



Jenfelder Allee 80 – 22045 Hamburg

Stromaggregat

[illegible]

1. Inhaltsverzeichnis

2. Mobile Stromerzeuger sicher betreiben	1
3. Theorie	2
3.1. Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410:	2
3.2. Historische Entwicklung der Netzformen:	3
3.2.1. Vor 1910:	3
3.2.2. Seit 1910 – ca. 1973: TN-C-System	5
3.2.3. Seit ca. 1973 – Heute: TN-S-System.....	6
3.2.4. TT-System:	7
3.2.5. IT-System:.....	7
4. Mobile Stromerzeuger	8
4.1. Rechtliche Grundlagen	8
4.1.1. Gesetze, Normen und Vorschriften	8
4.1.2. Betriebsverantwortung	9
4.1.3. Arbeitsorganisation im Betrieb elektr. Anlagen	9
4.1.4. Rollen der Arbeitsverantwortlichkeit	10
4.2. Bauarten	10
4.3. Betriebsarten.....	11
4.3.1. Inselbetrieb	11
4.3.2. Netzparallelbetrieb	12
4.3.3. Kombinationsbetrieb	13
4.3.4. Havariebetrieb.....	16
5. Stromerzeuger im sicheren Betrieb	18
5.1. Gruppierung Stromaggregate.....	18
5.2. Technische Ausführung von Stromerzeugern.....	18
5.2.1. Bezug zur Erde	19
5.2.2. Überlegung – Mehr als ein Verbrauchsmittel?	21
5.2.3. Typ A & B: Schutzpotentialanschluss	21
5.2.4. Typ B: IT-Netz mit Iso-Überwachung (IMD) und 30 mA RCD (Typ B, B+)	22
5.2.5. Typ C, D: Inbetriebsetzung durch EFK	22
5.2.6. Typ C, D: Baustellenbetrieb:.....	23
5.2.7. Stromerzeuger nach DIN 14685-1:2011	23
5.3. Einspeisebetrieb.....	24
5.3.1. DIN VDE V 0100-551-2 gibt Beispiele	24
5.3.2. Uhrzeit in der Steckdose	26
5.3.3. Einspeisung im TN-Netz.....	27
6. Prüfung	28
6.1. Prüfablauf.....	29
6.1.1. Besichtigen	29
6.1.2. Erproben	29

6.1.3. Messen	31
6.2. Anlagenprüfprotokoll	41
6.3. Prüfprotokoll der DGUV.....	42

2. Mobile Stromerzeuger sicher betreiben

Betrieb mobiler Stromerzeuger

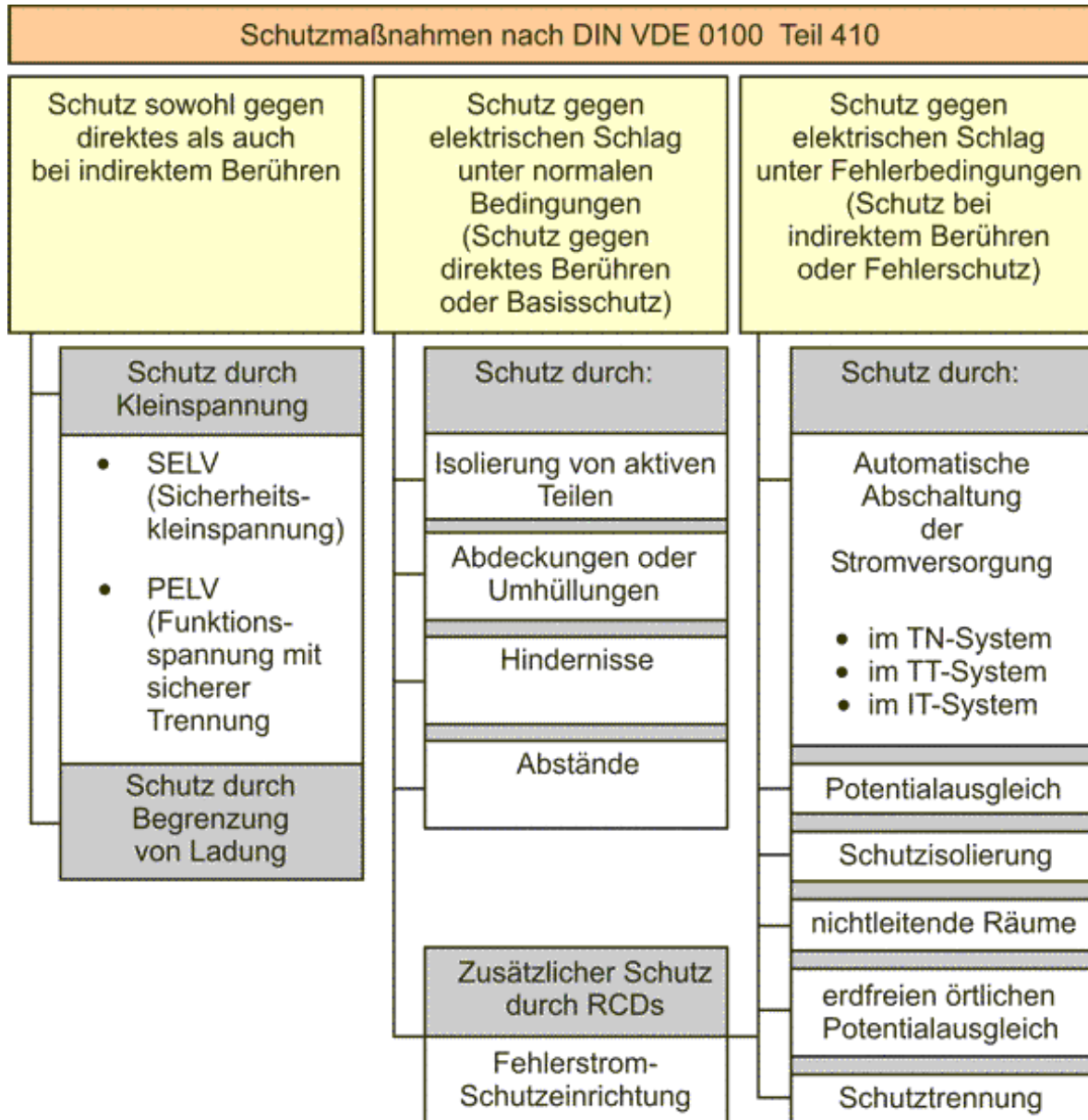
- technische Ausführungen von Stromerzeugern
- Auswahl von Stromerzeugern
- Gefahren beim Einsatz der Ersatzstromerzeuger
- Stromerzeuger zur Inbetriebnahme ohne Elektrofachkraft
- Stromerzeuger zur Inbetriebnahme durch Elektrofachkraft
- DGUV Information 203-032 von Mai 2016
- DIN VDE 0100-551 für Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen
- Erder, Erdungswiderstand, Schutzpotentialausgleich, Erdungsanschluss
- Erder: Prüfung, Messpraktikum, Prüfprotokoll

Prüfung mobiler Stromerzeuger

- DGUV Vorschrift 3, Betriebssicherheitsverordnung
- Vorbereitung der Prüfung
- Prüfablauf (Besichtigen, Erproben, Messen)
- Auswertung und Dokumentation

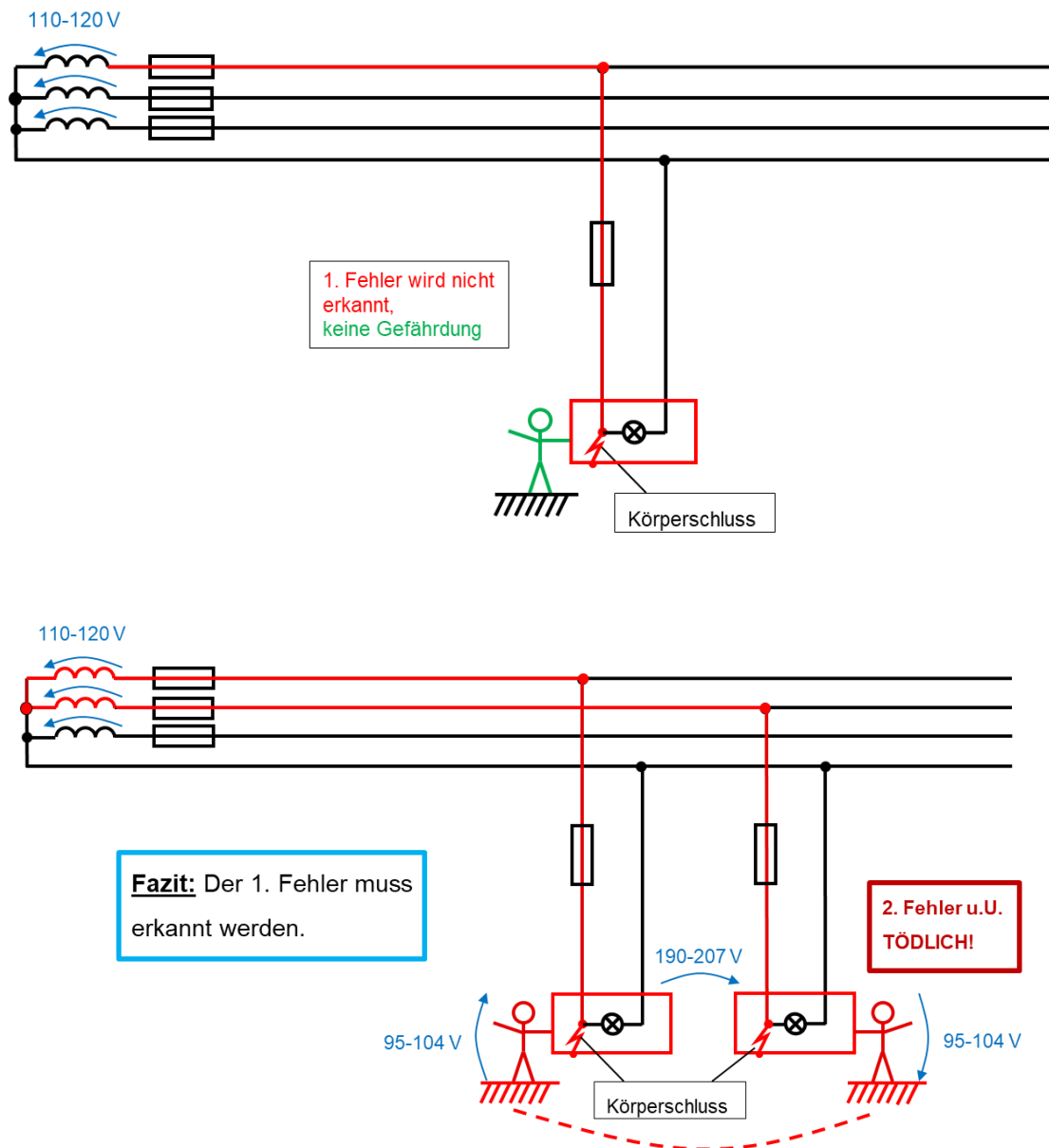
3. Theorie

3.1. Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410:



3.2. Historische Entwicklung der Netzformen:

3.2.1. Vor 1910:



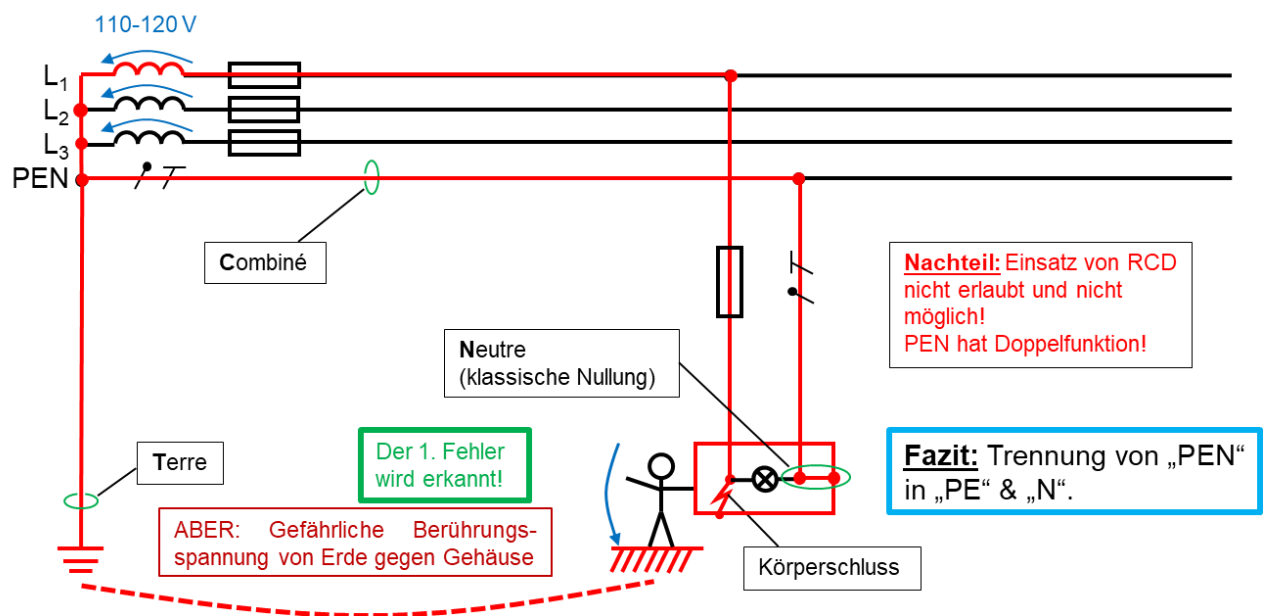
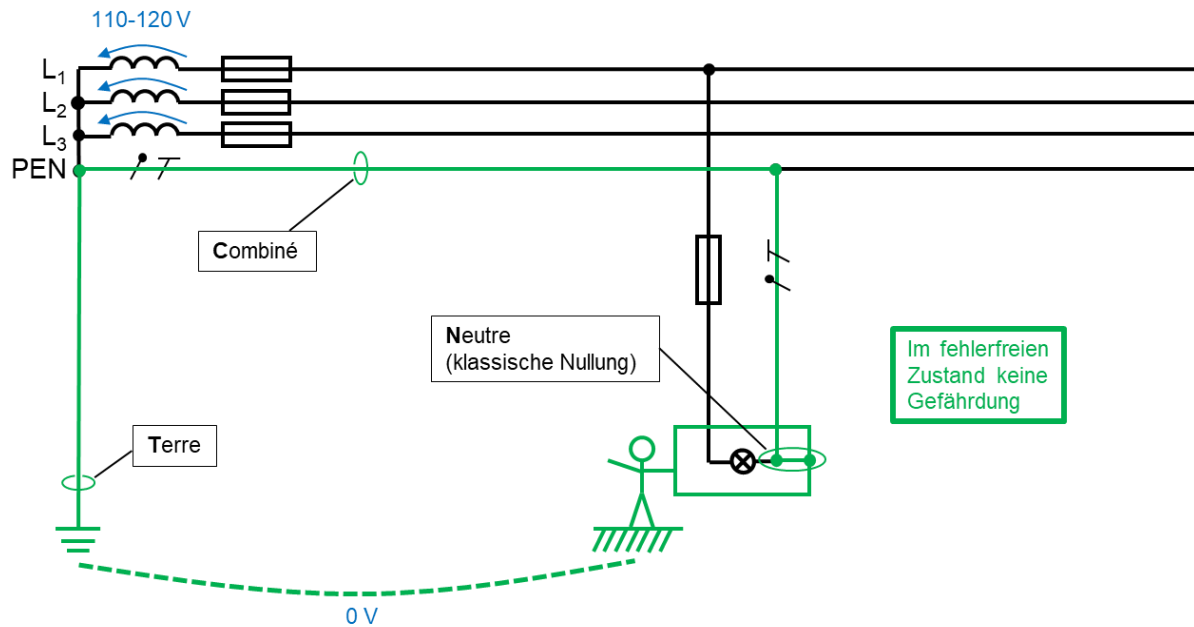
Maßnahmen zur Erkennung des 1. Fehlers

Ziel:

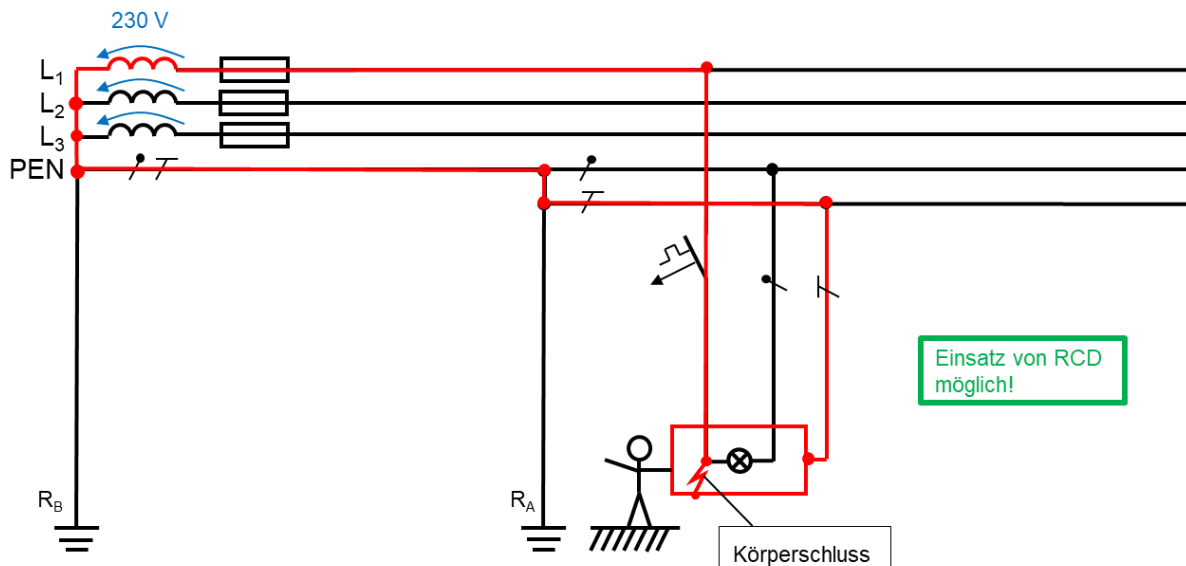
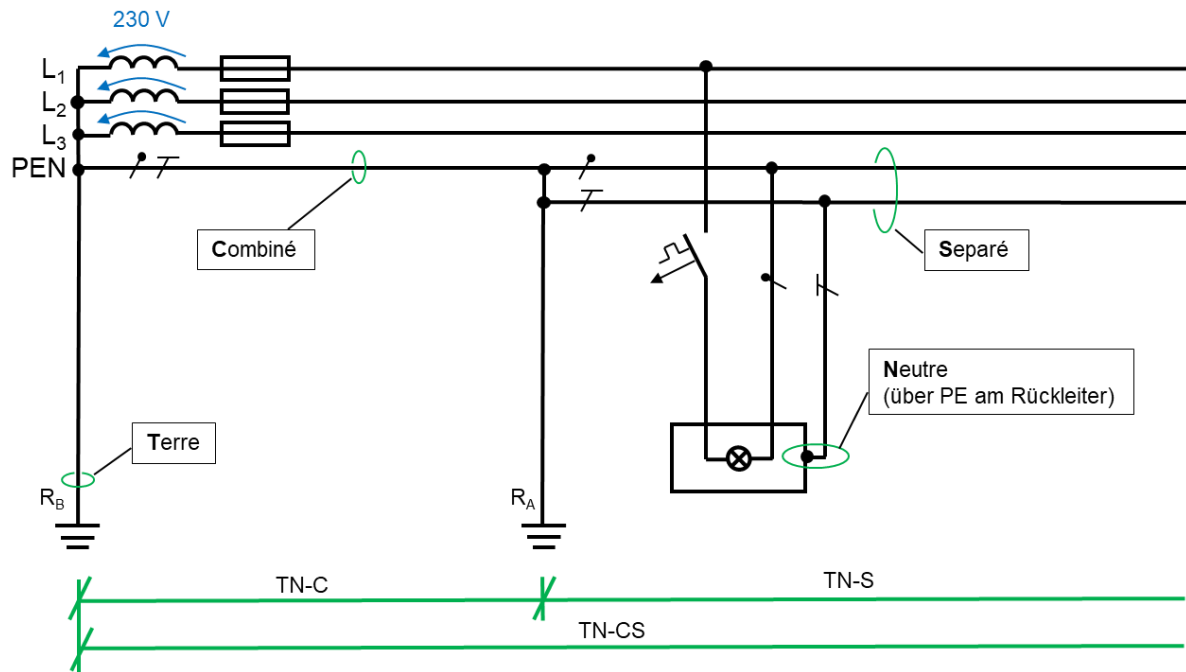
Automatische Abschaltung der Anlage im Fehlerfall

- *Im TN-System:* Erzeuger (Spannungsquelle): Sternpunkt erden; Betriebsmittel: am Rückleiter erden (**Terra/Neutral**)
- *Im TT-System:* Erzeuger: Sternpunkt erden; Betriebsmittel: direkt erden (**Terra/Terra**)
- *Im IT-System:* Erzeuger: Sternpunkt nicht erden; Betriebsmittel: erden; (**Isolated/Terra**) Fehlerstromkreis über eine hochohmige Isolationsüberwachungseinheit (IMD) schließen und somit den 1. Fehler erkennen

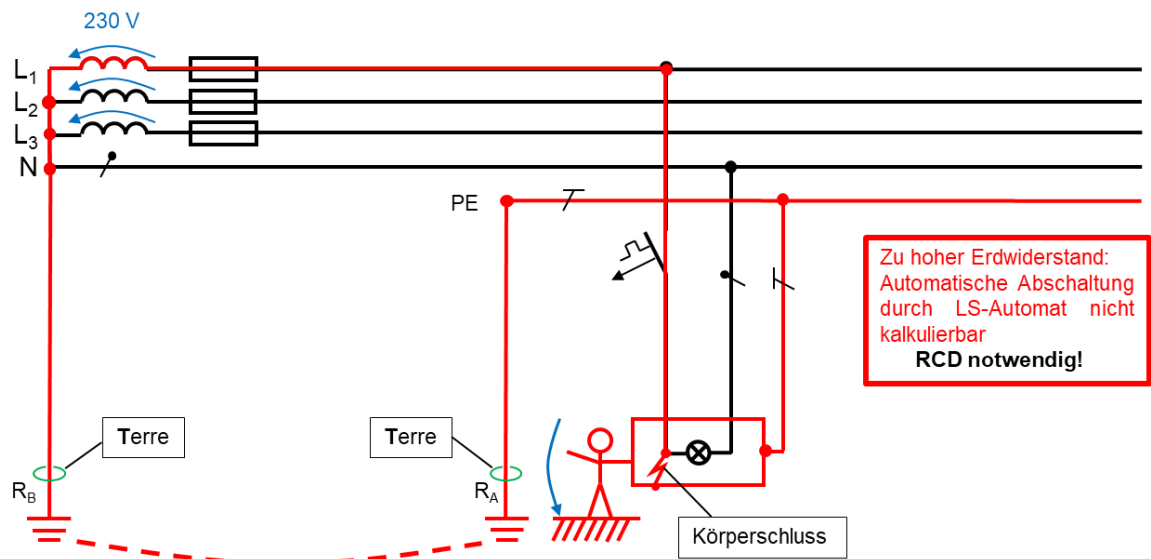
3.2.2. Seit 1910 – ca. 1973: TN-C-System



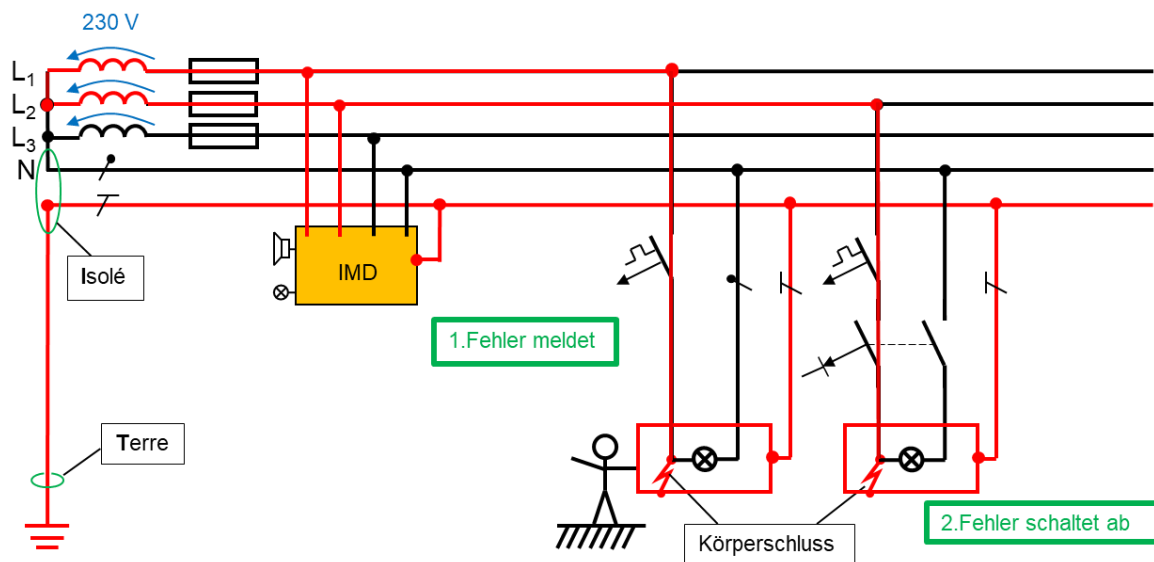
3.2.3. Seit ca. 1973 – Heute: TN-S-System



3.2.4. TT-System:



3.2.5. IT-System:

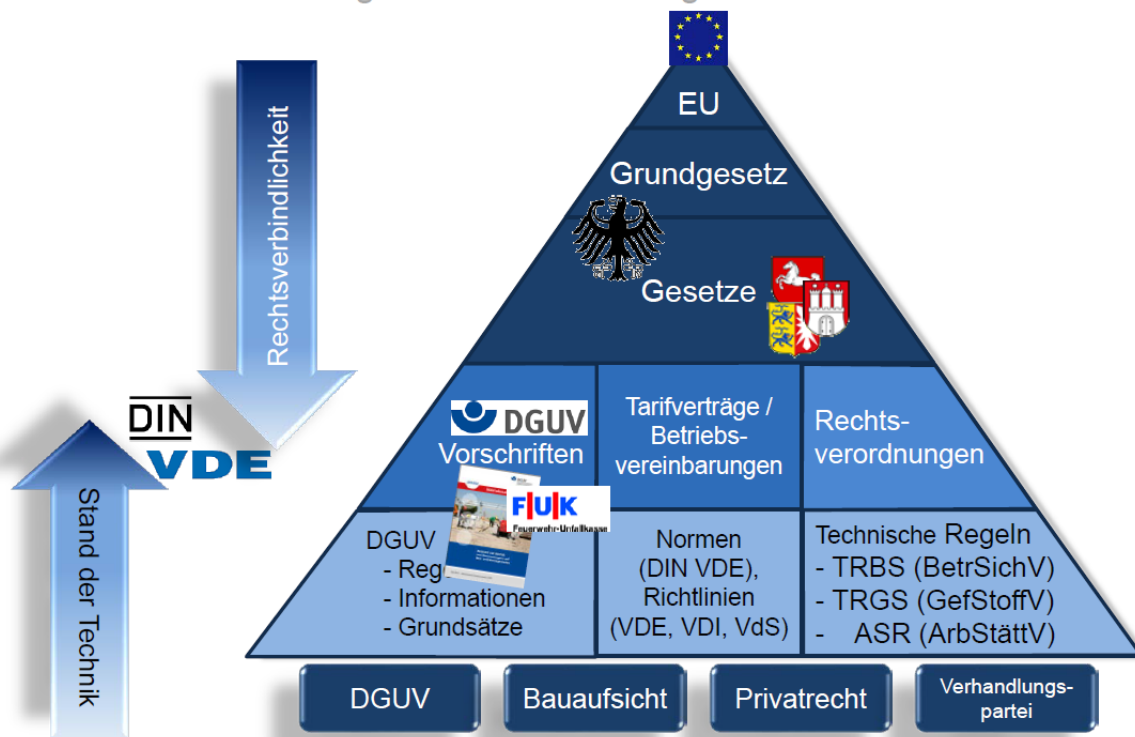


4. Mobile Stromerzeuger

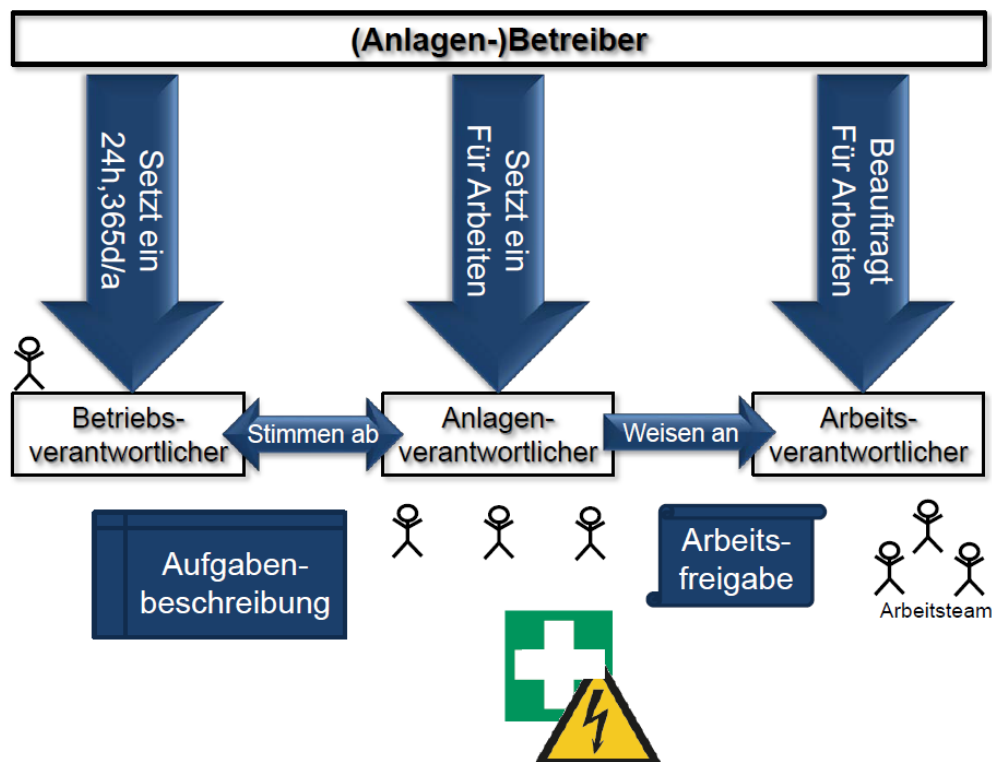
4.1. Rechtliche Grundlagen

4.1.1. Gesetze, Normen und Vorschriften

Gesetze – Verordnungen – Anerkannte Regeln der Technik

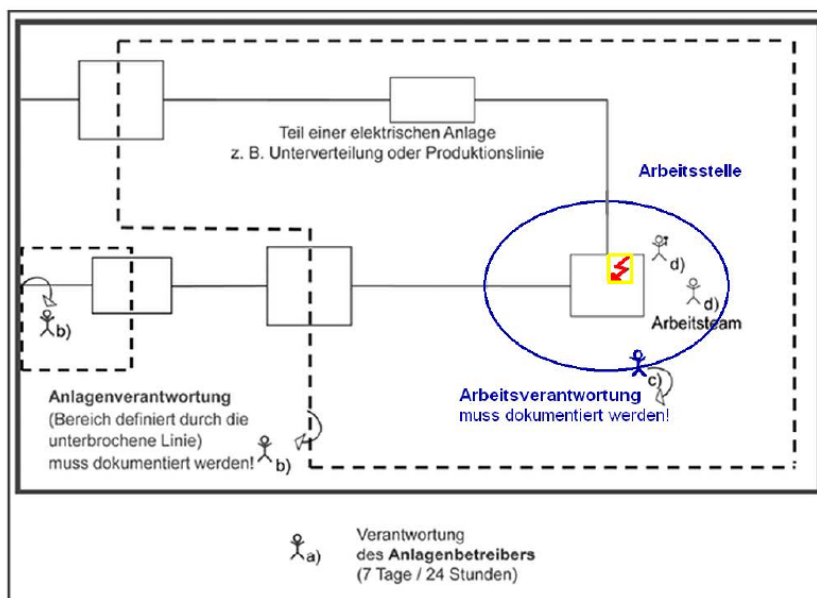


4.1.2. Betriebsverantwortung



4.1.3. Arbeitsorganisation im Betrieb elektr. Anlagen

Nach **VDE 0105-100:2015-10 (Organisation)**, 4.3.1 muss jede elektrische Anlage unter der Verantwortung einer Person, des Anlagenbetreibers, stehen.



Bei der Auftragsvergabe ist die Abgrenzung der Verantwortung zwischen den beauftragten Personen des Auftraggebers und des Auftragnehmers im Vertrag in schriftlicher Form festzulegen und bei der Einweisung vor Arbeitsbeginn abzustimmen. Erforderlichenfalls kann die **Anlagenverantwortung** für die Teile der Anlage, an denen gearbeitet werden soll, auf eine geeignete Person des Auftragnehmers übertragen werden.

Legende

- a) Anlagenbetreiber
- b) Anlagenverantwortlicher
- c) Arbeitsverantwortlicher
- d) Mitarbeiter im Arbeitsteam

4.1.4. Rollen der Arbeitsverantwortlichkeit

Rolle von:	Privathaushalt	Mittelstand	Großindustrie / Konzern
a) Anlagenbetreiber	Eigentümer	Unternehmer *) Arbeitgeber **) Betreiber ***)	Unternehmer oder Vorstand eines Unternehmens oder beauftragter Anlagenbetreiber
b) Anlagenverantwortlicher	Elektriker	Elektriker	Benannter Mitarbeiter, der beauftragt ist, die Rolle des Anlagen verantwortlichen wahrzunehmen
c) Arbeitsverantwortlicher	Elektriker	Elektriker	Kolonnenführer oder Teamleiter, der beauftragt ist, die Rolle des Arbeits verantwortlichen wahrzunehmen
d) Mitarbeiter im Arbeitsteam	Elektriker	Elektriker	Mitarbeiter im Arbeitsteam

*) nach DGUV Vorschrift 3

**) nach ArbSchG / BetrSichV

***) nach VDE 0105-100

4.2. Bauarten

Es werden Stromerzeugungseinrichtungen mit folgenden Energiequellen berücksichtigt (**DIN VDE 0100-551; 551.1.1**):

- Verbrennungsmotoren;
- Turbinen;
- Elektromotoren;
- Photovoltaische Zellen
- Akkumulatoren (Batterien)
- Weitere geeignete Energiequellen

4.3. Betriebsarten

Stromaggregate, auch Eigenerzeugungsanlagen genannt, werden in der Regel eingesetzt, wenn

- keine Stromversorgung vorhanden ist
- die örtliche Stromversorgung nicht ausreicht
- aus Sicherheitsgründen eine durchgängige Stromversorgung gefordert ist (z.B. für Sicherheitsbeleuchtung)

Aufgrund der spezifischen Anforderungen kann zwischen 4 Betriebsarten unterschieden werden (DIN VDE 0100-551):

- Inselbetrieb
- Netzparallelbetrieb
- Kombinationsbetrieb
- Havariebetrieb

4.3.1. Inselbetrieb

Es muss unterschieden werden zwischen:

- Betrieb mit einem Verbraucher
- Betrieb mit mehreren Verbrauchern

Aggregate zum Betrieb mit einem Verbraucher müssen schutzisoliert sein und müssen in der Regel nicht geerdet sein.

Bei Aggregaten zum Betrieb mit mehreren Verbrauchern muss der Schutz durch automatische Abschaltung durch einen RCD nachgewiesen werden.

4.3.2. Netzparallelbetrieb

Beim Netzparallelbetrieb wird der Generator parallel auf das öffentliche Netz geklemmt und übernimmt einen Teil der angeschlossenen Last. Auch können zwei Generatoren zusammengeschaltet sein. Dazu ist eine Synchronisation von beiden Stromquellen notwendig, es müssen 4 Bedingungen erfüllt sein:

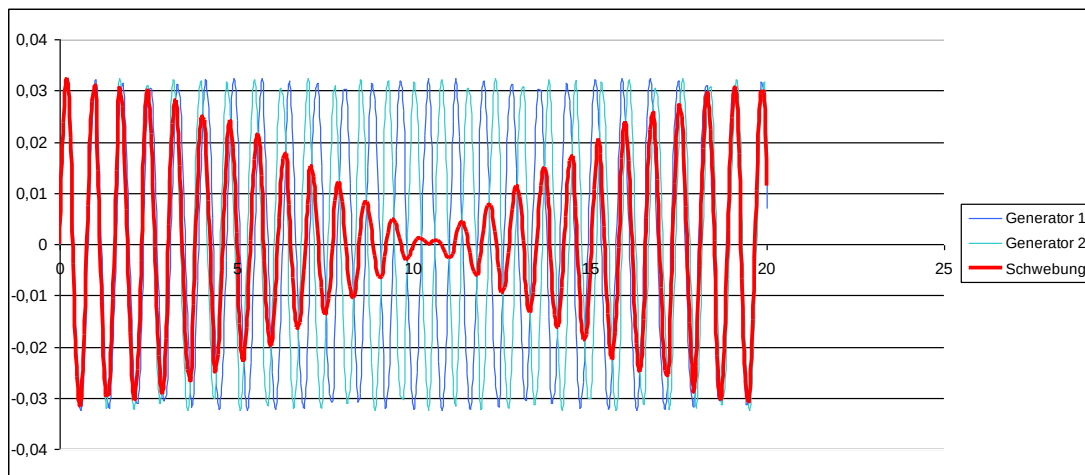
- Gleiche Betriebsspannung
- Gleiche Frequenz
- Gleiche Phasenfolge
- Gleiche Phasenlage

Gleiche Betriebsspannung:

Eine Spannungsdifferenz von einem Volt ruft in der Regel 10% des Nennstroms des Aggregates hervor.

Gleiche Frequenz:

Frequenzabweichungen führen zu Schwebung im Netz:



Gleiche Phasenfolge:

Unterschiedliche Drehfelder führen zu Kurzschlüssen.

Gleiche Phasenlage:

Die gleiche Phasenlage liegt vor, wenn es keine Phasenverschiebung der Spannungen an L1, L2 und L3 innerhalb eines Systems gibt.

4.3.3. Kombinationsbetrieb

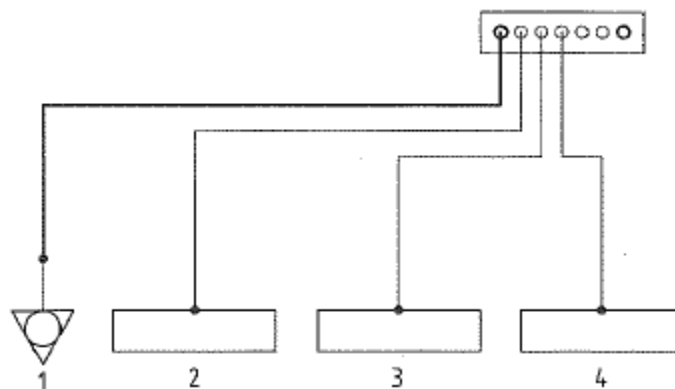
Beim Kombinationsbetrieb werden, im Gegensatz zum Netzparallelbetrieb, beide Stromquellen nicht zusammengeschaltet. Die räumliche Nähe der Anlage und der Betriebsmittel zueinander erfordern es, daß ein gemeinsames Potential, bzw. Potentialausgleich hergestellt wird.

Beispiele:

- Hausseitige Stromversorgung eines Theaters mit zusätzlicher externer Stromversorgung durch ein Aggregat für zusätzliche eingebrachte mobile Technik (z.B. Übertragungstechnik einer Fernsehstation, etc.)
- Mehrere Aggregate, die die Stromversorgung verschiedener Gewerke (Licht-, Ton- oder Videotechnik auf einer Festivalbühne sicherstellen

Die **DIN 15700** „Veranstaltungstechnik – Mobile Potentialausgleichssysteme“ gibt Beispiele für den Aufbau von Erdungssystemen:

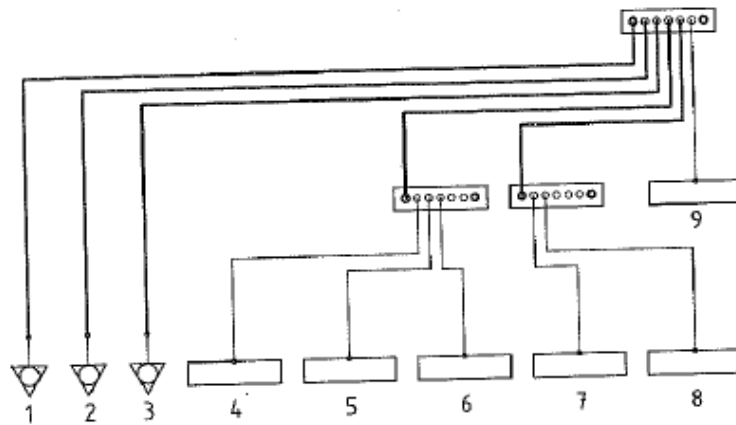
Bild A.1 – Potentialausgleichssystem mit einer Energiequelle



Legende

- 1 Transformator
- 2 Bühne
- 3 Rigging
- 4 Beleuchtung

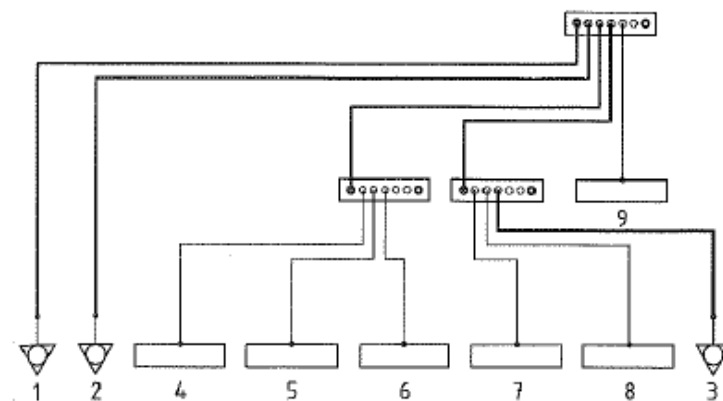
Bild A.2 – Potentialausgleichssystem mit mehreren Energiequellen (zentral vernetzt)



Legende

- 1 Transformator 1
- 2 Transformator 2
- 3 Aggregat
- 4 Bühne
- 5 Rigging
- 6 Beleuchtung
- 7 Übertragungswagen
- 8 SNG (Satellite News Gathering)
- 9 Filmset

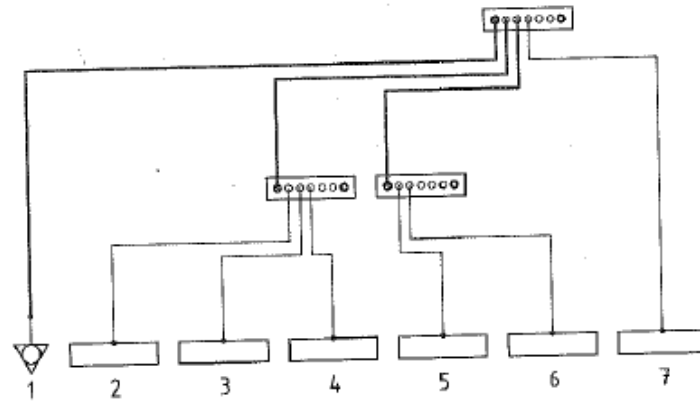
Bild A.3 – Potentialausgleichsystem mit mehreren Energiequellen (dezentral vernetzt)



Legende

- 1 Transformator 1
- 2 Transformator 2
- 3 Aggregat
- 4 Bühne
- 5 Rigging
- 6 Beleuchtung
- 7 Übertragungswagen
- 8 SNG (Satellite News Gathering)
- 9 Filmset

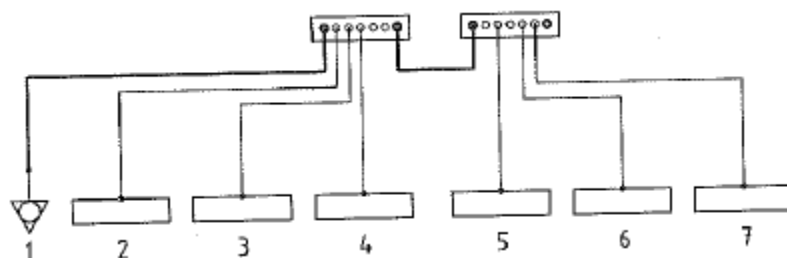
Bild A.4 – Potentialausgleichsystem (vernetzt)



Legende

- 1 Aggregat
- 2 Bühne
- 3 Rigging
- 4 Beleuchtung
- 5 Übertragungswagen
- 6 SNG (Satellite News Gathering)
- 7 Filmset

Bild A.5 – Potentialausgleichsystem (Reihenschaltung)



Legende

- 1 Aggregat
- 2 Bühne
- 3 Rigging
- 4 Beleuchtung
- 5 Übertragungswagen
- 6 SNG (Satellite News Gathering)
- 7 Filmset

4.3.4. Havariebetrieb

Bei Ausfall des vorhandenen Versorgungsnetzes übernimmt ein zusätzlicher Erzeuger die Energieversorgung (Redundanz), z.B. bei sicherheits- oder systemrelevanten Anlagen (z.B. Sicherheitsbeleuchtung, o.ä.). Die Umschaltung wird oft mit Netzumschaltsschränken realisiert.

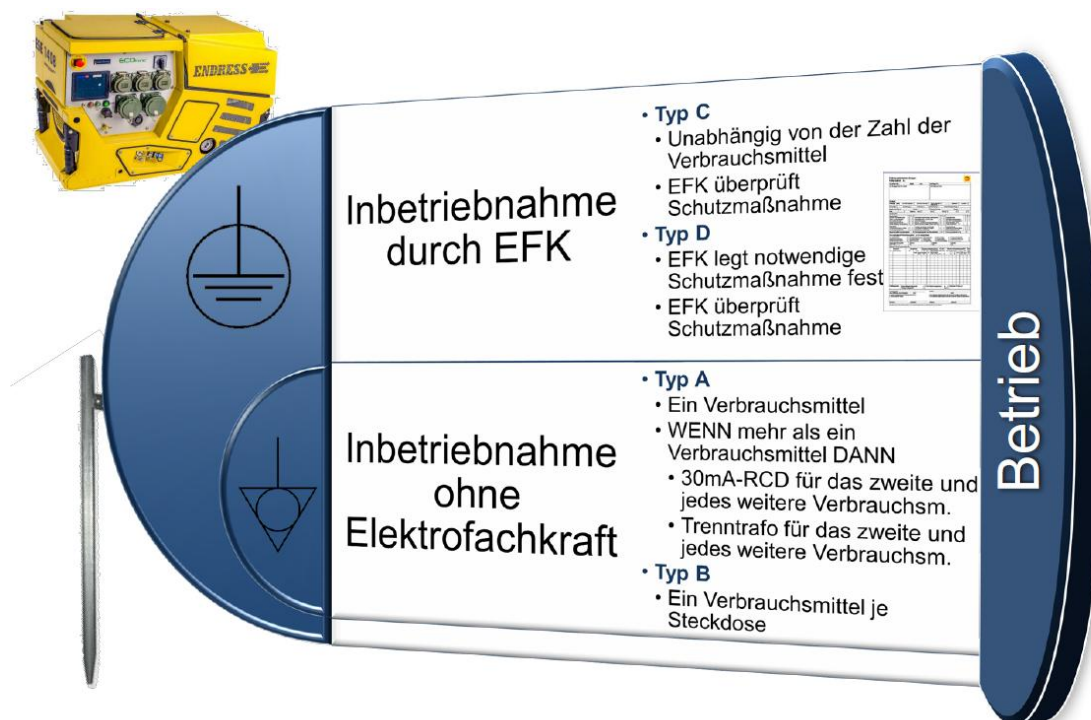
5. Stromerzeuger im sicheren Betrieb

5.1. Gruppierung Stromaggregate

Kennzeichnung gemäß DGUV-I-203-032 als Typ A, B, C, D

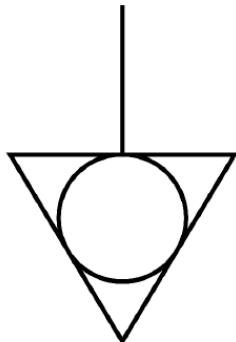
	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
Definition nach DGUV-I-203-032	Mit einer oder mehreren Steckdosen, mit oder ohne IMD	Mit mehreren Steckdosen und RCD 30mA für die 2. und weitere Dose	Mit integrierten RCD	Nur Übergabepunkt
 oder 	Bedienung durch (elektrotechnische) Laien 		Bedienung durch EFK und EuP 	
Ein Verbrauchsmittel			0100-410: Im TN-S Netz nur über RCDs!	Schutzmaßnahme nach Netzform
Mehr als ein Verbrauchsmittel	RCD, IMD oder Trenntrafo	RCD für jede weitere Steckdose		

5.2. Technische Ausführung von Stromerzeugern

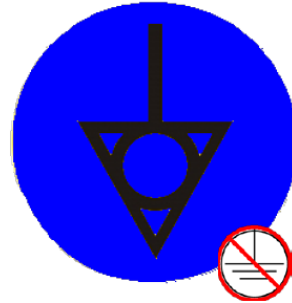


5.2.1. Bezug zur Erde

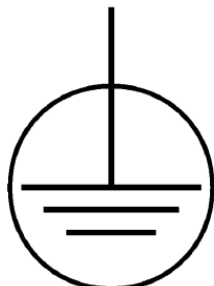
Symbole:



Symbol 5021 „Schutzpotentialausgleich“ nach DIN IEC 60417



DIN EN ISO 7010: Schild P001 – „Allgemeines Verbotsschild“

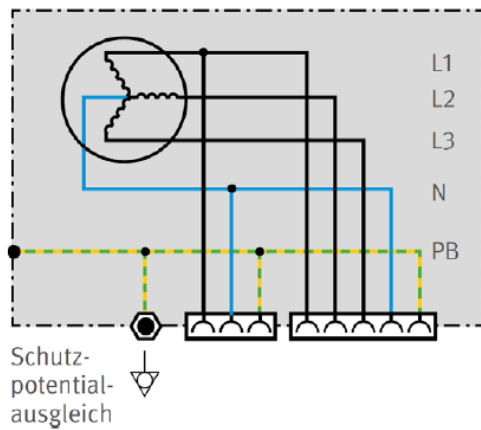


Symbol 5019 „Schutzerdung“ nach DIN IEC 60417

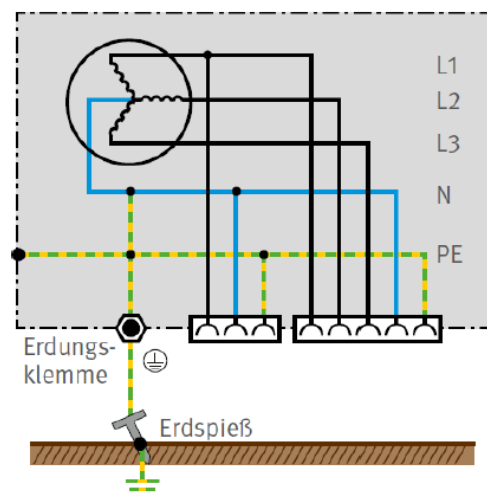
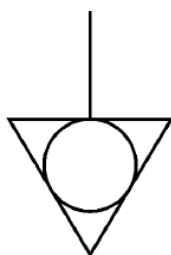


DIN EN ISO 7010: Schild M005 – „Verbindung einer Erdklemme mit dem Boden“

Schaltungen:

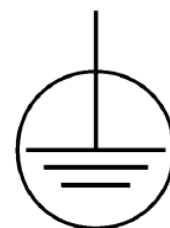


Schutzpotentialausgleich



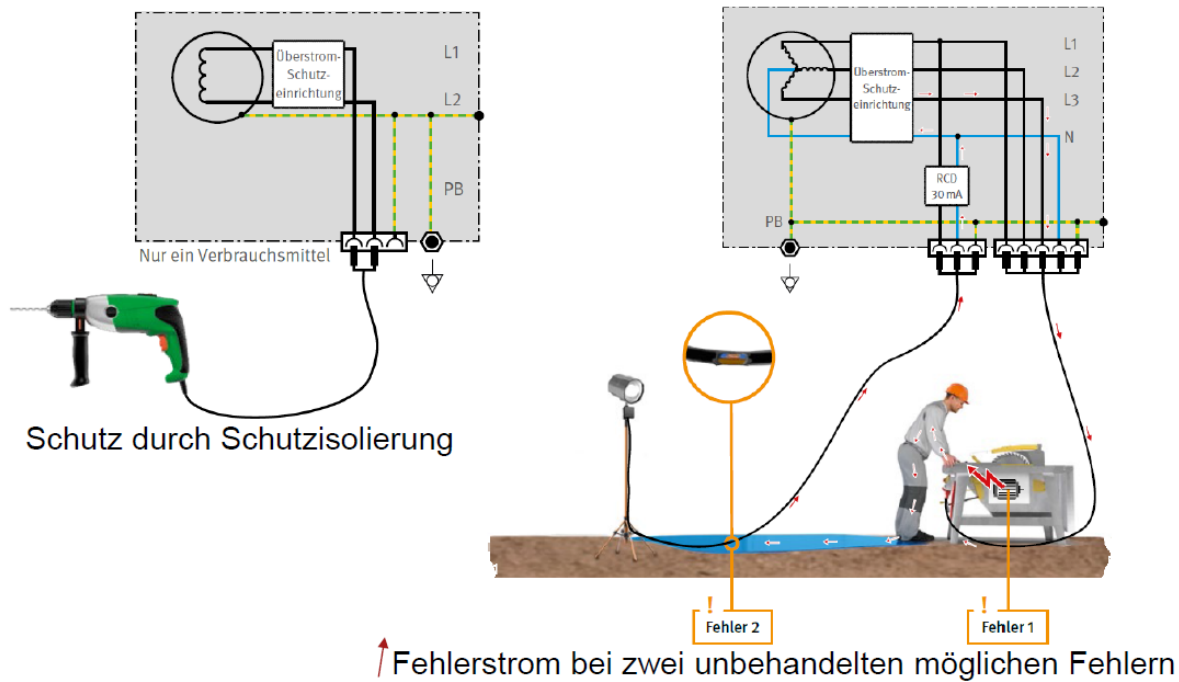
Erdungsklemme

Erdspeiß

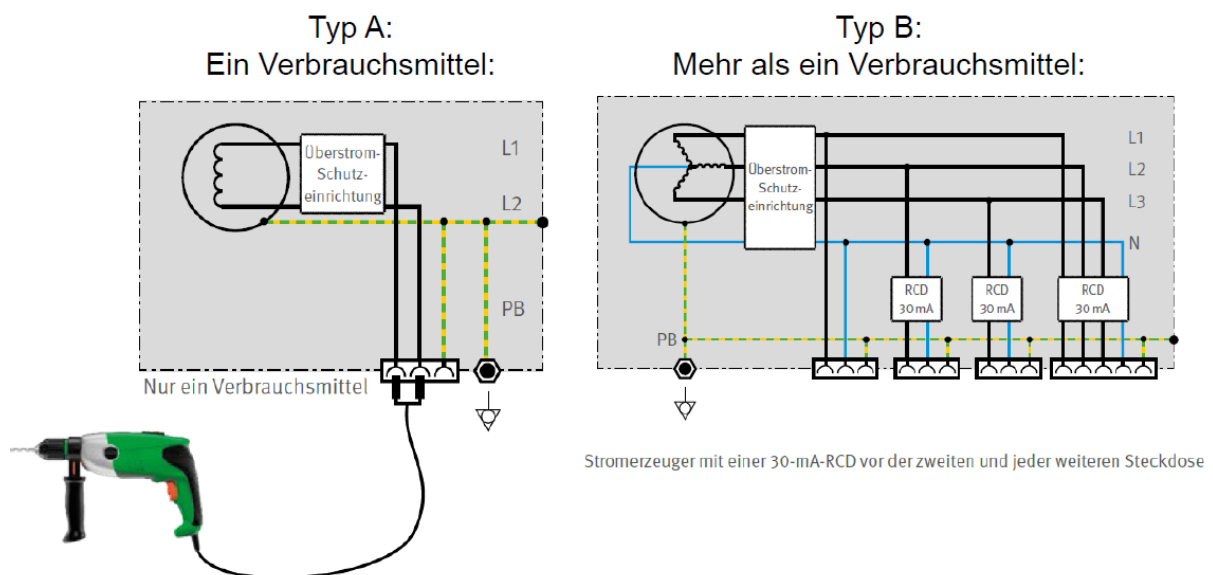


5.2.2. Überlegung – Mehr als ein Verbrauchsmittel?

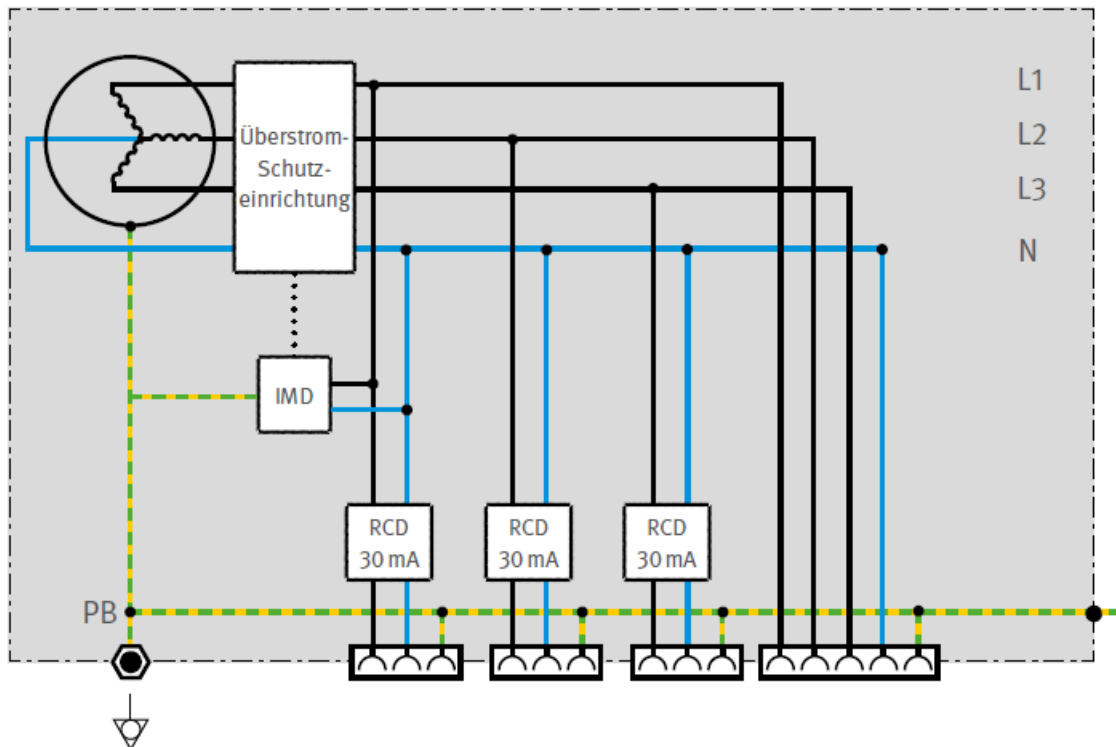
Gruppierung nach Erdungsbezug und Anzahl der möglichen Verbrauchsmittel:



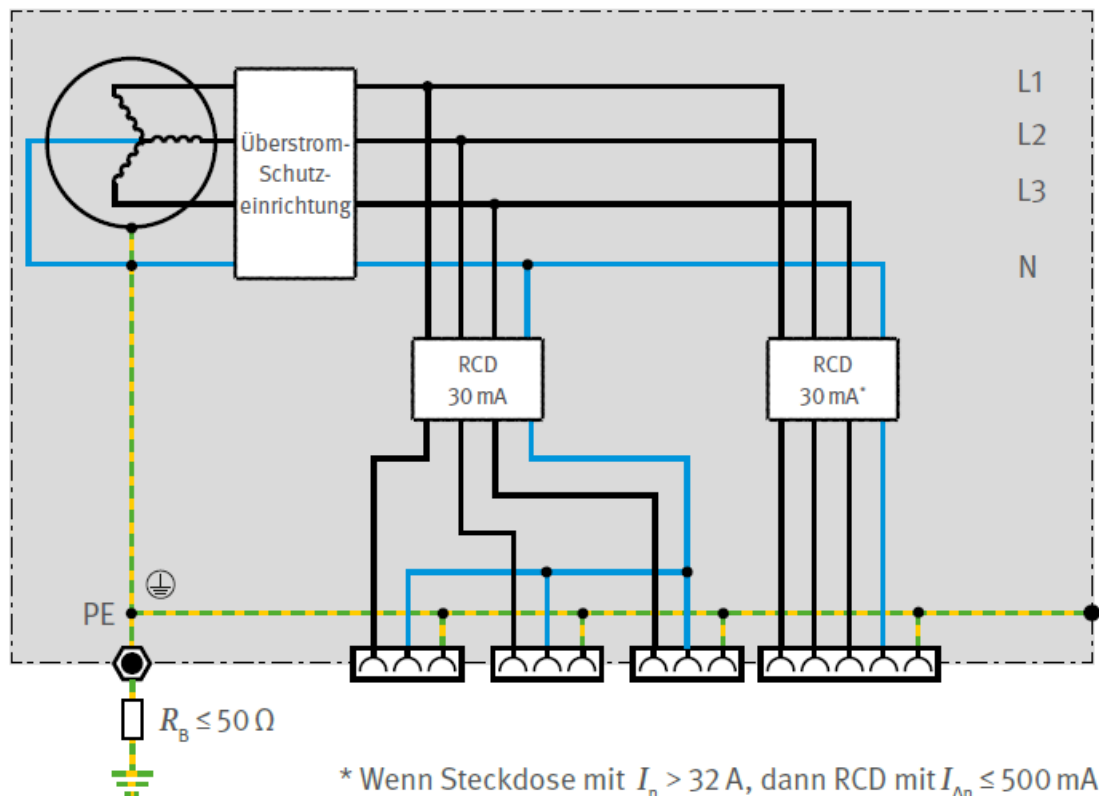
5.2.3. Typ A & B: Schutzpotentialanschluss



5.2.4. Typ B: IT-Netz mit Iso-Überwachung (IMD) und 30 mA RCD (Typ B, B+)

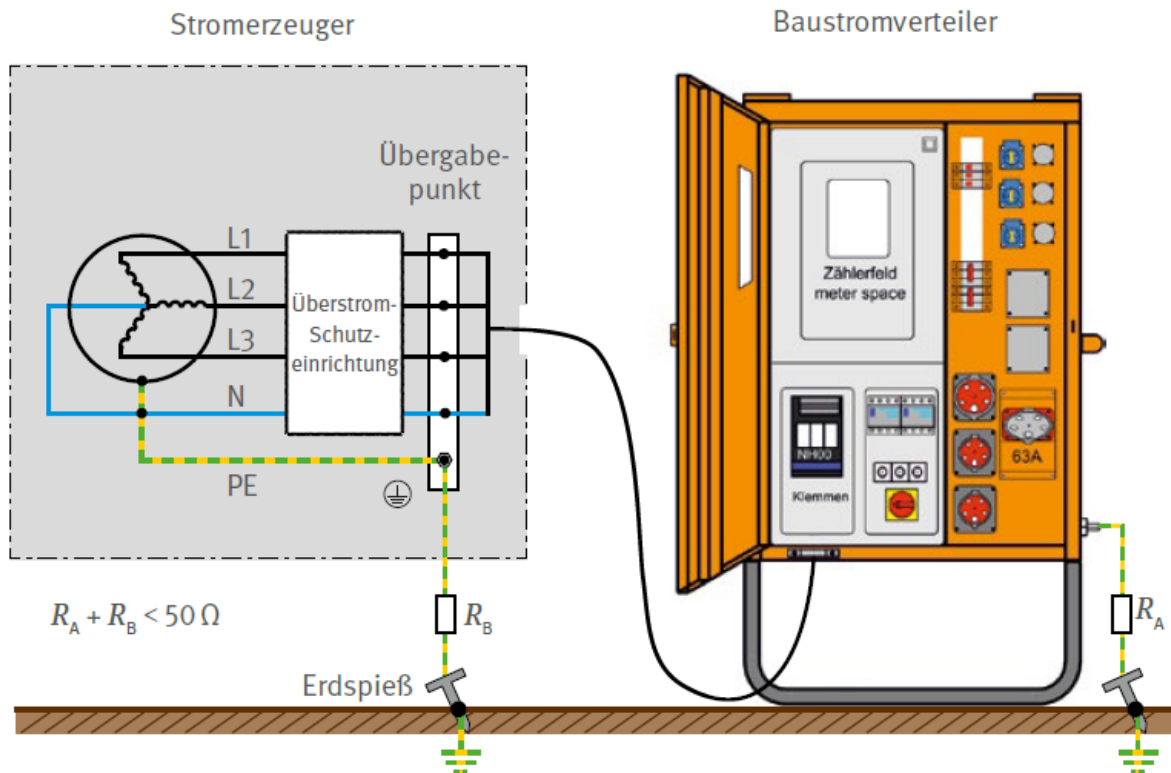


5.2.5. Typ C, D: Inbetriebsetzung durch EFK



5.2.6. Typ C, D: Baustellenbetrieb:

Beachte auch DIN VDE 0100-704; DIN VDE 0100-600; DIN VDE 0105-100; DGUV-i-203-006



5.2.7. Stromerzeuger nach DIN 14685-1:2011

Nach DIN 14685-1 für BOS/HiOrgs erforderlich:

- | | |
|---|--|
| 1 Isolationsüberwachung mit optischer und Akustischer Fehlermeldung - rücksetzbar | 9 Einfacher Zugriff bei Wartungsarbeiten |
| 2 3-Wege-Kraftstoffhahn zur Fremdbetankung | 10 Tragegriffe kunststoffummantelt |
| 3 Multifunktions-Control-Display mit integrierter Tankanzeige | |
| 4 Schallemission von maximal 96 dB(A) | |
| 5 Leichtbautechnologie durch Aluminiumbauteile | |
| 6 Sicheres Betanken durch höheren Einfüllstutzen | |
| 7 Großtank für lange Laufzeiten | |
| 8 Alle Anzeigen und Bedienelemente auf einem Blick | |

Änderungen nach DIN 14685-1 gültig seit November 2011



5.3. Einspeisebetrieb

Zu beachten: **DIN V VDE 0100-551-2:2023-10** (Ersatz für DIN VDE 0100-551 Beiblatt 1)

Ersatzstromeinspeisung durch Laien

5.1 Allgemeine Anforderungen

Der Anschluss bis 125 A ist zulässig, wenn dieser entweder

- über einen 1h-codierten Gerätestecker, oder
- über andere Steckvorrichtungen unter der Voraussetzung, daß ein Transformator mit mindestens einfacher Trennung anlagenseitig vorgesehen wird,

erfolgt. Die Schutzart muss mindestens IP67 betragen.

5.3.1. DIN VDE V 0100-551-2 gibt Beispiele

Versorgung von festen Anlagen (in Gebäuden) aus mobiler Stromerzeugung

4.2.2 Notstromeinspeisung durch **elektrotechnische Laien**

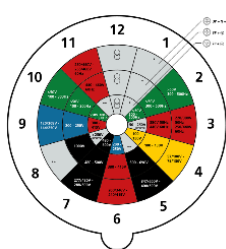
Die Notstromeinspeisung durch elektrotechnische Laien erfolgt über codierte Steckvorrichtungen (CEE-Steckvorrichtung, 230/400 V/1-h-Stellung) bis maximal 125 A. Hierfür ist gebäudeseitig ein Gerätestecker mit

1-h-Stellung vorgesehen.



4.2.3 Notstromeinspeisung nur durch eine **EFK** oder eine **EuP**

Die Notstromeinspeisung durch eine Elektrofachkraft oder eine elektrotechnisch unterwiesene Person kann nach 4.2.2 erfolgen. Alternativ kann eine andere Art der Einspeisung verwendet werden z. B. Hochstromsteckverbinder oder Festanschluss.



„Uhrzeiten“ nach Tabelle 104 aus EN60309-2 für Schutzleiter: Alle nicht durch andere Anordnungen abgedeckte Nennbetriebsspannung / Frequenzen.

1h: Diese Uhrzeigerstellung kann zusätzlich in speziellen Anwendungen, bei denen eine Unterscheidung zu standardisierten Positionen benötigt wird, genutzt werden.

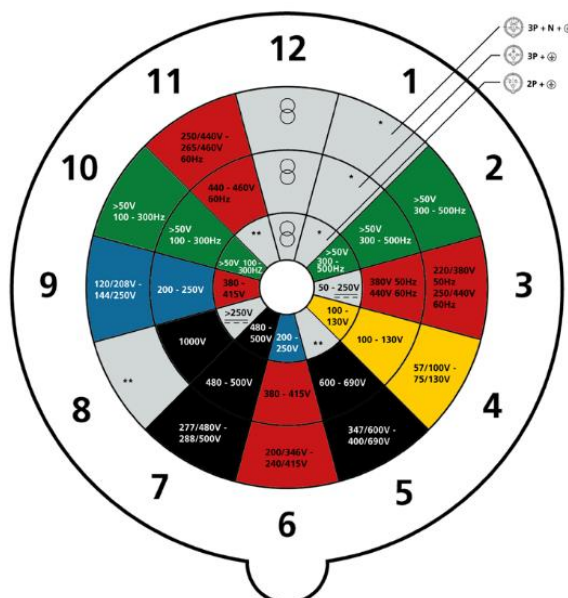
5.3.2. Uhrzeit in der Steckdose



Typ	Frequenz Hz	Nennbetriebsspannung V	Stellung des Schutzleiter-Kontaktes ¹⁾		Beispiele:
			16/20 A [*] 32/30 A	63/60 A [*] 125/100 A	
1 p + N + ⊕	50 und 60	100 bis 130	4	4	Ansicht Vorderseite Steckdose
	60	277	5	5	
2 p + ⊕	50 und 60	100 bis 130	4	4	
		200 bis 250	6	6	
		380 bis 415	9	9	
		480 bis 500	7	7	
		Versorgung nach Trenntrafo	12	12	
	100 bis 300	über 50	10	10	
	über 300 bis 500	über 50	2	2	
	Gleichstrom	über 50 bis 250	3	3	400 V = 6 h
		über 250	8	8	
2 p + N + ⊕ + *	50 und 60	125/250 einphasig	12	12	
2 p + N + ⊕	50 und 60	Versorgung nach Trenntrafo	12	12	
3 p + ⊕	50 und 60	100 bis 130	4	4	230 V = 9 h
		200 bis 250	9	9	
		380 bis 415	6	6	
	60	440 bis 460 ²⁾	11	11	
	50 und 60	480 bis 500	7	7	
		600 bis 690	5	5	
	50 60	380 440 ³⁾	3	3	
	50 und 60	1000	-	8	
	100 und 300	über 50	10	10	
	über 300 bis 500	über 50	2	2	
3 p + N + ⊕	50 und 60	57/100 bis 75/130	4	4	¹⁾ Die Stellung des Schutzleiter- Kontaktes ist durch die entsprechende Ziffer gekennzeichnet.
		120/208 bis 144/250	9	9	
		200/346 bis 240/415	6	6	
		277/480 bis 288/500	7	7	
		347/600 bis 400/690	5	5	
	60	250/440 bis 265/460 ³⁾	11	11	
	50 und 60	Versorgung nach Trenntrafo	12	12	
	50 60	220/380 250/440 ³⁾	3	3	
	100 bis 300	über 50	10	10	
	über 300 bis 500	über 50	2	2	
Alle Typen	Alle nicht durch andere Anordnungen abgedeckte Nennbetriebsspannungen und/oder Frequenzen Diese Uhrzeigerstellung kann zusätzlich in speziellen Anwendungen, bei denen eine Unterscheidung zu standardisierten Positionen benötigt wird, genutzt werden.		1	1	²⁾ Hauptsächlich für Schiffs- installationen. ³⁾ Nur für Kühlcontainer (genormt durch ISO). Mit einem Strich (–) gekennzeichnete Stellungen sind nicht genormt.

* Geräte der Serie II sind vorrangig in den Märkten USA und Kanada im Einsatz.

Die Stromstärken 20 A, 30 A, 60 A und 100 A gelten für Geräte der Serie II.



5.3.3. Einspeisung im TN-Netz

(aus DIN V VDE 0100-551-2)

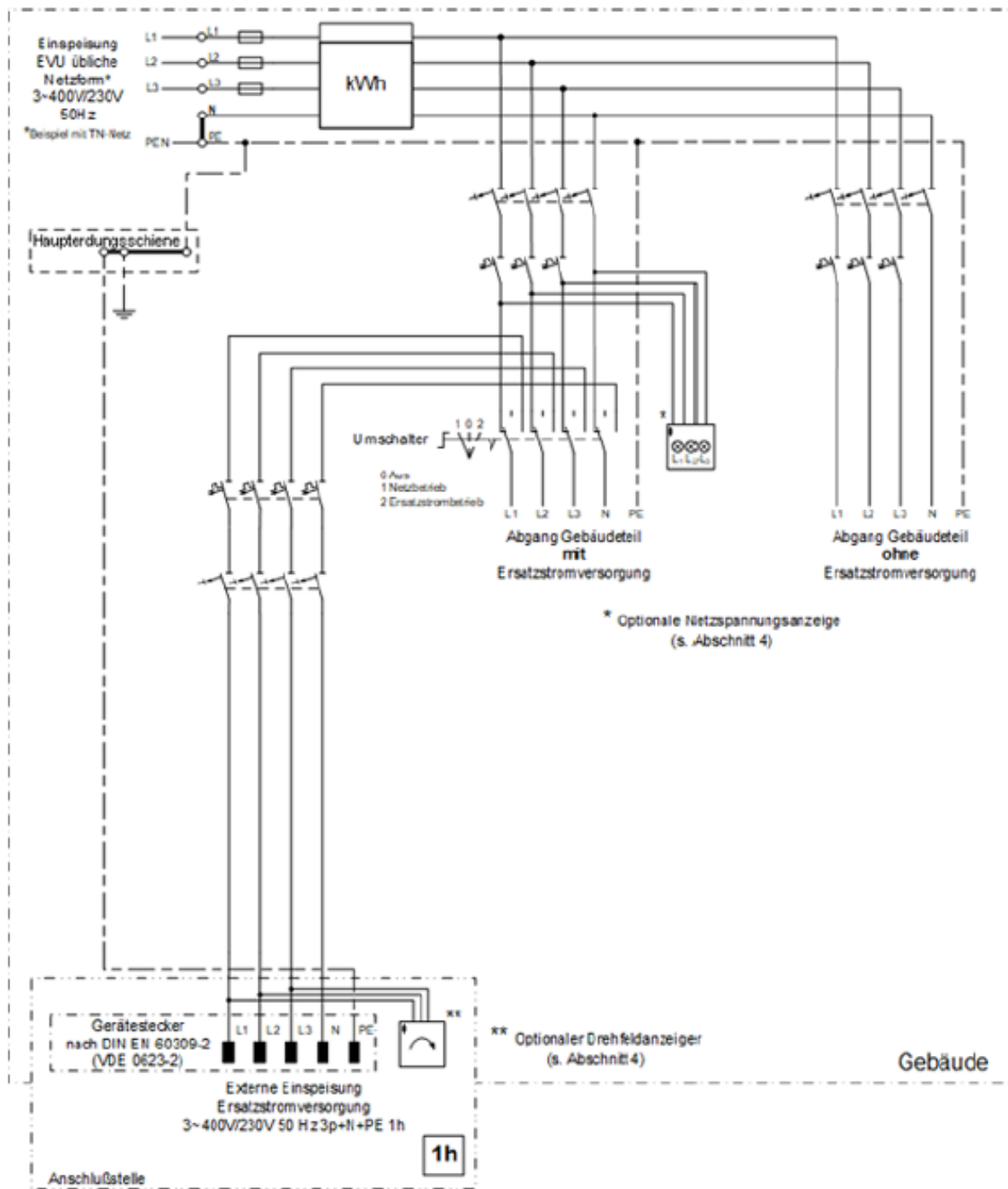


Bild 3 – Beispiel einer 3-phasigen Einspeisung für ersatzstromberechtigte Verbraucher durch Laien über eine 1h-codierte Steckvorrichtung und einem TN-System im Gebäude

6. Prüfung

Grundsätzlich gilt: Eine Schutzmassnahme nach DIN VDE 0100 – 410 muss nachgewiesen werden.

Im TN-System bedeutet dies, dass die automatische Abschaltung im Fehlerfall mittels Schleifenimpedanzmessung oder RCD-Messung nachgewiesen werden muss.

Im TT-System muss ebenfalls die automatische Abschaltung im Fehlerfall nachgewiesen werden. Durch zu hohe Erdwiderstände können (im Regelfall) keine ausreichend hohen Kurzschlussströme fließen, um ein Überstromschutzorgan zum Auslösen zu bringen. Die automatische Abschaltung wird dann durch den RCD erreicht.

Im IT-System muss sichergestellt werden, ob der IMD das Auftreten eines 1. Fehlers erkennt. Hierzu gehören u.a. folgende Messungen:

- Messung des Schutzleiterwiderstandes
- Messung des Isolationswiderstandes
- RCD-Prüfung und -Messung
- Im IT-System: Funktionsprüfung des IMD und IMD-Messung

6.1. Prüfablauf

Ablauf der Prüfung nach DIN VDE 0100 - 600:

- Besichtigen
- Erproben und Messen
- Dokumentation

6.1.1. Besichtigen

Folgende Punkte sollte berücksichtigt werden:

- Fehler am Gehäuse
- Äußere Mängel der Anschlussleitungen
- Mängel am Biegeschutz, Zugentlastung der Anschlussleitungen
- Anzeichen von Überlastung und unsachmäßigem Gebrauch
- Unzulässige Eingriffe, Änderungen
- Ordnungsgemäßer Zustand der Schutzabdeckungen
- Sicherheitsbeeinträchtigende Verschmutzung oder Korrosion
- Vorhandensein erforderlicher Luftfilter
- Freie Kühlöffnungen
- Dichtheit
- Einwandfreie Lesbarkeit von Aufschriften, die der Sicherheit dienen
- Keine lockeren PE-Anschlüsse, lose Klemm-, Anschlussverbindungen

6.1.2. Erproben

- Starten, Hand- und Elektrostart
- Runder Motorlauf
- Regelverhalten bei Lastzuschaltung, schnelle Ausregelung

Elektrische Komponenten:

- Spannung 230/400V +/- 10% an jeder Steckdose
- Frequenz 50 Hz +/- 5%
- Rechtsdrehfeld
- Funktion des Betriebsstundenzählers (falls vorhanden)
- Funktion der RCD's (falls vorhanden)
- Funktion der Isolationsüberwachung (falls vorhanden)

6.1.3. Messen

Durchgängigkeit der Leiter R_{Low} :

Sinn der Messung:

Bestandteil der „Prüfung von Schutzmaßnahmen“

Minimale Anforderung an Prüf- / Messumfang:

Alle Schutzleiter, Schutz-PA-Leiter und zus. Schutz-PA-Leiter

Messgerät nach:

DIN EN 61557 – 4 (VDE 0413 – 4)

Anforderung an das Messgerät:

Messspannung: 4 bis 24V DC oder AC (im Leerlauf)

→ Bei DC muss es die Möglichkeit geben, umzupolen! Geht meist automatisch ←

Messstrom: mind. 200 mA

Genauigkeit: 0,1 Ω

Betriebsmessunsicherheit: Max. 30% vom Messwert

Grenzwerte Aggregat:

PE der Steckdosen untereinander: $\leq 0,1 \Omega$

PE der Steckdosen → Motorblock: $\leq 0,3 \Omega$

Vorgehensweise:

1) Referenzwert ermitteln

Es gibt keinen, da es keinen geben kann. Der Widerstandswert ist abhängig von:

- Leiterlänge
- Leiterquerschnitt
- Leitermaterial
- Leitertemperatur

$$R = \frac{l}{\kappa \times q}$$

2) Beurteilen und Dokumentation

Der gemessene Wert sollte ungefähr die Größe des errechneten Wertes haben.

Isolationswiderstand R_{iso} :

Sinn der Messung:

Isolationsfehler können zu gefährlichen Berührungsspannungen an leitfähigen Teilen führen

→ Gefährdung von Lebewesen

Isolationsfehler können eine Brandgefahr darstellen

Minimale Anforderung an Prüf- / Messumfang:

Alle aktiven Leiter gegen PE

besser: Alle möglichen Leiterkombinationen!

Messgerät nach:

DIN EN 61557 – 2 (VDE 0413 – 2)

Anforderung an das Messgerät:

benötigte Messgleichspannung: 250 V, 500 V oder 1000 V

Messstrom: zw. 1 und 15 mA

Genauigkeit: 0,1 Ω

Betriebsmessunsicherheit: Max. 30% vom Messwert

Grenzwerte Aggregat (Notstrom):

Steckdosen → Motorblock: $\geq 10 \text{ M}\Omega$

PE → Außenleiter Steckdose: $\geq 10 \text{ M}\Omega$

Vorgehensweise:

1) Referenzwert ermitteln

Die Höhe der Messspannung und der mindestens zu erreichende Messwert ist abhängig von der Nennspannung des Stromkreises.

Vorgabe nach DIN VDE 0100 – 600:

Tabelle 6.1 – Mindestwerte des Isolationswiderstandes

Nennspannung des Stromkreises V	Messgleichspannung V	Mindestwert Isolationswiderstand $\text{M}\Omega$
SELV und PELV	250	0,5
bis einschließlich 500 V, sowie FELV	500	1
über 500 V	1000	1

Die Messspannung darf unter bestimmten Bedingungen auf 250 V reduziert werden.

Schleifenimpedanzmessung Z_s :

Sinn der Messung:

Bestandteil der „Prüfung von Schutzmaßnahmen“

Es wird geprüft, ob die gewählte Schutzeinrichtung im Fehlerfall rechtzeitig auslösen kann

→ Erfüllung der Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100 - 410

Minimale Anforderung an Prüf- / Messumfang:

Messen der Fehlerschleifenimpedanz → Ist beim Einsatz eines RCD's mit $I_{\Delta N} \leq 500 \text{ mA}$ im Allgemeinen nicht erforderlich

Messgerät nach:

DIN EN 61557 – 3 (VDE 0413 – 3)

Anforderung an das Messgerät:

Messverfahren nach DIN VDE 0100 – 600 Anhang B.2

Der Belastungsstrom während der Messung durch das Messgerät sollte ausreichend hoch sein, damit ein verlässlicher Schleifenimpedanzwert ermittelt werden kann.

Betriebsmessunsicherheit: max. 30% vom Messwert

Vorgehensweise:

1) Referenzwert ermitteln

Beispiel:

LS-Schalter B16 A, Nennspannung 230 V

Zur Ermittlung eines Referenzwertes gibt es 2 Methoden:

Vorweg: I_a ermitteln: $I_a = I_N \cdot \text{Charakteristik} = 16 \text{ A} \cdot 5 = 80 \text{ A}$

$$\text{a) } Z_s \leq U_0 / I_a \cdot 2/3 = 230 \text{ V} / 80 \text{ A} \cdot 2/3 = 1,91 \, \Omega \quad (\text{abrunden, weil: } \leq)$$

$$\text{b) } I_k \geq I_a \cdot 3/2 = 80 \text{ A} \cdot 1,5 = 120 \text{ A} \quad (\text{aufrunden, weil: } \geq)$$

Hinweis zu b): Wird nicht in der DIN VDE 0100 – 600 erwähnt.

Rein rechnerisch berücksichtigt der Faktor 2/3 eine Leitungserwärmung auf ca. 55°C und 30% Betriebsmessunsicherheit.

Messung des Erdwiderstandes

Sinn der Messung:

Bestandteil der „Prüfung von Schutzmaßnahmen“

→ Erfüllung der Abschaltbedingung nach DIN VDE 0100 – 410

Minimale Anforderung an Prüf- / Messumfang:

$$R_A \leq U_B / I_{\Delta N}$$

Messgerät nach:

DIN EN 61557 – 5 (VDE 0413 – 5)

Anforderung an das Messgerät:

Messverfahren nach DIN VDE 0100 – 600 Anhang C.1; C.2; C.3

benötigte Messwechselspannung: max. 50 V (AC)

Betriebsmessunsicherheit: max. 30% vom Messwert

Messverfahren lt. DIN VDE 0100 – 600, Anhang:

C.1: Messung des Erderwiderstands mit einem Erdungswiderstandsmessgerät

C.2: Messung des Erderwiderstands mit einem Fehlerschleifenimpedanz-Messgerät

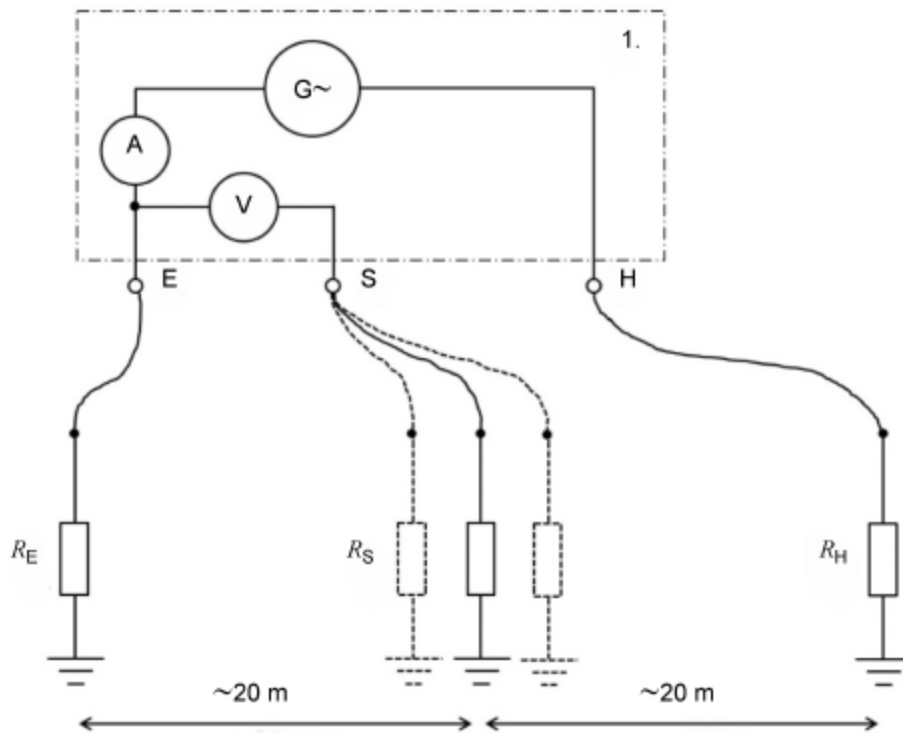
C.3: Messung des Erderwiderstands mit Stromzangen

Welches Verfahren soll man benutzen?

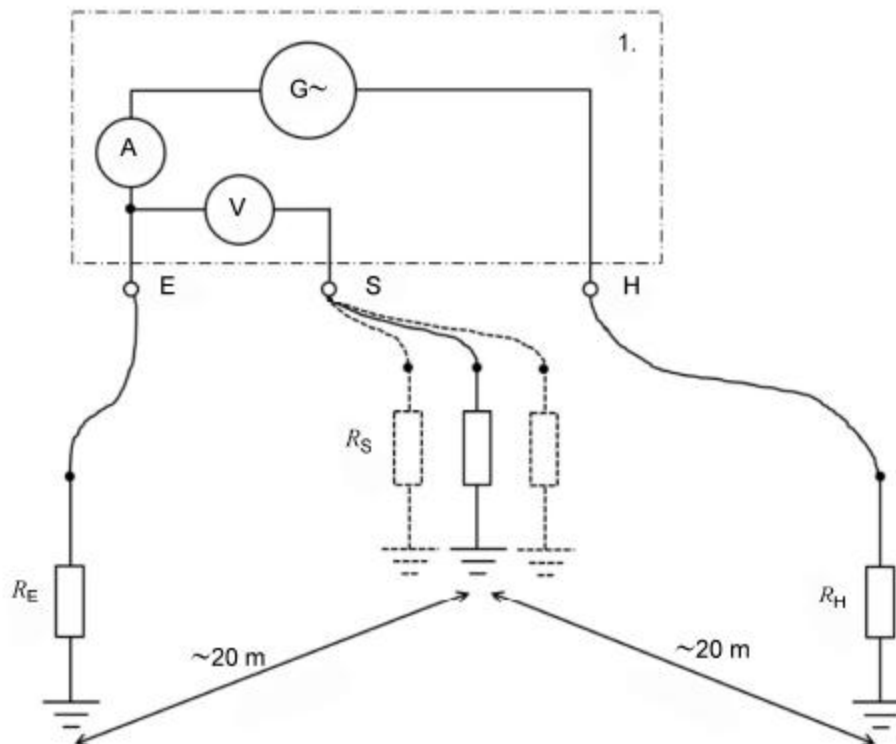
	Gebäude freistehend mit der Möglichkeit, Pfähle zu stecken	Gebäude in der Stadt ohne Möglichkeit, Pfähle zu stecken	Mehrfache parallele Erdungsnetze
Geradliniges Verfahren	X		
Dreiecksverfahren	X		
Schleifenimpedanzmessung	X	X	
Erdungsprüfzange			X

Verfahren C.1:

Messung des Erderwiderstands mit einem Erdungswiderstandsmessgerät



a) lineare Anordnung der Sonden



b) Anordnung der Sonden im Dreieck

Legende

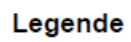
- 1. Erdungswiderstandsmessgerät nach DIN EN 61557-5 (VDE 0413-5)
- R_E Erderwiderstand
- R_S Sondenwiderstand (Spannungssonde)
- R_H Hilferderwiderstand (Stromsonde)

Tabelle NB.3 – maximaler Erderwiderstand R_A für unterschiedliche Bemessungsdifferenzströme $I_{\Delta N}$ von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) und DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20)

$I_{\Delta N}$	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	500 mA	1 A
R_A	5 000 Ω	1 666 Ω	500 Ω	166 Ω	100 Ω	50 Ω

Diese Tabelle enthält theoretische Werte. Aufgrund der möglichen Schwankungen beim Erderwiderstand sollten deutlich niedrigere Widerstandswerte gemessen werden als in dieser Tabelle angegeben. Die Schwankungen zwischen trockenem und feuchtem Erdreich können den fünffachen Wert betragen.

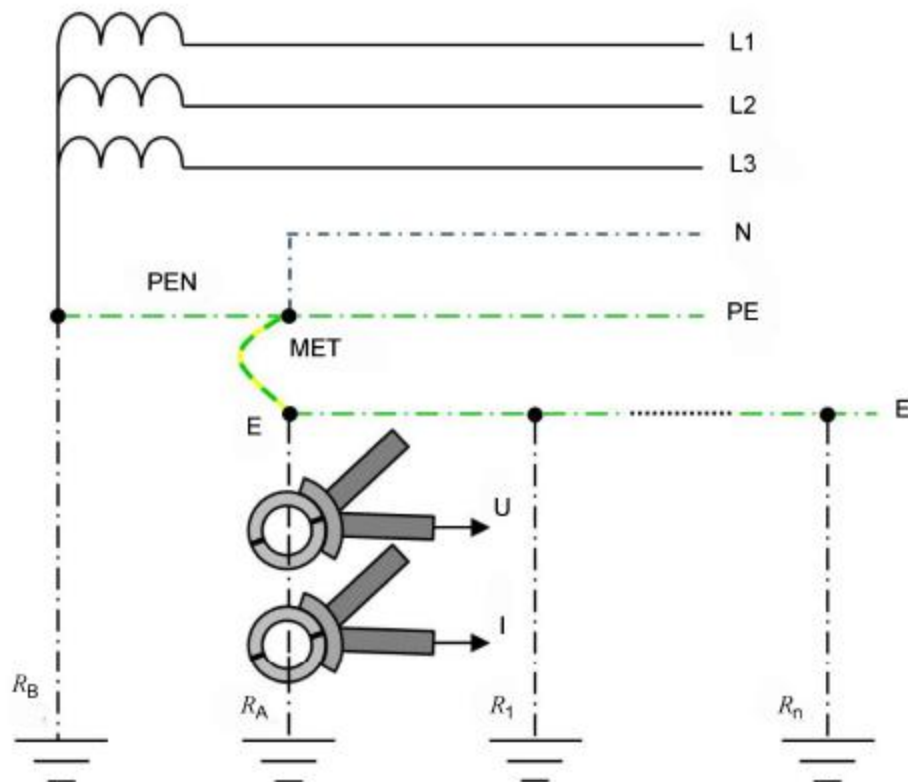
Messung des Erderwiderstands mit einem Fehlerschleifenimpedanz-Messgerät



- 040-41006620

Verfahren C.3:

Messung des Erderwiderstands mit Stromzangen



RCD-Messung:

Sinn der Messung:

Bestandteil der „Prüfung von Schutzmaßnahmen“, sofern der RCD für die Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung“ verwendet wird

Minimale Anforderung an Prüf- / Messumfang:

Nachweis über die Einhaltung der Anforderungen der DIN VDE 0100 – 410; → Wirksamkeit der Schutzmaßnahme

Prüfung des Auslösestromes

Normative Empfehlung zum erweiterten Prüf- / Messumfang:

Prüfung der Abschaltzeit bei $1 \cdot I_{\Delta N}$ → Pflicht bei Wiederverwendung des RCD's, oder Änderung / Erweiterung von bestehenden RCD-Stromkreisen

Erproben der Auslösung mittels Prüftaste

Messgerät nach:

DIN EN 61557 – 6 (VDE 0413 – 6)

Das Messgerät muss die Auslösezeitmessung mit $5 \cdot I_{\Delta N}$ unterstützen, wenn RCD's gemessen werden sollen, welche für den zusätzlichen Schutz installiert sind (also fast immer).

Betriebsmessunsicherheiten:

- Auslösezeit (t_a): max. +/- 10% bezogen auf die maximal zulässige Auslösezeit
- Auslösestrom (I_{Δ} oder I_a): max. +/- 10% vom Bemessungsfehlerstrom ($I_{\Delta N}$)
- Berührungsspannung (U_B): max. + 20% vom maximal zulässigen Wert (U_L)

Vorgehensweise:

1) Referenzwert ermitteln:

a) Berührungsspannung U_B bei $I_{\Delta N} \leq U_L$ (z.B. 50 V – AC / 25 V – AC)

b)

Auslösezeiten	Nach DIN VDE 0100 - 410:		Nach DIN EN 61008-1:
	TN-Netz:	TT-Netz:	(RCD- Produktnorm)
t_a bei $1 \cdot I_{\Delta N}$:	0,4 s	0,2 s	0,3 s
t_a bei $2 \cdot I_{\Delta N}$:	0,4 s	0,2 s	0,15 s
t_a bei $5 \cdot I_{\Delta N}$:	0,4 s	0,2 s	0,04 s

c) Auslösestrom I_a :

Grundsätzlich: I_a muss zwischen $0,5 \cdot I_{\Delta N}$ und $1 \cdot I_{\Delta N}$ liegen.

Inkl. +/- 10% Betriebsmessunsicherheit: I_a muss zwischen $0,6 \cdot I_{\Delta N}$ und $0,9 \cdot I_{\Delta N}$ liegen.

6.2. Anlagenprüfprotokoll

Prüfung elektrischer Anlagen										Prüfprotokoll			
Nr. Blatt..... von.....					Kunden Nr.:								
Auftraggeber:			Auftrag Nr.:			Auftragnehmer:							
Anlage:													
Prüfung nach: DIN VDE 0100 Teil 610 ☐ DIN VDE 0105 ☐ BGV ☐													
Neuanlage ☐ Erweiterung ☐ Änderung ☐ Instandsetzung ☐													
Wiederholungsprüfung ☐ E-CHECK ☐													
Beginn der Prüfung:			Beauftragter des Auftraggebers:				Prüfer:						
Ende der Prüfung:													
Netz V Netzform: TN-C ☐ TN-S ☐ TN-C-S ☐ TT ☐ IT ☐													
EVU / VNB													
Besichtigen													
Auswahl der Betriebsmittel		i.O. ☐	n.i.O. ☐	Kennzeichnung Stromkreis, Betriebsmittel		i.O. ☐	n.i.O. ☐	Zugänglichkeit		i.O. ☐	n.i.O. ☐		
Trenn- und Schaltgeräte		☐	☐	Kennzeichnung N- Und PE-Leiter		☐	☐	Hauptpotentialausgleich		☐	☐		
Brandabschottungen		☐	☐	Leiterverbindungen		☐	☐	Zus. Örtl. Potentialausgleich		☐	☐		
Gebäudesystemtechnik		☐	☐	Schutz und Überwachungseinrichtungen		☐	☐	Dokumentation		☐	☐		
Kabel, Leitungen, Stromschienen		☐	☐	Schutz gegen direktes Berühren		☐	☐	siehe Ergänzungsblätter		☐	☐		
Erproben													
Funktionsprüfung der Anlage		☐	☐	Funktion der Schutz-, Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen		☐	☐	Rechtsdrehfeld der Drehstromsteckdose		☐	☐		
FI-Schutzschalter (RCD)		☐	☐	Drehrichtung der Motoren		☐	☐	Gebäudesystemtechnik		☐	☐		
Messen Stromkreisverteiler Nr.:													
Stromkreis		Leitung/Kabel		Überstrom- Schutzvorrichtung			R_{Σ} (M Ohm)		Fehlerstrom-Schutzvorrichtung (RCD)			Fehlercode	
Nr.	Zielbezeichnung	Typ	Leiter	Art	I_n	Z_s (Ohm) ☐	ohne ☐	I_n / Art	$I_{\Delta n}$	I_{mess}	Ausl.-Zeit	$U_{\leq V}$	siehe auch D
			Anzahl										
	Hauptleitung		X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
			X										
Durchgängigkeit Potentialausgleich (1 ohm nachgewiesen)										Erdungswiderstand: R_E Ohm			
Fundamentender		Hauptwasserleitung ☐		Heizungsanlage ☐		EDV-Anlage ☐		Antennenanlage / BK ☐					
Potentialausgleichschiene		Hauptschutzleiter ☐		Klimaanlage ☐		Telefonanlage ☐		Gebäudekonstruktion ☐					
Wasserzweischenzähler		Gasinnenleitung ☐		Aufzugsanlage ☐		Blitzschutzanlage ☐							
Verwendete Messgeräte nach DIN VDE		Fabrikat: Typ:			Fabrikat: Typ:			Fabrikat: Typ:					
Prüfergebnis:		keine Mängel festgestellt ☐				Prüf-Plakette angebracht: ja ☐				Nächster Prüftermin:			
		Mängel festgestellt ☐				nein ☐							
Auftraggeber:						Prüfer:							
Gemäß Übergabebericht elektrische Anlage vollständig übernommen ☐						Die elektrische Anlage entspricht den anerkannten Regeln der Elektrotechnik ☐							
Zustandsbericht erhalten ☐						Die elektrische Anlage entspricht nicht den anerkannten Regeln der Elektrotechnik ☐							
Ort		Datum		Unterschrift		Ort		Datum		Unterschrift			

6.3. Prüfprotokoll der DGUV

Prüfprotokoll für mobile Stromerzeuger		Prüfer/Prüferin:
Zu prüfendes Gerät Hersteller/Herstellerin: _____ Typ: _____ Baujahr/Serien-Nr. _____ Ausführung: A ☐ B ☐ C ☐ (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 ☐	Instandsetzung/Reparatur ☐
Erforderliche Prüfausstattung: - Geeignete Prüf- und Messgeräte - Geeigneter Werkzeugsatz - Prüfprotokoll - Prüfplakette zur Kennzeichnung des Prüflings nach bestandener Prüfung		

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

Messung Widerstand Schutzleiter [R_{PE}]/Potentialausgleichsleiter [R_{PB}]			
Messstelle	Grenzwert [Ω]	Istwert [Ω]	Mangel ja / nein:
PE/PB der Steckdosen untereinander	$\leq 0,1$		☐ ☐
PE/PB der Steckdosen → Klemme PB/PE	$\leq 0,1$		☐ ☐

[Ausführungen A und B]		
Prüfung Isolationsüberwachung Die Isolationsüberwachung muss auf Funktion überprüft werden.		Mangel ja / nein:
Test / Reset	Test / Hauptschalter löst aus	☐ ☐
	Reset	☐ ☐
Quittierung (falls vorhanden)		☐ ☐

[Ausführungen A und B ohne Isolationsüberwachung]			
Messung Isolationswiderstand [R_{iso}] mit 500 V 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 → Klemme PB	≥ 1		☐ ☐

[Ausführungen A und B]			
Messung Ableitstrom			
Ausführung	Grenzwert [mA]	Istwert [mA]	Mangel ja / nein:
ohne Isolationsüberwachung	≤3,5		☐ ☐
mit Isolationsüberwachung	kann entfallen, da IMD ständig überwacht.		
<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		☐ ☐
2	≤ 300		☐ ☐
3	≤ 300		☐ ☐
4	≤ 300		☐ ☐
5	≤ 300		☐ ☐
6	≤ 300		☐ ☐

Erprobungen

Antrieb	Mangel ja / nein:
Starten (von Hand und Elektrostart)	☐ ☐
Runder Motorlauf	☐ ☐
Regelverhalten bei Lastzuschaltung (wenn möglich), schnelle Ausregelung	☐ ☐
Abgase ohne übermäßige Rauchentwicklung	☐ ☐
Anmerkungen:	

Spannung und Frequenz		Mangel ja / nein:
Die Ausführungsklassen nach DIN EN 12601 unterteilen die Anforderungen für Stromerzeuger hinsichtlich Spannungs- und Frequenzverhalten in gering (G1), mittel (G2) und hoch (G3). 	Spannung U_0 (zwischen Außenleiter und Neutraleiter) ohne Belastung an jeder Steckdose messen Zulässige Spannungsabweichung Klasse (gemäß Typschild): G1: $\pm 10\%$ bei Stromerzeugern $\leq 10\text{ kW}$, $U_{0,\text{max.}}$ 253 V G1: $\pm 5\%$ bei Stromerzeugern $> 10\text{ kW}$, $U_{0,\text{max.}}$ 242 V G2: $\pm 2,5\%$, $U_{0,\text{max.}}$ 236 V G3: $\pm 1\%$, $U_{0,\text{max.}}$ 232 V gemessen: _____ V	☐ ☐
	Zulässige Frequenzabweichung (darf ohne Belastung gemessen werden) Klasse (gemäß Typschild): G1: $\leq 8\%$, $f_{0,\text{max.}}$ 54,0 Hz G2: $\leq 5\%$, $f_{0,\text{max.}}$ 52,5 Hz G3: $\leq 3\%$, $f_{0,\text{max.}}$ 51,5 Hz gemessen: _____ Hz	☐ ☐
Rechtsdrehfeld		☐ ☐
Funktion der Anzeigeelemente und der Bedienelemente Anmerkungen:		☐ ☐
Funktion des Betriebsstundenzählers (falls vorhanden) Anmerkungen:		☐ ☐

Bewertung der Prüfung	
	Mangel ja / nein:
Funktions- und Sicherheitsprüfung mängelfrei?	☐ ☐
Prüfplakette angebracht?	☐ ☐
Nächster Prüftermin: _____ / _____ / 20_____	
Anmerkungen:	
Unterschrift Prüfer/Prüferin: _____ Ort: _____ Prüfdatum: _____	
Verwendete Prüf- und Messgeräte	kalibriert bis (TT.MM.JJJJ)

