



Sicherer Betrieb mobiler Stromerzeuger auf Bau- und Montagestellen

Wer Bau- oder Montagearbeiten ausführen will, braucht dazu meistens auch elektrische Energie. Auf großen Baustellen werden deshalb durch Elektrofirmen bereits im Voraus die erforderlichen Baustromanlagen errichtet. Auf kleinen Baustellen sieht das meistens anders aus. Hier ist fast immer nur eine Steckdose zu finden, welche die benötigten Betriebsmittel mit elektrischem Strom versorgen muss, - natürlich nur dann, wenn auch die erforderlichen Zusatzschutzeinrichtungen, wie z. B. ein PRCD-S, verwendet werden. Wenn sich aber die Baustelle weit entfernt von jeglicher „Zivilisation“ befindet, muss der elektrische Strom selbst „hergestellt“ werden. Für diesen Zweck gibt es mobile Stromerzeuger. Aber wie werden diese richtig betrieben und welche Schutzmaßnahmen müssen getroffen werden? Muss der Stromerzeuger geerdet werden oder muss er nicht? Auf diese Fragen gab es in der Vergangenheit nur selten die richtigen Antworten und die Bedienungsanleitungen halfen auch nur selten weiter. Aus diesem Grund haben sich einige Experten zusammen gefunden, welche die „alte“ BGI 687 „Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“ vom Mai 2005 überarbeitet haben. Der wesentliche Inhalt dieser neuen DGUV-Information 203-032 „Auswahl und Betrieb von (mobilen) Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“ wird im folgenden Artikel vorgestellt.

Allgemeine Forderungen

Unabhängig davon, wie Stromerzeuger und dazugehörige Anlagen betrieben werden, müssen sie immer den sicherheitstechnischen Anforderungen der DGUV Information 203-006 (bisher BGI 608) „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ genügen. Diese DGUV-Information findet keine Anwendung beim Einsatz von Netzersatzanlagen im Bereich der öffentlichen Stromversorgung.

Stromerzeuger sind für den vorgesehenen Einsatz entsprechend dem Leistungsbedarf der zu versorgenden Geräte ausreichend bemessen auszuwählen. Insbesondere sind beim Betrieb von Frequenzumrichter-gesteuerten Antrieben (FU), z. B. Krane, Aufzüge, Winden, die Empfehlungen der Hersteller zu beachten. Details kann man im Anhang 6

„Belastungsgrenzen eines Generators beim Betrieb von Baugeräten mit Frequenzumrichter“ der DGUV-Information 203-032 „Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“ nachlesen.

Die **Bedienungsanleitung** des Herstellers und die **Betriebsanweisung** des Betreibers müssen am Verwendungsort vorhanden sein und sind zwingend zu befolgen. Der Betrieb von Stromerzeugern ist in der Gefährdungsbeurteilung des Unternehmens zu berücksichtigen. Je nach Anwendung sind entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen müssen immer vor der ersten Inbetriebnahme durch eine Elektrofachkraft festgelegt werden. Hier ist auch zu bestimmen, ob für den weiteren Betrieb eine Elektrofachkraft erforderlich ist. Vor der Benutzung der Stromerzeuger müssen die Verwender in die Bedienung eingewiesen werden.

Betrieb/Betriebsteil:

Betriebsanweisung nach Arbeitsschutzgesetz, Betriebssicherheitsverordnung und Unfallverhütungsvorschriften DGUV Vorschrift 3 (BGV A3), DGUV Information 203-004 (BGI 594), DGUV Information 203-005 (BGI 600), DGUV Information 203-006 (BGI 608), DGUV Information 203-032 (BGI 867)

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

- Die Bedienungsanleitung des Herstellers und die Unfallverhütungsvorschriften müssen beachtet und befolgt werden
- Nur unterwiesene Personen dürfen mit elektrischen Betriebsmitteln arbeiten
- Werden mobile Stromerzeuger der Ausführung A mit nur mit **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 Bemessungsdifferenzstrom nicht größer als 30 mA (0,03 A) für das zweite und jedes weitere Verbrauchsmittel
 - oder
 - Trenntransformator 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
- die Schutzmaßnahmen gelten für alle Stromerzeuger, unabhängig davon, ob diese mit einer Isolationsüberwachung (IMD) ausgerüstet sind oder nicht
- 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 bzw. bei Störungen

- Bei Gefahr bzw. Störung sofort die Stromversorgung unterbrechen.
- Beschädigte elektrische Betriebsmittel der Benutzung entziehen.
- Elektrofachkraft bzw. 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 Unternehmer/Unternehmerin

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

Abb. 1: Beispielhafte Abbildung einer Betriebsanweisung zum Betrieb von Stromerzeugern der Bauart

Stromerzeuger müssen mit einem Typschild versehen sein, auf dem mindestens nachfolgende Angaben dauerhaft und deutlich erkennbar 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.

Transportable Stromerzeuger müssen mit Tragevorrichtungen ausgerüstet sein. Ab einer Gesamtmasse von 50 kg müssen Anschlagpunkte vorhanden sein, damit das Gerät auch mit einem Kran umgesetzt werden kann. Stromerzeuger müssen zur uneingeschränkten Verwendung im Freien geeignet sein. Entsprechen sie nicht mindestens der Schutzart IP 54, ist z. B. eine Einhausung, erforderlich. Prinzipiell muss man sich immer Gedanken um den Aufstellort des Stromerzeugers machen. Da beim Betrieb giftige Abgase entstehen, kommt eine Verwendung in geschlossenen Räumen nur dann in Frage, wenn die Abgase über eine Abgasanlage ins Freie geführt werden. Das Betanken eines mit Benzin betriebenen Stromerzeugers darf nur im Stillstand erfolgen, damit die Gefahr eines Brandes minimiert wird.

Nach den gesetzlichen Regelungen muss der Stromerzeuger mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet sein. Weiterhin wird empfohlen wird, nur Stromerzeuger mit GS-Zeichen zu verwenden.

Technische Ausführungen von Stromerzeugern

An den meisten Stromerzeugern ist eine Anschlussklemme oder -schraube zu finden, die in der Regel mit dem Symbol \oplus gekennzeichnet ist. Dieser Anschluss mit dieser Kennzeichnung führt in der Praxis oftmals zu Verwirrung oder ist teilweise sogar falsch.



Abb. 2a/b: unrichtige Kennzeichnung des Potentialausgleichsanschlusses

Meistens ist dieser Anschluss gar kein Erdungsanschluss, sondern ein Potentialausgleich, welcher mit dem Symbol \oplus gekennzeichnet werden muss. Für den Anwender stellt sich stets die Frage, ob er an diesem Anschluss den Stromerzeuger erden muss. Oftmals ist auf der „Erdungsschraube“ eine Flügelmutter angebracht, welche die Unsicherheit noch verstärkt.

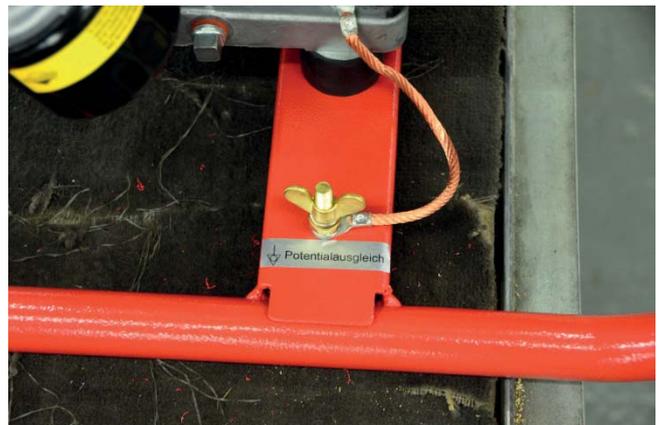


Abb. 3: vorhandene Anschlussschraube für den Potentialausgleich eines Stromerzeugers der Bauart A, welcher gar nicht geerdet werden muss

Die Bedienungsanleitungen der Stromerzeuger helfen häufig auch nicht weiter, da meistens hier nur zu lesen ist, dass der Stromerzeuger aus „Sicherheitsgründen“ zu erden ist. Aber aus welchen „Sicherheitsgründen“ beschrieben. Die Frage, die der Betreiber eines Stromerzeugers stellen muss lautet also nicht „**Muss ich den Stromerzeuger erden?**“ sondern:

„Welche Schutzmaßnahme muss ich treffen, um den Stromerzeuger sicher betreiben zu können?“

Bei handelsüblichen Stromerzeugern bis ca. 10 kW kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass es sich dabei um Stromerzeuger mit **Schutzpotentialausgleich** handelt, welche nicht geerdet werden müssen. Eine Erdung hat in diesem Fall keinen Einfluss auf den Betrieb und die Schutzmaßnahme. Bei Stromerzeugern mit Leistungen größer als 10 kW ist häufig der Sternpunkt des Generators (Neutralleiter) mit dem Schutzleiter (PE) verbunden. Dadurch wird ein Stromversorgungsnetz im TN-System erzeugt, welches

zwingend durch eine Elektrofachkraft geerdet werden muss. Somit unterscheiden wir bei den Stromerzeugern

zwischen Geräten, welche mit und welche ohne Elektrofachkraft in Betrieb genommen werden können.

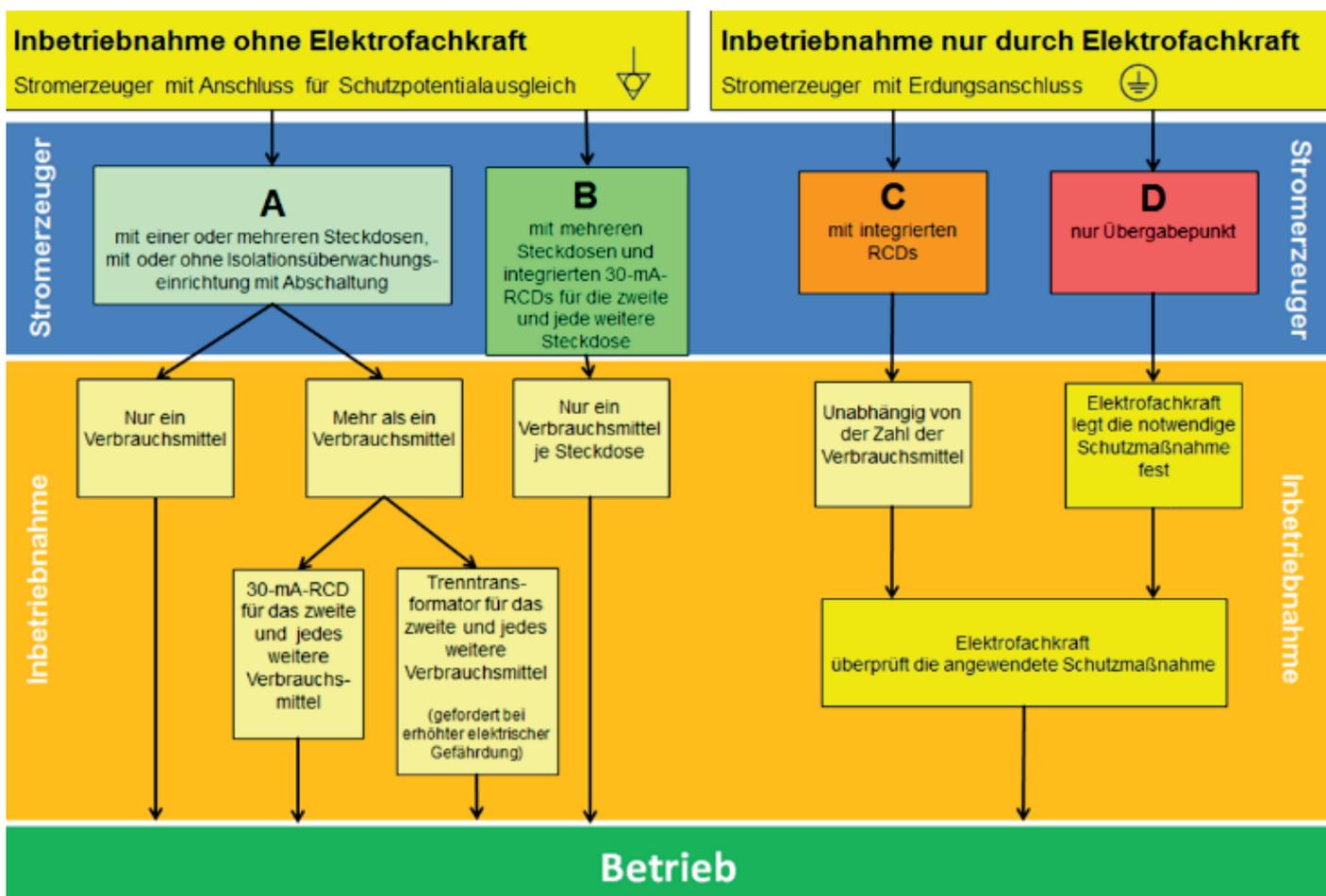


Abb. 4: Bauarten von Stromerzeugern

Um die erforderlichen Schutzmaßnahmen auswählen zu können, muss vor der ersten Inbetriebnahme des Stromerzeugers geklärt werden, welche technische Ausführung vorliegt. Ist dieser Sachverhalt nicht aus der Bedienungsanleitung zu entnehmen, muss er beim Hersteller erfragt oder durch eine Elektrofachkraft festgestellt werden. Prinzipiell ist also zu unterscheiden zwischen Stromerzeugern mit **Schutzpotentialausgleich** oder **Erdungsanschluss**. Im dem Zusammenhang erfährt man auch, welchen Verwendungszweck die angesprochene Erdungs- bzw. Potentialausgleichs-Anschlussklemme hat.

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

Wie bereits erwähnt, entsprechen die meisten mobilen Stromerzeuger mit einer Leistung von weniger als 10 kW der Ausführung **A**. Zur Inbetriebnahme ist eine Elektrofachkraft nicht erforderlich. Allerdings muss bei den Schutzmaßnahmen unterschieden werden, ob **nur ein** oder **mehrere** Betriebsmittel angeschlossen werden sollen.

Der einfachste Fall liegt vor, wenn nur **ein** Betriebsmittel am Stromerzeuger verwendet wird. Hier kann das

Betriebsmittel **direkt** angeschlossen werden. Weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich, da der Stromerzeuger wie ein Trenntransformator arbeitet, welcher eine Spannung ohne Bezug zur Erde erzeugt, wodurch die Gefahr eines Stromschlages für den Menschen äußerst gering ist.

Bei Stromerzeugern mit einer Steckdose darf ohne zusätzliche Schutzmaßnahme immer **nur ein** Betriebsmittel angeschlossen werden. Die Verwendung von Kabelrollen mit mehreren Steckdosen oder Verteilern zum Anschluss mehrerer Betriebsmittel ist unzulässig.



Abb. 5: Stromerzeuger nach Ausführung „A“ mit nur einer Steckdose zum direkten Anschluss von nur **einem** Betriebsmittel, zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht erforderlich

Allerdings findet man auch Ausführungen von Stromerzeugern dieser Bauart mit zwei, drei oder vier Steckdosen. Auch hier darf **ohne** zusätzliche Schutzmaßnahmen nur **ein** Betriebsmittel direkt angeschlossen werden.

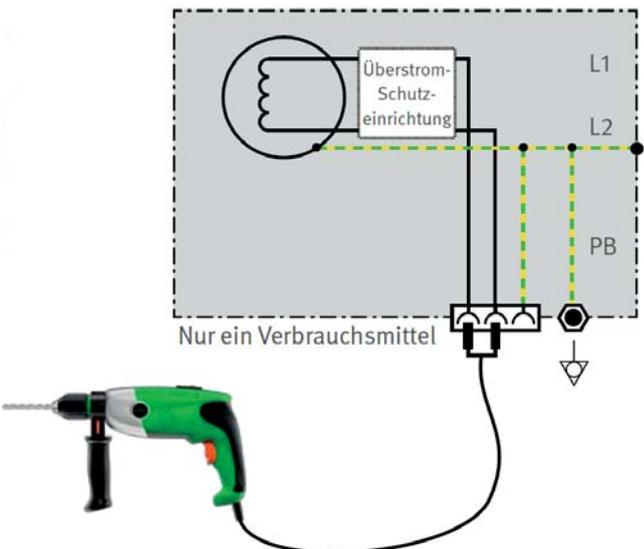


Abb. 6: Schaltbild für einen Stromerzeuger der Ausführung A zum Anschluss von nur **einem** Betriebsmittel, zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht erforderlich



Abb. 7: Beispiel für einen Stromerzeuger der Ausführung A mit drei Steckdosen und nur **einem** angeschlossenen Betriebsmittel, zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht erforderlich

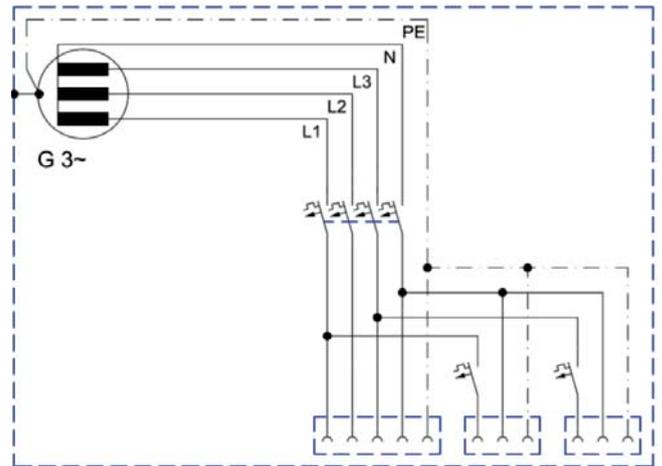


Abb. 8: Stromlaufplan eines Stromerzeugers Ausführung A mit mehreren Steckdosen

Sollen **mehrere** Betriebsmittel gleichzeitig am Stromerzeuger der Ausführung A betrieben werden, sind **zusätzliche Schutzmaßnahmen** erforderlich. In der Abbildung 2 sind die möglichen Varianten schematisch dargestellt. Während das erste Betriebsmittel nach wie vor direkt angeschlossen werden kann, müssen für alle weiteren Betriebsmittel zusätzliche Schutzmaßnahmen ausgewählt werden. Besteht eine „erhöhte elektrische Gefährdung“ beim Arbeiten in engen, leitfähigen Bereichen (z. B. in Leitungsgräben), dann muss als Schutzmaßnahme die Anwendung zusätzlicher Trenntransformatoren ausgewählt werden. Dabei ist für jedes weitere Betriebsmittel ein eigener Trenntransformator vorzusehen. Es dürfen keinesfalls mehrere Betriebsmittel an einen Trenntransformator angeschlossen werden.



Abb. 9: Anschlussbeispiel von drei Betriebsmitteln an einen Stromerzeuger, Säge direkt angeschlossen, Abbruchhammer und Trennschleifmaschine werden bei „erhöhter elektrischer Gefährdung“ jeweils über einen Trenntransformator betrieben

Besteht keine „erhöhte elektrische Gefährdung“, kommen als Zusatzschutz z. B. ortsveränderliche RCDs (Fehlerstromschutzeinrichtungen) zum Einsatz. Hier muss allerdings beachtet werden, dass die in herkömmlichen stationären Stromversorgungsnetzen gern verwendeten **PRCD-S** nicht genutzt werden können, da sie bei der Prüfroutine zum Einschalten feststellen, dass keine niederohmige Erdungsverbindung vorhanden ist und sie sich somit nicht einschalten lassen. Durch die fehlende Verbindung des Sternpunktes mit dem Schutzleiter im Generator kann dieser Zustand auch nicht mit einer Erdung des Stromerzeugers behoben werden.

Während auch bei dieser Betriebsart das erste Betriebsmittel direkt angeschlossen werden darf, muss für jedes weitere angeschlossene Gerät ein ortsveränderlicher RCD, ein PRCD oder ein PRCD-K zur Anwendung kommen.



Abb. 10: Anschlussbeispiel von zwei Betriebsmitteln an einen Stromerzeuger, Abbruchhammer direkt angeschlossen, Handkreissäge über einen PRCD betrieben.



Abb. 11: Anschlussbeispiel von drei Betriebsmitteln an einen Stromerzeuger, Baustellenkreissäge direkt angeschlossen, Abbruchhammer und Trennschleifmaschine über je einen PRCD betrieben.

Der Anschluss mehrerer Betriebsmittel an einen Stromerzeuger der Bauart A kann aber durch die Verwendung eines speziellen Verteilers allerdings deutlich vereinfacht werden. Dieser Verteiler hat vor jeder seiner eingebauten Steckdosen einen vorgeschalteten RCD, welcher die Aufgabe des Zusatzschutzes übernimmt. Es können an diesen Verteiler so viele Betriebsmittel angeschlossen werden, wie Steckdosen vorhanden sind. Eine weitere Verteilung durch Kabelroller oder ähnliche Geräte ist aber nicht zulässig. Nachfolgend werden drei dieser Schutzverteiler zum Anschluss an Stromerzeuger nach Bauart A vorgestellt.



Abb. 12a: Verteilerbox zum Anschluss von drei Betriebsmitteln an eine Betriebsspannung von 230 Volt (Foto ELSPRO)



Abb. 12b: Verteilerbox zum Anschluss von vier Betriebsmitteln, 1 x 400 Volt, 3 x 230 Volt (Foto ELSPRO)



Abb. 12c: Verteilerbox zum Anschluss von sechs Betriebsmitteln, 2 x 400 Volt, 4 x 230 Volt (Foto ELSPRO)



Abb. 13: Anschlussbeispiel von fünf Betriebsmitteln an einen Stromerzeuger, Handleuchte direkt angeschlossen, alle anderen Betriebsmittel über Verteilerbox mit RCDs betrieben.

Stromerzeuger der Ausführungen „B“ zeichnen sich dadurch aus, dass sie den Schaltungsaufbau der oben erwähnten Schutzverteilung bereits beinhalten. Auf dem deutschen Markt waren sie aus Kostengründen bisher nicht weit verbreitet, obwohl sie eine sichere und einfache Betriebsalternative darstellen. Bei diesen Stromerzeugern darf pro Steckdose ein Betriebsmittel angeschlossen werden. Eine Weiterverteilung ist nur mit den oben angeführten Maßnahmen zulässig.

Isolationsüberwachung

Alle oben genannten Schutzmaßnahmen sind **unabhängig** davon anzuwenden, ob im Stromerzeuger eine Isolationsüberwachungseinrichtung eingebaut ist oder nicht. Die Isolationsüberwachungseinrichtung kann in der Regel die Aufgaben des Personenschutzes **nicht** erfüllen, sondern nur den Geräteschutz sicherstellen. Die Isolationsüberwachung ersetzt somit **nicht** die oben geforderten zusätzlichen Schutzmaßnahmen. Die Isolationsüberwachung erfolgt zwischen den aktiven Leitern und dem Schutzpotentialausgleichsleiter. Alle Körper von Geräten der Schutzklasse I (diese haben einen Schutzleiteranschluss) müssen in einen Schutzpotentialausgleich eingebunden sein. Dieser wird durch die Schutzleiter in den Anschlussleitungen der Verbrauchsmittel realisiert.

Als problematisch sind die häufig an den Stromerzeugern angebrachte Schilder zu betrachten, auf denen zu lesen ist, dass der Stromerzeuger wegen der eingebauten Isolationsüberwachungseinrichtung nicht geerdet werden muss. Diese Schilder sind irreführend und suggerieren einen vorhandenen Personenschutz, welcher aber gar nicht existiert.



Abb. 14: Irreführender Aufkleber auf Stromerzeuger

Durch Unfalluntersuchungen konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass durch diesen Irrglauben bestimmte Unfälle sogar begünstigt wurden. Tritt ein sogenannter erster Fehler gegen Erde auf (z. B. Feuchtigkeit ist in eine Steckverbindung eingedrungen), kann die Isolationsüberwachungseinrichtung diesen Fehler nicht erkennen, da die „Erde“ nicht mit dem Potentialausgleich verbunden ist. Beim Auftreten eines „zweiten“ Fehlers, z. B. wenn ein Arbeitnehmer eine nasse Handmaschine benutzt, wird die Isolationsüberwachungseinrichtung ebenfalls nicht reagieren, da diesen Fehler genauso wie der erste nicht erkannt werden kann. In diesen Fall wird die betreffende Person einen Stromschlag von 400 Volt erhalten. Zusammenfassend muss deshalb festgestellt werden, dass bei Stromerzeugern mit eingebauter Isolationsüberwachung, unabhängig von ihrer Bauart, der Personenschutz nur dann sicher gestellt werden kann, wenn der der Potentialausgleich auf die Erde erweitert wird. Auch wenn dieses Vorgehen normativ nicht geregelt ist, wird nur auf diese Weise ein Fehler gegen Erde erkannt und der Isolationswächter kann entsprechend reagieren und die Stromversorgung unterbrechen.

Stromerzeuger mit Erdungsanschluss (Ausführungen „C“ und „D“)

Stromerzeuger mit einem „richtigen“ Erdungsanschluss werden in der Regel als „Netzersetzanlagen“ aufgebaut, welche ein Stromnetz erzeugen, wie es aus der ortsfesten Installation bekannt ist. Da diese Anlagen ausschließlich von Elektrofachkräften errichtet werden dürfen, gibt es an dieser Stelle nicht viel zu berichten. Diese Stromerzeuger liefern den elektrischen Strom häufig an eine angeschlossene Baustromverteilung, wo er auf herkömmliche Weise genutzt werden kann. Viele dieser Stromerzeuger haben die „Baustromverteilung“ bereits eingebaut, so dass die Steckdosen des Stromerzeugers direkt genutzt werden können.



Abb. 15: Stromerzeuger im Baustelleneinsatz mit „eingebauter Baustromverteilung“

Diese Stromerzeuger müssen von Elektrofachkräften gewissenhaft geerdet werden. Die Erdung darf während des Betriebes nicht unterbrochen werden, da sonst die Einrichtungen des Personenschutzes nicht sicher funktionieren. Die Erdung sollte regelmäßig, z. B. bei den Prüfungen der Fehlerschutzeinrichtungen, mit kontrolliert werden.

von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“ zu finden.

Hans-Joachim Kuhnsch



Abb. 16: Ausführungsbeispiel eines Erdungsanschlusses eines „großen“ Stromerzeugers



Abb. 17: funktionsunfähige Erdung eines Stromerzeugers

Betrieb

Für den Betrieb der Stromerzeuger und den Anschluss von elektrischen Betriebsmitteln sind weiterhin die Bestimmungen der DGUV Information 203-006 (bisher BGI 608) „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ zu beachten. So müssen z. B. angeschlossene elektrische Leitungen dem Typ H07RN-F oder H07BQ-F entsprechen. Angeschlossene Betriebsmittel müssen dem rauen Beanspruchungen auf Baustellen gewachsen sein.

Prüfungen

Vor jeder Inbetriebnahme muss am Stromerzeuger eine Sichtprüfung auf augenscheinliche Mängel und eine Funktionsprüfung erfolgen. Weiterhin sind in der Gefährdungsbeurteilung des Unternehmens Prüffristen für regelmäßige Wiederholungsprüfungen des Stromerzeugers festgelegt werden.

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

Außer der augenscheinlichen Sichtprüfung müssen die Prüfungen dokumentiert werden. Beispielhafte Prüfprotokolle für mobile Stromerzeuger sind im Anhang 5 der DGUV-Information 203-032 „Auswahl und Betrieb