

2.9.9 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung

Für die Prüfung der RCD sind drei Messgrößen von Bedeutung:

- maximal **zulässige Berührungsspannung** U_L
- **Fehlerstromstärke** $I_{\Delta N}$ (früher I_F)
- **Erdungswiderstand** R_A

Es wird geprüft, ob die RCD innerhalb von 0,2 s (TN-System) bzw. 5 s (TT-System) allpolig abschaltet, wenn die **Berührungsspannung** [touch voltage] den Grenzwert von 50 V AC überschreitet.

Zunächst müssen durch eine Besichtigung die Kriterien nach Abb. 3 in Abhängigkeit vom jeweiligen Verteilungssystem überprüft werden.

Bei der anschließenden **Erprobung** wird durch Betätigung der **Prüftaste** [test button] die Funktion der RCD getestet. Diese Prüfung gibt jedoch keinen Aufschluss über die ordnungsgemäße Funktion der Schutzmaßnahme, da lediglich ein geräteinterner Prüfstrom die RCD auslöst.

Neben der Niederohmmessung (s. Kap. 2.9.4) und der Isolationsmessung (s. Kap. 2.9.5) müssen zusätzlich die Berührungsspannung $U_{L\Delta N}$ bezogen auf die Bemessungs-Differenzstromstärke $I_{\Delta N}$ der RCD sowie die Auslösezeit gemessen werden.

Durch die Messung des Isolationswiderstandes wird zusätzlich festgestellt, ob nach der RCD keine Verbindung zwischen dem N-Leiter und dem PE-Leiter besteht. Die Messung der Berührungsspannung kann wahlweise nach der Methode

- mit ansteigendem Prüfstrom (RCD löst aus) oder
 - der Impulsmessung (RCD löst nicht aus)
- durchgeführt werden.

Bei beiden Verfahren wird ein Fehlerstrom erzeugt. Die Messwerte für $U_{L\Delta N}$ und $I_{\Delta N}$ werden angezeigt bzw. errechnet.

Verteilungssystem	Prüfkriterien bei der Besichtigung
TN-System	$R_A \leq \frac{U_0}{I_{\Delta N}}$ R_A: Erdungswiderstand U_0: Bemessungsspannung $I_{\Delta N}$: Bemessungs-Differenzstromstärke
TT-System	$R_A \cdot I_a \leq 50 \text{ V}$ I_a: Abschaltstromstärke
IT-System	$R_A \cdot I_d \leq 50 \text{ V}$ I_d: Fehlerstromstärke beim ersten Fehler

3: Prüfkriterien bei Besichtigung

Auswahl der Bemessungs-Differenzstromstärke

Maximalwert für $I_{\Delta N}$	
Anwendung	$I_{\Delta N}$
– Beleuchtungsanlagen – Räume mit Badewanne oder Dusche – Experimentierräume – Feuchte und nasse Bereiche – Zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren in Wohnungen	$\leq 30 \text{ mA}$
– Feuergefährdete Betriebsstätten – Ersatzstrom-Versorgungsanlagen – Baustromverteiler	$\leq 500 \text{ mA}$
Medizinisch genutzte $\leq 30 \text{ mA}$ Bereiche:	
– Anwendungsgruppe 0 und 1	$\leq 30 \text{ mA}$
– Anwendungsgruppe 2 (nur für unkritische Verbraucher, z. B. OP-Tisch)	$\leq 30 \text{ mA}$
Mögliche Bemessungs-Differenzstromstärken: $I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}; 30 \text{ mA}; 100 \text{ mA}; 300 \text{ mA}; 500 \text{ mA}$	



Die Anzeige des Prüfgerätes gibt an, dass die RCD bei einer Fehlerspannung von $U_{L\Delta N}$ innerhalb der Auslösezeit t_a auslöst. Die Anlage unterschreitet den vorgegebenen **Sollwert** [specified value] ($U_L = 50 \text{ V}$) und entspricht somit den DIN VDE-Vorschriften.

AUFGABE

1. Die N- und PE-Leiter sind hinter einer RCD wesentlich verbunden worden. Welche Probleme ergeben sich daraus für die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme und den fehlerfreien Betrieb?

- Die Prüfung der zulässigen Berührungsspannung kann mit Hilfe der Methode des ansteigenden Prüfstromes oder der Impulsmessung erfolgen.
- Bei der Prüfung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung wird durch ein Prüfgerät ein Fehlerstrom simuliert und die Berührungsspannung sowie die Auslösezeit bestimmt.

2.9.10 Drehrichtung

In bestimmten Produktionsanlagen werden Drehstromverbraucher eingesetzt, die über eine definierte Drehrichtung verfügen müssen. Daher muss an diesen Verbrauchern eine Prüfung der **Drehrichtung** [direction of rotating] durchgeführt werden. Ein Rechtsdrehfeld ist für andere Betriebsmittel (z.B. Hausanschlüsse, Verteilungen) nach DIN VDE 0100 nicht zwingend vorgeschrieben. Es kann jedoch vom Betreiber einer Anlage aus Betriebsgründen gefordert werden.

2.9.11 Funktionsprüfung

Durch diese Prüfung wird sichergestellt, dass

- Schalt- und Steuergeräte,
- Antrieb,
- Steuerungen und
- Verriegelungen

entsprechend den Anforderungen richtig montiert, eingestellt und errichtet sind.

Beispiele für Funktionsprüfungen:

- Prüfung der Wirksamkeit von **Sicherheitseinrichtungen** [safety device], wie z.B. Druckwächter, Verriegelungen, Not-Aus-Einrichtungen
- **Funktionsprüfung** [operating test] von RCDs, Isolations-Überwachungseinrichtungen durch Betätigung der Prüftaste
- Funktionsprüfung von Melde- und Anzeigeeinrichtungen, wie z.B. von ferngesteuerten Antrieben, Meldeleuchten nicht einsehbarer Schranken

- An jeder Drehstrom-Steckdose muss ein Rechtsdrehfeld vorhanden sein.
- An sicherheitstechnischen Einrichtungen wie z. B. Not-Aus-Schaltungen, RCDs, Isolationswächtern oder Meldeleuchten muss eine getrennte Funktionsprüfung durchgeführt werden.
- In medizinisch genutzten Bereichen müssen zusätzliche Prüfungen nach DIN VDE 0100-710 erfolgen.

Zusätzliche Prüfungen in medizinisch genutzten Bereichen

An die medizinisch genutzten Bereiche im Krankenhaus werden hohe Anforderungen an die Sicherheit, Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der elektrischen Betriebsmittel und Sicherheitsmaßnahmen gestellt. Daher sind ergänzend zu den Kriterien bei der Erstprüfung aus der DIN VDE 0100-600 zusätzliche Prüfungen gemäß DIN VDE 0100-710 erforderlich.

Diese Prüfungen müssen sowohl vor der ersten Inbetriebnahme als auch nach jeder Erweiterung oder Reparatur vor einer **Wiederinbetriebnahme** [recommissioning] erfüllt werden.

Prüfumfang durch Besichtigung

- Getrennte Raumanforderungen für
 - Netztransformatoren,
 - Schaltanlagen mit Bemessungsspannungen über 1 kV,
 - Hauptverteiler für AV und SV,
 - ortsfeste Stromerzeugungsaggregate und
 - Batterieräume
 einschließlich der erforderlichen Be- und Entlüftung.
 - Getrennte Führung von AV- und SV-Netzen
 - Einhaltung der Brandschutzbestimmungen und des Funktionserhaltes der Kabel und Leitungen
- AV: Allgemeine Stromversorgung
SV: Sicherheitsstromversorgung

Prüfumfang durch Erproben und Messen

- Funktionstest der Isolations-Überwachungseinrichtungen in den IT-Systemen sowie der optischen und akustischen Alarmsysteme
- In den medizinischen Bereichen der Gruppe 1 und 2 muss ein zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich installiert sein.
- Messung des Ableitstromes in medizinischen IT-Transformatoren in unbelastetem Zustand
- In medizinisch genutzten Gebäuden muss eine Sicherheitsstromversorgung innerhalb von 15 s für die Dauer von 24 Stunden den sicheren Betrieb aufrecht erhalten. Für medizinische Bereiche mit Patientengefährdung muss eine unterbrechungsfreie Stromversorgung mit einer Umschaltzeit von 0,5 s installiert sein.
- Übereinstimmung der Schutzmaßnahmen in den Anwendungsgruppen 1 und 2 gemäß den Anforderungen
- Einhaltung der Selektivität der Sicherheitsstromversorgung
- Gleichmäßige Belastung der Netze kontrollieren.
- Leuchten im Gebäude müssen auf das AV- und SV-Netz aufgeteilt sein. In medizinisch genutzten Bereichen muss mindestens eine Leuchte an das SV-Netz angeschlossen sein.

2.9.12 Prüfplan

In Abb. 2 sind in einem Ausschnitt einzelne Schritte eines Projektes dargestellt, bei dem eine bestehende **Niederspannungshauptverteilung NSHV** [low voltage main distribution centre] ersetzt wird. Da in diesem Fall die Energieversorgung zu keinem Zeitpunkt gefährdet sein darf (z. B. in einem Krankenhaus), erfolgen entsprechende Umschaltungen der allgemeinen Stromversorgung (**AV**) auf die einzelnen Unterverteilungen (**UV**). Im Plan sind links die Teilaufgaben und rechts die Termin- und Zeitplanungen aufgeführt. Die grün eingetragenen Prüfungen erfolgen in **Absprache** mit dem **Anlagenverantwortlichen** [nominated person in control of an electrical installation].

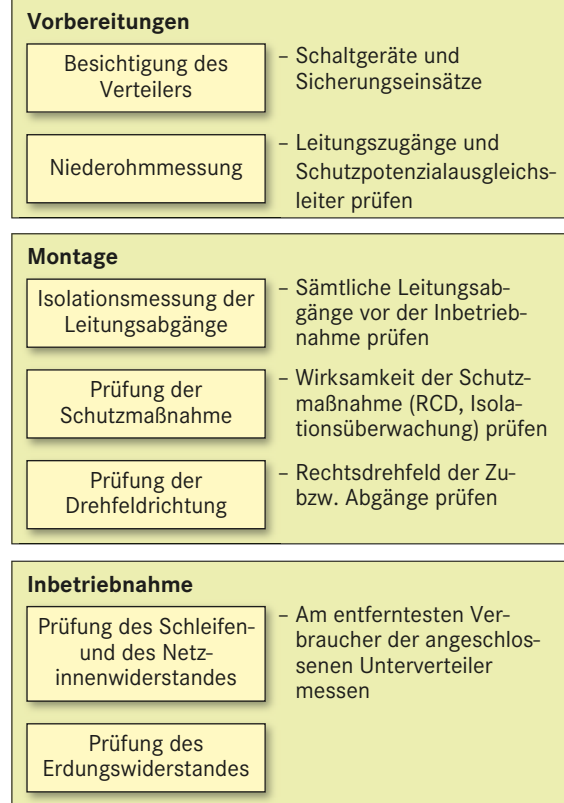
Die Abb. 2 zeigt, dass die Isolationsmessungen unmittelbar im Anschluss an die Umschaltung der Verteiler erfolgen. Dadurch wird eine erneute unnötige Abschaltung vermieden. Durch diese zeitlich präzise Abfolge wird eine fristgerechte Fertigstellung des Projektes garantiert.

Alle Teilprüfungen, die im spannungsfreien Zustand erfolgen können (z. B. Isolationswiderstand), wurden bereits bei der Montage durchgeführt. Auch die notwendigen Prüfschritte zur Besichtigung und Erprobung in jedem einzelnen Verteiler wurden vor dem Anschluss der einzelnen Verbraucher durchgeführt.

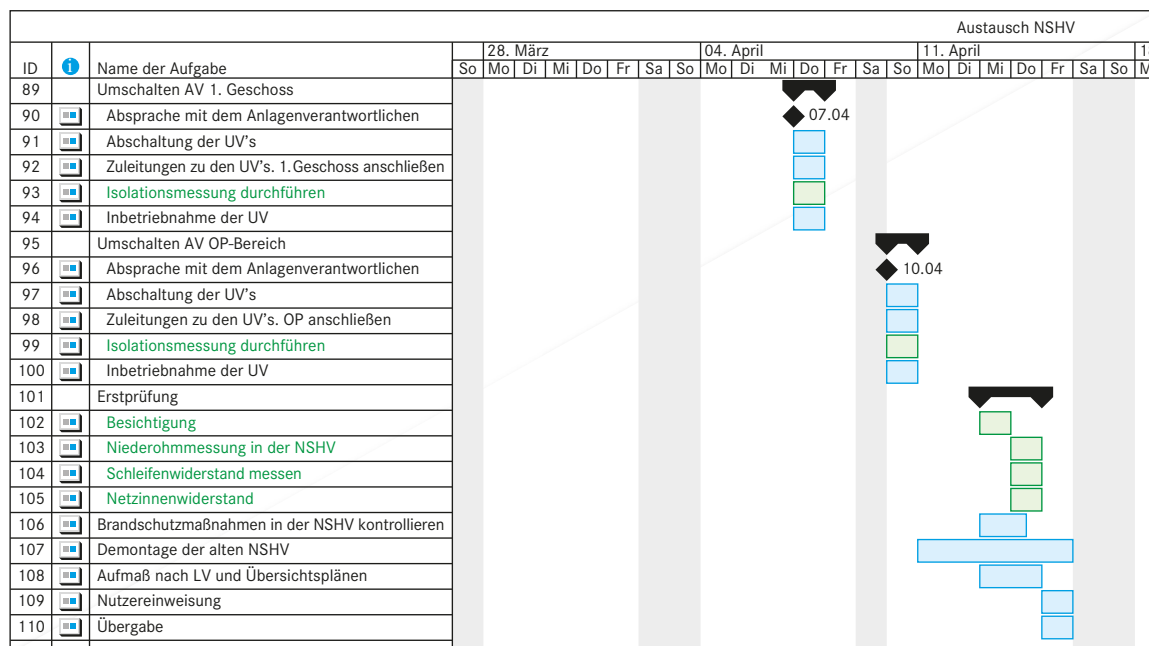
Bei dieser Vorgehensweise lässt sich die Abschaltzeit der einzelnen Abschnitte (Verteilungen) minimieren. Ein Abschalten im Zuge der Messung kann entfallen. Wenn bei einer Teilprüfung ein Fehler festgestellt wird, muss nach der Beseitigung des Mangels diese Prüfung wiederholt werden.

Welche Zwischenprüfungen sind möglich?

Am Beispiel eines Verteilers soll der Prüfablauf verdeutlicht werden:



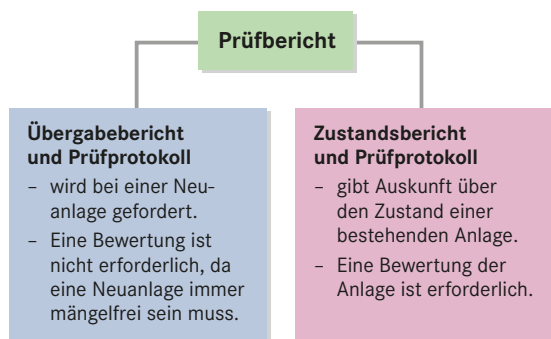
3: Beispiele für Zwischenprüfungen



2: Schritte zur Erstprüfung einer Anlage (Ausschnitt)

2.9.13 Dokumentation

Sowohl bei der **Erstprüfung** [original inspection] als auch bei der **Wiederholungsprüfung** [periodic inspection] (s. Kap. 2.9.14) einer elektrischen Anlage sind die Ergebnisse zu dokumentieren. Dazu muss vom Prüfer ein Prüfbericht (Abb. 1) angefertigt werden. Zur Vereinfachung und Standardisierung der Prüfungen hat der Zentralverband der Deutschen Elektrohandwerke (ZVEH) vorgefertigte Prüfprotokolle und Übergabe-/ Zustandsberichte erstellt (Abb. 2).



1: Bestandteile eines Prüfberichts

Der Prüfer bzw. Sachverständige erstellt den Prüfbericht und übergibt diesen an den Anlagenbetreiber. Der Betreiber hat wiederum die Pflicht, diesen Bericht aufzubewahren. Die **Aufbewahrungsfrist** [retention period] sollte so bemessen werden, dass der Zustand der Anlage über eine längere Zeitdauer dokumentiert ist. Sind die Ergebnisse der Erstprüfung nicht mehr vorhanden, so ist jede Wiederholungsprüfung wie eine Erstprüfung zu behandeln.

Welche Informationen enthält der Prüfbericht?

- **Bestandsdaten** (Abb. 2) der elektrischen Anlage (Auftraggeber/-nummer ①, Standort ②, Prüfzeitpunkt ③, Namen der Prüfer ④, usw.)
- **Prüfbestimmungen** ⑤
- **Art der Prüfung** ⑥ (z. B. Erst- oder Wiederholungsprüfung)
- Die vorgegebene **Checkliste** dient als Prüfgrundlage für Besichtigung und Erprobung.
- **Messwerte** übersichtlich in Tabellen dokumentieren
- Spätere **Analyse und Fehlersuche** ist einfach möglich
- **Mängel und Abweichungen** von den Bestimmungen bei der Wiederholungsprüfung unter Angabe des Anlagenteils sind festgehalten.
- Durch den Vergleich der Prüfergebnisse über eine längere Zeitdauer werden **Tendenzen und Schwachstellen** innerhalb der Anlage leichter sichtbar.

Moderne Prüfgeräte verfügen über umfangreiche Funktionen zur Datenspeicherung. Somit lassen sich die Messergebnisse direkt auf einen PC übertragen und mit einer geeigneten Software auswerten (**Prüfdaten-Management**). Hierzu müssen die Messstellen zur Identifizierung eindeutig bezeichnet werden.

- Die Ergebnisse jeder Erst- und Wiederholungsprüfung müssen in einem Prüfbericht dokumentiert werden.
- Die Ergebnisse der Besichtigung, Erprobung und Messung werden in vorgegebenen Vor- drucken festgehalten.

Prüfung elektrischer Anlagen Prüfprotokoll			
Nr.	Blatt von	Kunden Nr.:	
Auftraggeber:	Auftrag Nr.: ①	Auftragnehmer:	
Anlage: ②		Matthias Kruskop Elektrotechnik Lindenstraße 3 29553 Bienenbüttel Tel.: 05823/98 17-0 Fax: 05823/9 17-20	
Prüfung nach: ⑤ DIN VDE 0100 Teil 600 ☐ DIN VDE 0105 ☐ DGUV ☐ / ☐			
Neuanlage ☐ ⑥	Erweiterung ☐ Änderung ☐ Instandsetzung ☐ Wiederholungsprüfung ☐ E-CHECK ☐		
Beginn der Prüfung: ③	Beauftragter des Auftraggebers:	Prüfer: ④	
Ende der Prüfung:			
Netz / V	Netzform : TN-C ☐ TN-S ☐ TN-C-S ☐ TT ☐ IT ☐		
EVU/VNB			

2: Vorgefertigtes Prüfprotokoll