



Jenfelder Allee 80 – 22045 Hamburg

## Veranstaltungsprozesse

### 1.4 Projektieren von nicht stationären elektrischen

#### Anlagen der Veranstaltungstechnik

##### 1.4.1 Anforderungen an elektrische Anlagen

Datum	Dozent	Revision
20.11.2024	Lars Remke	1.0
19.11.2025	Lars Remke	1.1

## Inhalt

1	Allgemeine Anforderungen .....	3
1.1	Allgemeine Technische Regeln .....	3
1.2	Unterschiede Festanlage – mobile, temporäre Anlage .....	4
1.3	Zusätzliche Anforderungen .....	4
2	Verantwortung, Verantwortlichkeit .....	5
2.1	Betriebsverantwortung .....	5
2.2	Arbeitsorganisation im Betrieb elektr. Anlagen .....	5
2.3	Rollen der Arbeitsverantwortlichkeit .....	6
3	Prüfung von elektrischen Anlagen .....	6
4	Ablauf der Prüfung nach DIN VDE 0100 - 600: .....	7
4.1	Besichtigen: .....	7
4.2	Erproben und Messen: .....	7
4.2.1	Durchgängigkeit der Leiter $R_{Low}$ : .....	8
4.2.2	Isolationswiderstand $R_{iso}$ : .....	9
4.2.3	Schleifenimpedanzmessung $Z_S$ : .....	10
4.2.4	RCD-Messung: .....	12
4.3	Prüfintervalle .....	13
5	Prüfprotokoll .....	14

© Lars Remke

## 1 Allgemeine Anforderungen

Eine elektrische Anlage muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- **Funktionssicherheit:** Anlage muss bestimmungsmäßig verwendet werden können
- **Betriebssicherheit:** Von der Anlage darf im fehlerfreien Zustand keine Gefahr ausgehen, bzw. im Fehlerfall müssen Maßnahmen zur Unfallvermeidung greifen

Diese beiden Sachverhalte sind in der Praxis nicht eindeutig voneinander zu trennen, der Betriebssicherheit wird aber eine große Bedeutung im Sinne der Arbeits- und Unfallsicherheit beigemessen.

### 1.1 Allgemeine Technische Regeln

Für ALLE elektrischen Anlagen gelten:

- 5 Sicherheitsregeln, siehe *DIN VDE 0105 – 100*
- Schutz gegen direktes / indirektes Berühren, siehe *DIN VDE 0100 - 410*
- Auswahl geeigneter Betriebsmittel, siehe *DIN VDE 0100 Gruppe 500*
  - z.B. Dokumentationspflicht (Schaltpläne, etc.), siehe *DIN VDE 0100 -510*
  - Auswahl von Kabeln / Leitungen, siehe *DIN VDE 0100 -520*
  - Schutz durch RCD, siehe *DIN VDE 0100 – 530*
  - Dimensionierung des Potentialausgleichs, siehe *DIN VDE 0100 – 540*
- Dimensionierung von Leitungen, siehe *DIN VDE 0298 – 4*
- Anlagenprüfung
  - Erstprüfung, siehe *DIN VDE 0100 – 600*
  - Wiederholungsprüfung, siehe *DIN VDE 0105 – 100*

## **1.2 Unterschiede Festanlage – mobile, temporäre Anlage**

Aufgrund von anderen Einsatzarten oder Sachzwängen und Umgebungen können andere Grenzwerte oder Normen zum Tragen kommen:

- Spannungsfall: max 5% (Festinstallation: max. 3%), siehe *SQP4*
- Potentialausgleich: 16mm<sup>2</sup> / 25mm<sup>2</sup>, siehe *SQ P4, DIN 15700*
- Gleichzeitigkeitsfaktor: 0,7 – 1,0 (in Festinstallation im Wohnbereich: ca. 0,3), siehe *DIN VDE 0100 - 100*
- Dimensionierung von Leitungen: keine Festverlegung, daher Anwendung anderer Tabellen aus der *DIN VDE 0298 – 4*, siehe Tabellenbuch Grossigk / Kriemelke

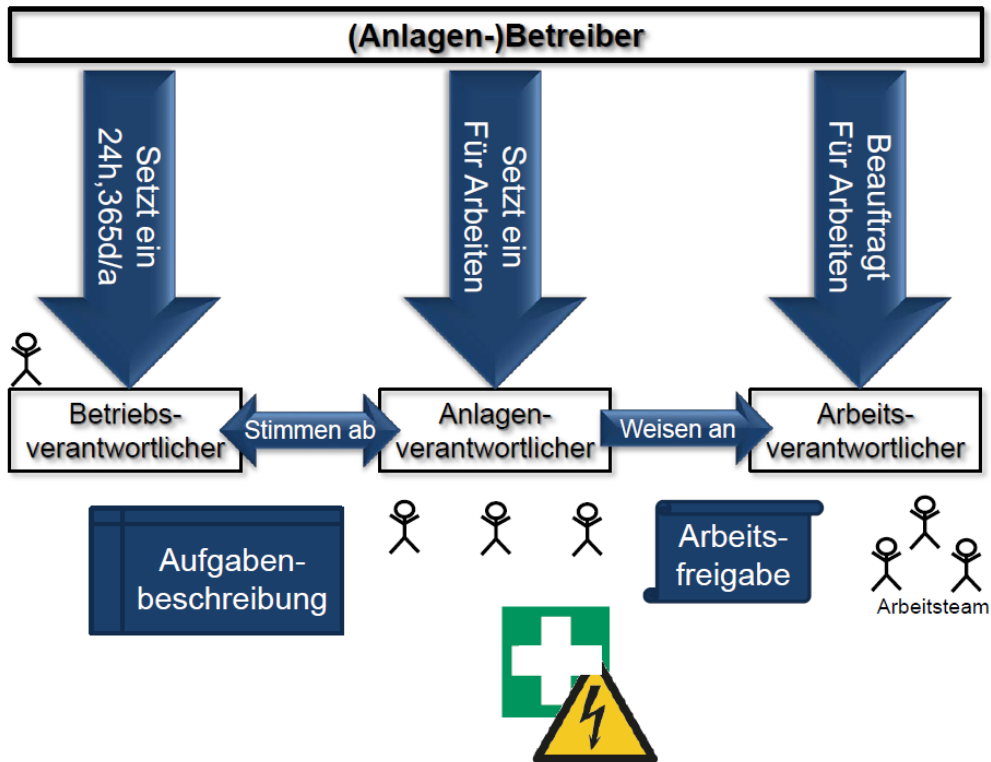
## **1.3 Zusätzliche Anforderungen**

Erhöhtes Gefährdungspotential entsteht z. B. durch Auf- /Abbau; Zeitdruck, Veranstaltungsgröße, Personal und besondere Umgebungsbedingungen. Auf Grundlage der DGUV Vorschriften 1, 3 und 17 und der BetrSichV sollten u.U. folgende zusätzliche Vorschriften und Rechtsnormen zur Anwendung kommen:

- Brandschutz: *VStättV* (z.B. Verwendung von H07 RN-F, o.ä.)
- Forderung nach TN-S-System bei temporärer Errichtung, siehe *SQP4*
- Besondere Orte, siehe *DIN VDE 0100 Gruppe 700*:
  - Theater, siehe *DIN VDE 0100 - 718*
  - fliegende Bauten, siehe *DIN VDE 0100 - 711*
  - mobile elektrische Anlagen, siehe *DIN VDE 0100 – 740* (teilweise deckungsgleich mit *SQ P4*)
- Spezifische Leitungs- & Steckverbindungsnormen, siehe *DIN 15765, DIN 15766, DIN 15767*
- Redundanz bei der Stromversorgung:
  - Not- & Sicherheitsstromversorgung, siehe *DIN VDE 0100 - 718 / 711*
  - Notstrom-Aggregate, siehe *DIN 14685*

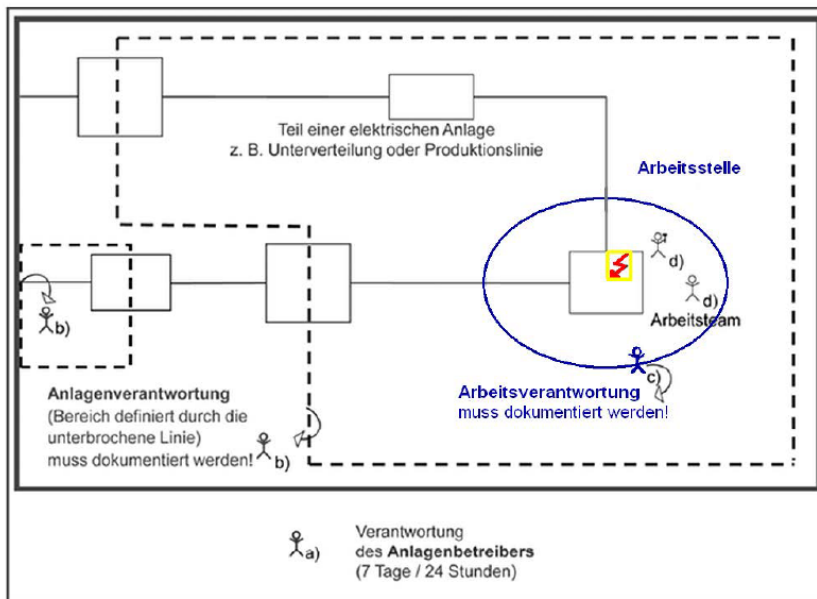
## 2 Verantwortung, Verantwortlichkeit

### 2.1 Betriebsverantwortung



### 2.2 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

### 2.3 Rollen der Arbeitsverantwortlichkeit

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

\*) nach DGUV Vorschrift 3

\*\*) nach ArbSchG / BetrSichV

\*\*\*) nach VDE 0105-100

## 3 Prüfung von elektrischen Anlagen

Die Prüfung einer elektrischen Anlage, ganz gleich, ob es sich um eine Festanlage (z.B. Theater, Stadthalle, Messe oder Mehrzweckhalle) oder um eine temporär errichtete Anlage (Aggregat, Lichtanlage der Tourneeproduktion, etc.) handelt, soll sicherstellen, dass von dieser keine Gefährdung für Leib und Leben oder Sachwerte aufgrund eines Fehlers ausgeht.

Das Prüfprotokoll dient dem Nachweis, dass der Betreiber seiner Sorgfaltspflicht nachgekommen ist.

Für die Bauabnahme einer Veranstaltung dient das Prüfprotokoll als

### **Errichterbescheinigung**

für die elektrische Anlage.

## 4 Ablauf der Prüfung nach DIN VDE 0100 - 600:

- Besichtigen
- Erproben und Messen
- Dokumentation

### 4.1 Besichtigen:

Das Besichtigen soll mindestens folgende Überprüfungen umfassen:

- Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (DIN VDE 0100 – 410)
- Vorhandensein von Brandabschottungen (vorwiegend Festinstallation)
- Auswahl von Kabel, Leitungen und Stromschienen hinsichtlich Strombelastbarkeit und Spannungsfall
- Auswahl und Einstellung von Schutz- und Überwachungsgeräten
- Vorhandensein und richtigen Anordnung von geeigneten Trenn- und Schaltgeräten
- Auswahl der elektrischen Betriebsmittel und der Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse
- ordnungsgemäße Kennzeichnung von Neutral- und Schutzleiter
- Anordnung von einpoligen Schaltgeräten in den Außenleitern
- Vorhandensein von Schaltungsunterlagen

### 4.2 Erproben und Messen:

Prüfungen, vorzugsweise in folgender Reihenfolge:

- Durchgängigkeit der Leiter  $R_{Low}$
- Isolationswiderstand  $R_{iso}$
- Schutz durch SELV, PELV oder Schutztrennung
- Impedanz von isolierenden Fußböden und Wänden
- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung  $Z_s$
- zusätzlicher Schutz (**RCD**)
- Spannungspolarität
- Phasenfolge der Außenleiter (Drehfeld)
- Funktions- und Betriebsprüfungen
- Spannungsfall

*Anmerkung:* Drücken der Funktionstaste des RCD's ist „Erproben“, RCD-Messung ist „Messen“.

#### 4.2.1 Durchgängigkeit der Leiter R<sub>Low</sub>:

**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 IEC 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

**Vorgehensweise:****1) Referenzwert ermitteln**

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

- Leiterlänge
- Leiterquerschnitt
- Leitermaterial
- Leitertemperatur

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

**2) Messung vorbereiten und durchführen****3) Beurteilen und Dokumentation**

Der gemessene Wert sollte ungefähr die Größe des errechneten Wertes haben. Genau der errechnete Wert wird selten bis nie gemessen werden, da die genaue Leitungslänge kaum ermittelbar ist; ebenso die exakte Leitertemperatur.

Eventuell vorhandene Übergangswiderstände an den Messpunkten und dem Messzubehör, gilt es ebenfalls zu berücksichtigen.

## 4.2.2 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!

*Anmerkung:* Bei Messung sind alle Verbraucher abzuklemmen, da sonst das Messergebnis durch die Innenwiderstände der Verbraucher beeinflusst wird. Ebenso muss der „N“ abgeklemmt werden, da er im TN-S-System mit dem Sternpunkt und PE verbunden ist. Ist dies nicht möglich, dann Mindestanforderung: Alle aktiven Leiter gegen PE.

### Messgerät nach:

DIN EN IEC 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  $\Omega$   
 Betriebsmessunsicherheit: Max. 30% vom Messwert

### 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 M $\Omega$
SELV und PELV	250	0,5
bis einschließlich 500 V, sowie FELV	500	1
über 500 V	1000	1

Die Messspannung darf auf 250 V reduziert werden, wenn:

- Angeschlossene Betriebsmittel den Messwert beeinflussen oder beschädigt werden können und ein abtrennen nicht sinnvoll möglich ist;
- sich in dem Stromkreis Überspannungseinrichtungen befinden und ein abtrennen nicht sinnvoll möglich ist.

**Beispiel:**

Schukodose, Nennspannung 230 V:

Gewählte Meßspannung: 500 V DC

- a) Referenzwert: **1 MΩ**
- b) inkl. Berücksichtigung von 30 % Betriebsmessunsicherheit:  $R_{iso} \geq 1M\Omega * 100 \% / 70 \% =$   
**1,43 MΩ**
- c) **Erwarteter Messwert: > 380 MΩ**

**2) Messung vorbereiten und durchführen****3) Beurteilen und Dokumentation**

Bei diesem Messbeispiel ist ein erheblich höherer Wert als 1 MΩ zu erwarten. Erfahrungsgemäß wird auf dem Display das Maximum dessen, was das Messgerät anzeigen kann, angezeigt. Daher sollten Abweichungen untersucht werden.

**4.2.3 Schleifenimpedanzmessung Z<sub>s</sub>:****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  $I_{\Delta N} \leq 500$  mA im Allgemeinen nicht erforderlich

**Messgerät nach:**

DIN EN IEC 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:  $I_a = I_N \cdot \text{Charakteristik} = 16 \text{ A} \cdot 5 = \mathbf{80 \text{ A}}$

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

b)  $I_k \geq I_a \cdot 3/2 = 80 \text{ A} \cdot 1,5 = \mathbf{120 \text{ A}}$  (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.

**2) Messung vorbereiten und durchführen****3) Beurteilen und Dokumentation**

Passt der Messwert zur Schutzeinrichtung, passt aber nicht zu den Stromkreisdaten (Länge, Querschnitt), dann gilt es, den Stromkreis zu prüfen und den Grund für die Abweichung zu ermitteln.

Passt der Messwert zum Stromkreis, ist aber zu hoch für die vorhandene Schutzeinrichtung, dann kann eine Schutzeinrichtung mit geringerer Nennstromstärke und / oder Charakteristik gewählt werden.

#### 4.2.4 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  $1 * I_{\Delta N}$  → Pflicht bei Wiederverwendung des RCD's, oder Änderung / Erweiterung von bestehenden RCD-Stromkreisen

Erproben der Auslösung mittels Prüftaste

##### Messgerät nach:

DIN EN IEC 61557 – 6 (VDE 0413 – 6)

Das Messgerät muss die Auslösezeitmessung mit  $5 * I_{\Delta N}$  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 ( $I_{\Delta}$  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 VDE 0664:
	TN-Netz:	TT-Netz:	(RCD- Produktnorm)
$t_a$ bei $1 * I_{\Delta N}$ :	0,4 s	0,2 s	0,3 s
$t_a$ bei $2 * I_{\Delta N}$ :	0,4 s	0,2 s	0,15 s
$t_a$ bei $5 * I_{\Delta N}$ :	0,4 s	0,2 s	0,04 s

c) Auslösestrom  $I_a$ :

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

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

### 4.3 Prüfintervalle

Sehr oft sieht man auf geprüften Anlagen und Geräten folgende Plakette:



Dies führt in der Regel zu Verwirrung, da der Prüf**ablauf** bekanntermaßen in der DIN VDE 0100 – 600 (Erstprüfung) oder in der DIN VDE 0105 – 100 (Wiederholungsprüfung) geregelt wird.

Die Prüf**intervalle** für ortsfeste Anlagen und Betriebsmittel sind jedoch in der DGUV Vorschrift 3; §5, Tabelle 1 A hinterlegt.

Die Prüf**fristen** sind als Richtwerte zu verstehen, die Prüffrist legt der Prüfer nach eigenem Ermessen auf Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung fest (BetrSichV; §3).

Für eine temporär errichtete Anlage kann es logischerweise keine Wiederholungsprüfung geben, da diese nach dem Einsatzzweck wieder abgebaut wird.

#### Auszug aus der DGUV Vorschrift 3:

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfperson
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nichtstationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit	Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
Fehlerstrom-, Differenzstrom- und Fehlerspannungs-Schutzschalter	6 Monate arbeitstäglich	auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	Benutzer/Benutzerin
– in stationären Anlagen			
– in nichtstationären Anlagen			

**Tabelle 1 A:** Wiederholungsprüfungen ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

