	Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzklasse II)			Wechselspannungs- und Gleichspannungsversorgung
	Schutzkleinspannung (Schutzklasse III)			RCD vom Typ A zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehler- strömen der Netzfrequenz
	Sicherheitstransformator			RCD vom Typ F zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehler- strömen der Netzfrequenz und bei Fehlerströmen mit Mischfrequenzen abweichend von der Netzfrequenz
	Trenntransformator			RCD vom Typ B zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehler- strömen der Netzfrequenz sowie glatten Gleich- und Wechselfehlerströmen bis mindestens 1 kHz
	Leuchten für rauen Betrieb			
	Steckvorrichtung für erschwerte Bedingungen			RCD vom Typ B+ für den gehobenen vorbeugenden Brandschutz zum Schutz bei Wechsel- und Pulsfehler- strömen der Netzfrequenz sowie glatten Gleich- und Wechselfehlerströmen bis 20 kHz
	Potentialausgleich			RCD zum Einsatz bei tiefen Temperaturen
	Schutzerdung			
	Explosionsschutzkennzeichnung (ATEX-Richtlinie)			

Anhang 2

Schutzarten nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1)

Schutzart		Kennziffer des Schutzgrades	Symbol nach VDE 0713- 1 (angenähert)
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 Untertauchen (wasserdicht)	IP X7	
	dauerndes Untertauchen (druckwasserdicht) (__ m Tauchtiefe)	IP X8	

Anhang 4

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt.

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

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

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

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

Bezugsquelle:

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

Informationen

- „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ (DGUV Information 203-004, bisher BGI 594)
- „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“ (DGUV Information 203-005, bisher BGI/GUV-I 600)
- „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (DGUV Information 203-006, bisher BGI/GUV-I 608)

3. Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle:

Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin und VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

- **DIN VDE 0100-551 (VDE 0100-551)**
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel – Abschnitt 551: Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen
- **DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600)**
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen
- **DIN VDE 0100-706 (VDE 0100-706)**
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-706: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
- **DIN EN 61557 (VDE 0413) Normenreihe**
Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen
- **DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8)**
Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 8: Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Systeme
- **DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570-2-4)**
Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V – Teil 2-4: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Trenntransformatoren und Netzgeräte, die Trenntransformatoren enthalten
- **DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6)**
Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V – Teil 2-6: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Sicherheitstransformatoren und Netzgeräte, die Sicherheitstransformatoren enthalten
- **DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) Beiblatt 1**
Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Beiblatt 1: Anwendungshinweise zum Einsatz von RCCBs nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10)

Anhang 5

Muster-Prüfprotokoll

Prüfprotokoll für mobile Stromerzeuger		Prüfer/Prüferin: _____
Zu prüfendes Gerät:		
Hersteller/Herstellerin: _____		
Typ: _____		
Baujahr/Serien-Nr.: _____		
Ausführung: A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> (gemäß DGUV Information 203-032)		
Für Stromerzeuger der Ausführung D sind umfassendere Prüfungen als die hier genannten erforderlich. Diese sind von einer erfahrenen Elektrofachkraft festzulegen.		
Betriebsstunden: _____ h		
Grund der Prüfung:	Wiederholungsprüfung <input type="checkbox"/>	Instandsetzung/Reparatur <input type="checkbox"/>
Erforderliche Prüfausstattung:		
<ul style="list-style-type: none">• Geeignete Prüf- und Messgeräte• Geeigneter Werkzeugsatz• Prüfprotokoll• Prüfplakette zur Kennzeichnung des Prüflings nach bestandener Prüfung		

Sichtprüfung auf:	Mangel ja / nein:
1. Schäden am Gehäuse	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2. Beschädigung der zugänglichen Verbindungsleitungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3. Mängel an Biegeschutz und Zugentlastung der Verbindungsleitungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4. Anzeichen von Überlastung und unsachgemäßem Gebrauch	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5. Unzulässige Eingriffe/Änderungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6. Ordnungsgemäßer Zustand der Schutzabdeckungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7. Sicherheitsbeeinträchtigende Verschmutzung oder Korrosion	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8. Vorhandensein erforderlicher Luftfilter	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9. Freie Kühlluft-Öffnungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10. Dichtheit von Kraftstoff-, Schmierstoff- und Kühlsystem	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11. Einwandfreie Lesbarkeit von Aufschriften und Warnhinweisen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12. Keine lockeren PE-/PB-Anschlüsse, keine losen Klemm-/Anschlussverbindungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13. Schutzart des Stromerzeugers IP54 gemäß Abschnitt 3.2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Sichtprüfung in Ordnung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Anmerkungen zur Prüfung:	

Messung Widerstand Schutzleiter [R_{PE}]/Potentialausgleichsleiter [R_{PB}]			
Messstelle	Grenzwert [Ω]	Istwert [Ω]	Mangel ja / nein:
PE/PB der Steckdosen untereinander	$\leq 0,1$		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
PE/PB der Steckdosen \rightarrow Klemme PB/PE	$\leq 0,1$		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

[Ausführungen A und B]			
Prüfung Isolationsüberwachung Die Isolationsüberwachung muss auf Funktion überprüft werden.			Mangel ja / nein:
Test / Reset	Test / Hauptschalter löst aus		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Reset		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Quittierung (falls vorhanden)			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

[Ausführungen A und B ohne Isolationsüberwachung]			
Messung Isolationswiderstand [R_{ISO}] mit 500V DC zwischen den Steckdosen und der Klemme PB/PE. <i>Bei Stromerzeugern mit Isolationsüberwachung (IMD) entfällt diese Messung. Die IMD kann durch die Messung beschädigt werden.</i>			
Messstelle	Grenzwert [$M\Omega$]	Istwert [$M\Omega$]	Mangel ja / nein:
aktiver Leiter \rightarrow Klemme PB	≥ 1		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

[Ausführungen A und B]			
Messung Ableitstrom			
Ausführung	Grenzwert [mA]	Istwert [mA]	Mangel ja / nein:
mit Isolationsüberwachung	$\leq 7,0$		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
ohne Isolationsüberwachung	$\leq 3,5$		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<i>Eine vereinfachte Messmethode ist die direkte Messung während des Betriebes mit einem Strommessgerät und einem Schutz- widerstand von 2 kΩ in Reihe zwischen einem aktiven Leiter und PB. Die Messung ist nacheinander zwischen jedem aktiven Leiter (einschließlich Neutralleiter) und PB durchzuführen.</i>			

Prüfung Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

Typ: A F B B+

Zu prüfen ist die Auslösezeit Δt mit dem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$

Bei Typ B und B+ ist die Prüfung zusätzlich auch mit glattem Gleichfehlerstrom in Höhe des zweifachen Bemessungsdifferenzstroms $I_{\Delta n}$ durchzuführen.

Die Messungen sind für jede einzelne RCD durchzuführen und zu dokumentieren.

Anmerkungen zur Prüfung:

RCD Nr.	Grenzwert [ms]	Istwert [ms]	Mangel ja / nein:
1	≤ 300		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	≤ 300		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	≤ 300		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	≤ 300		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	≤ 300		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	≤ 300		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Erprobungen

Antrieb	Mangel ja / nein:
Starten (von Hand und Elektrostart)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Runder Motorlauf	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Regelverhalten bei Lastzuschaltung (wenn möglich), schnelle Ausregelung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Abgase ohne übermäßige Rauchentwicklung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Anmerkungen:	

Spannung und Frequenz	Mangel ja / nein:																																					
<p>Die Ausführungsklassen nach DIN EN 12601 unterteilen die Anforderungen für Stromerzeuger hinsichtlich Spannungs- und Frequenzverhalten in gering (G1), mittel (G2) und hoch (G3).</p>  <table border="1" data-bbox="148 721 667 958"> <thead> <tr> <th colspan="4">Musterfirma</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Muster</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Stromerzeuger EN 12601</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S/P (LPT G2)</td> <td>11.0kVA/8.8kW</td> <td>S/N</td> <td>XXXXXX / XXXX</td> </tr> <tr> <td>Ur 3~/1~</td> <td>400V/230V</td> <td>fr</td> <td>50Hz</td> </tr> <tr> <td>Ir 3~/1~</td> <td>15.0A/26.1A</td> <td>cos phi</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>IP(Gen.)</td> <td>54</td> <td>nr</td> <td>3000 min⁻¹</td> </tr> <tr> <td>hr</td> <td>100m</td> <td>Tr</td> <td>25°C</td> </tr> <tr> <td>Mfg</td> <td>Sep-13</td> <td>m</td> <td>XXX kg</td> </tr> </tbody> </table>	Musterfirma				Muster				Stromerzeuger EN 12601				S/P (LPT G2)	11.0kVA/8.8kW	S/N	XXXXXX / XXXX	Ur 3~/1~	400V/230V	fr	50Hz	Ir 3~/1~	15.0A/26.1A	cos phi	0.8	IP(Gen.)	54	nr	3000 min ⁻¹	hr	100m	Tr	25°C	Mfg	Sep-13	m	XXX kg	<p>Spannung U_0 (zwischen Außenleiter und Neutralleiter) ohne Belastung an jeder Steckdose messen</p> <p>Zulässige Spannungsabweichung</p> <p><i>Klasse (gemäß Typschild):</i></p> <p>G1: $\pm 10\%$ bei Stromerzeugern $\leq 10 \text{ kW}$, $U_{0,\text{max.}} 253 \text{ V}$</p> <p>G1: $\pm 5\%$ bei Stromerzeugern $> 10 \text{ kW}$, $U_{0,\text{max.}} 242 \text{ V}$</p> <p>G2: $\pm 2,5\%$, $U_{0,\text{max.}} 236 \text{ V}$</p> <p>G3: $\pm 1\%$, $U_{0,\text{max.}} 232 \text{ V}$</p> <p>gemessen: _____ V</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
Musterfirma																																						
Muster																																						
Stromerzeuger EN 12601																																						
S/P (LPT G2)	11.0kVA/8.8kW	S/N	XXXXXX / XXXX																																			
Ur 3~/1~	400V/230V	fr	50Hz																																			
Ir 3~/1~	15.0A/26.1A	cos phi	0.8																																			
IP(Gen.)	54	nr	3000 min ⁻¹																																			
hr	100m	Tr	25°C																																			
Mfg	Sep-13	m	XXX kg																																			
	<p>Zulässige Frequenzabweichung (darf ohne Belastung gemessen werden)</p> <p><i>Klasse (gemäß Typschild):</i></p> <p>G1: $\leq 8\%$, $f_{0,\text{max.}} 54,0 \text{ Hz}$</p> <p>G2: $\leq 5\%$, $f_{0,\text{max.}} 52,5 \text{ Hz}$</p> <p>G3: $\leq 3\%$, $f_{0,\text{max.}} 51,5 \text{ Hz}$</p> <p>gemessen: _____ Hz</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>																																				
<p>Rechtsdrehfeld</p>		<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>																																				
<p>Funktion der Anzeigeinstrumente und der Bedienelemente Anmerkungen:</p>		<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>																																				
<p>Funktion des Betriebsstundenzählers (falls vorhanden) Anmerkungen:</p>		<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>																																				

Anhang 6

Belastungsgrenzen eines Generators beim Betrieb von Baugeräten mit Frequenzumrichtern

Baugeräte mit Frequenzumrichtern können den Generator eines Stromerzeugers aufgrund einer nicht sinusförmigen Stromaufnahme erheblich belasten. Ein Frequenzumrichter mit einem Leistungsfaktor λ von beispielsweise 0,5 belastet einen Stromerzeuger doppelter Leistung aufgrund der auftretenden Oberschwingungen bereits zu 100 %.

Um unzulässige Verzerrungen der Generatorspannung sowie thermische Überlastungen des Generators zu vermeiden, sollte neben der Nennleistung des Frequenzumrichters auch sein Leistungsfaktor λ bekannt sein und entsprechend berücksichtigt werden.

- Herkömmliche Frequenzumrichter sollten den Generator maximal zu 50 % belasten ($\lambda = 0,5$).
- Frequenzumrichter mit gesteuerten netzseitigen Gleichrichterschaltungen sollten den Generator nur bis zu 20 % belasten ($\lambda = 0,2$).

Werden geeignete vorgeschaltete OberschwingungsfILTER, Drosseln oder aktive Filter verwendet, kann der Generator höher belastet werden.

- Frequenzumrichter mit Leistungsfaktor-korrektur (PFC: Power Factor Correction) zur Erzielung einer nahezu sinusförmigen Stromaufnahme können den Generator bis zu 90 % belasten ($\lambda = 0,9$).

Bei den obigen Empfehlungen handelt es sich um Richtwerte. Gegebenenfalls sollten daher die Hersteller/Herstellerinnen des Baugerätes und des Stromerzeugers kontaktiert werden um sicherzustellen, dass eine Überlastung des Generators ausgeschlossen werden kann.

Anmerkung:

Diese Hinweise zur Belastung von Generatoren sollten bei Verwendung aller Baugeräte mit elektronischen Betriebsmitteln beachtet werden, die netzseitig gesteuerte oder ungesteuerte Gleichrichterschaltungen enthalten. Auch kleinere Verbrauchsmittel in größerer Anzahl, z. B. Kompaktleuchtstofflampen, die ebenfalls nicht sinusförmige Stromaufnahmen aufweisen, können den Generator stärker belasten.

Verbrauchsmittel an einem Stromerzeuger mit Asynchrongenerator

Wirkleistungsverbrauchsmittel, z. B. Glühlampen oder Heizgeräte, dürfen ohne Einschränkungen verwendet werden.

Induktive Verbrauchsmittel mit Elektromotor, z. B. Bohrhämmer oder Kreissägen, dürfen Generatoren mit Anlaufverstärkung maximal zu 60 % und Generatoren ohne Anlaufverstärkung maximal zu 30 % belasten.

Kapazitive Verbrauchsmittel, z. B. Entladungslampen, und Baugeräte mit elektronischen Betriebsmitteln, z. B. Frequenzumrichter, sind nicht geeignet.

Verbrauchsmittel an einem Stromerzeuger mit Synchrongenerator

In der Regel können alle Arten von Verbrauchsmitteln verwendet werden. Die Anlaufleistung bei induktiven Verbrauchsmitteln darf üblicherweise das 3-fache der Bemessungsleistung betragen.

Bezüglich geeigneter Verbrauchsmittel sind die Herstellerangaben des Stromerzeugers zu beachten.

Anhang 7

Praxisbeispiele für Anschlusskombinationen an Stromerzeugern der Ausführung „A“



Abb. 20
Ein Betriebsmittel angeschlossen ohne weitere Schutzmaßnahme



Abb. 21
Zwei Betriebsmittel – Abbruchhammer direkt angeschlossen, Säge mit zwischengeschalteter PRCD



Abb. 22
Zwei Betriebsmittel – Abbruchhammer direkt angeschlossen, Winkelschleifer mit zwischengeschalteter RCD in einem Verteiler



Abb. 23
Zwei Betriebsmittel – Abbruchhammer direkt angeschlossen, Baustellenkreissäge mit zwischengeschalteter vierpoliger RCD in einem Verteiler



Abb. 24
Drei Betriebsmittel – Baustellenkreissäge direkt angeschlossen, Abbruchhammer und Winkelschleifer mit jeweils einer zwischengeschalteten PRCD



Abb. 25
Vier Betriebsmittel – Handleuchte direkt angeschlossen, drei weitere Betriebsmittel hinter einem Verteiler mit einer RCD für jede einzelne Steckdose



Abb. 26
Zwei Betriebsmittel – Abbruchhammer direkt angeschlossen, Winkelschleifer hinter zwischengeschaltetem Trenntransformator betrieben



Abb. 27
Drei Betriebsmittel – Baustellenkreissäge direkt angeschlossen, Abbruchhammer und Winkelschleifer hinter jeweils einem Trenntransformator betrieben

Anhang 8

Beispiel einer Betriebsanweisung für mobile Stromerzeuger der Ausführung „A“

Betriebsanweisung

nach Arbeitsschutzgesetz, Betriebssicherheitsverordnung und Unfallverhütungsvorschriften
DGUV Vorschrift 3 und 4 (bisher BGV A3 und GUV-V A3), DGUV Information 203-004 (bisher BGI 594), DGUV Information 203-005 (bisher BGI/GUV-I 600), DGUV Information 203-006 (bisher BGI/GUV-I 608), DGUV Information 203-032 (bisher BGI 867)

Betrieb/Betriebsteil: _____

Mobile Stromerzeuger Ausführung A Inbetriebnahme ohne Elektrofachkraft

Gefahren für Mensch und Umwelt

- Elektrische Körperdurchströmung (Stromschlag)
- Verbrennungsgefahr durch Stromeinwirkung
- Verbrennungsgefahr durch heiße Oberflächen
- Brandgefahr durch Kraftstoff
- Gehörschädigung durch Lärm
- Vergiftungsgefahr durch Abgase
- Vergiftungsgefahr und Hautschäden durch Kontakt zu Kraftstoff



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Alle nachfolgend genannten Maßnahmen gelten für Stromerzeuger der Ausführung A mit und ohne Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD) mit Abschaltung
- Die Bedienungsanleitung des Herstellers / der Herstellerin und die Unfallverhütungsvorschriften müssen beachtet und befolgt werden
- Nur unterwiesene Personen dürfen mit elektrischen Betriebsmitteln arbeiten
- Werden mobile Stromerzeuger der Ausführung A mit nur **einem** Verbraucher betrieben, sind keine weiteren Schutzmaßnahmen erforderlich
- Werden mobile Stromerzeuger der Ausführung A mit **mehreren** Verbrauchern betrieben, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich:
 - Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungs-differenzstrom nicht größer als 30 mA (0,03 A) für das zweite und jedes weitere Verbrauchsmittel
 - Trenntransformatoren für das zweite und jedes weitere Verbrauchsmittel bei erhöhter elektrischer Gefährdung durch leitfähige Umgebung mit begrenzter Bewegungsfreiheit
- Als Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen dürfen hier keine PRCD-S verwendet werden, da sich diese nicht einschalten lassen
- Auf Bau- und Montagestellen dürfen nur Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F oder H07BQ-F verwendet werden
- Elektrische Betriebsmittel müssen spritzwassergeschützt sein und den Bestimmungen für den rauen Betrieb entsprechen
- Stromerzeuger mit Verbrennungsmotoren dürfen nur im Stillstand betankt werden

Verhalten im Gefahrfall und bei Störungen

- Bei Gefahr oder Störung sofort die Stromversorgung unterbrechen
- Beschädigte elektrische Betriebsmittel der Benutzung entziehen
- Elektrofachkraft oder Vorgesetzte verständigen

Verhalten bei Unfällen, Erste Hilfe

Ersthelfer/Ersthelferin: Herr/Frau _____

Notruf: 112



- Sofortmaßnahmen am Unfallort einleiten
- Rettungswagen/Arzt/Ärztin rufen
- Unternehmer/Unternehmerin/Vorgesetzte informieren

Instandhaltung

- Täglich vor Benutzung elektrischer Betriebsmittel Funktionsprüfung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung und der Isolationsüberwachungseinrichtung durchführen
- Regelmäßige Überprüfung auf ordnungsgemäßen Zustand gemäß DGUV Information 203-032 durch zur Prüfung befähigte Person (Elektrofachkraft)

Datum

Unterschrift des Unternehmers/der Unternehmerin

Es wird bestätigt, dass die Inhalte dieser Betriebsanweisung mit den betrieblichen Verhältnissen und Erkenntnissen der Gefährdungsbeurteilung übereinstimmen.

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

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