

## **Anlage 01 zu den ZTV Elektrotechnik**

### **Leistungsbeschreibung**

#### **Durchführung der DGUV Vorschrift 3 (BGV A3) Prüfung - ortsfeste Anlagen beim WVER**

Der Wasserverband Eifel-Rur ist als Eigentümer und Betreiber von abwassertechnischen Anlagen und sonstigen Einrichtungen verpflichtet, auf der Grundlage von bestehenden Rechtsvorschriften (UVV, EnWG, BetrSichV, usw.) die vorhandenen elektrischen Anlagen auf ihre sichere Funktion und Einhaltung der gültigen Normen und Vorschriften zu überprüfen.

Die Überprüfung der elektrischen Anlagen erfolgt nach den gültigen DIN-VDE-Normen. Sie gelten als allgemein anerkannte Regeln der Technik.

Die anzuwendende Prüfnorm DIN-VDE 0100, Teil 600 beschreibt alle Maßnahmen, mit denen nachgewiesen werden muss, dass die stationären elektrischen Anlagen oder Einrichtungen bis 1000 Volt, den geforderten Mindestanforderungen entsprechen. *Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die allgemeinen Anforderungen an die elektrische Ausrüstung von Maschinen gem. VDE 0113 auch Gegenstand der Prüfung ist und nicht gesondert betrachtet werden kann. Wenn der Nachweis einer erfolgten Prüfung nach VDE 0113 vorliegt und diese älter ist als 4 Jahre, muss eine Prüfung gem. Prüfvorgaben nach VDE 0105-100 erfolgen.*

Durch die auszuführenden Prüfungen dürfen keine Unfall-, Brand-, und Explosionsgefahren entstehen. Gegebenenfalls müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um Gefährdungen von Personen und Beschädigungen von Sachen einschließlich der installierten Betriebsmittel auszuschließen. Alle verfahrens- und sicherheitstechnisch beeinflussende Maßnahmen zur Durchführung der einzelnen Prüfungsschritte bedürfen der vorherigen Abstimmung mit dem Anlagenverantwortlichen. In besonderen Fällen ist ein Zeit- Prüfplan durch den Auftragnehmer anzufertigen.

Die Prüfungen umfassen das Besichtigen, Erproben und Messen. Unter Besichtigen ist die Untersuchung der elektrischen Anlage mit allen Sinnen zu verstehen, um die richtige Auswahl der Betriebsmittel, der Anlagenkomponenten und die ordnungsgemäße Errichtung der Anlage nachzuweisen. Die Besichtigung stellt einen sehr wichtigen Teil der Prüfung dar, da viele Mängel nicht durch Erproben und Messen festgestellt werden können.

Das Besichtigen muss vor dem Erproben und Messen durchgeführt werden, um festzustellen, dass die elektrischen Betriebsmittel der festen Installation

- ↳ den Sicherheitsanforderungen der zutreffenden Betriebsmittelnormen entsprechen (das kann durch Überprüfung der Kennzeichnung oder von Zertifikaten erfolgen);
- ↳ entsprechend den Normen der Reihe DIN VDE 0100 und den Vorgaben der Hersteller richtig ausgewählt und errichtet wurden;
- ↳ ohne sichtbare, die Sicherheit beeinträchtigende Beschädigungen sind.

Das Besichtigen beinhaltet weiterhin mindestens, sofern zutreffend, folgenden Überprüfungsumfang:

- a) Art des Schutzes gegen elektrischen Schlag, einschließlich der Maße, z.B. beim Schutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen, durch Hindernisse oder durch Anordnen außerhalb des Handbereichs;
- b) Vorhandensein von Brandabschottungen und anderen Vorsichtsmaßnahmen gegen die Ausbreitung von Feuer und der Schutz gegen thermische Einflüsse;
- c) Feststellung der vorliegenden Netzformen (TN-C, TN-S, TT, IT-System);
- d) Auswahl der Kabel, Leitungen und Stromschienen hinsichtlich Strombelastbarkeit und Spannungsabfall;
- e) Auswahl und Einstellung von Schutz- und Überwachungsgeräten;
- f) Vorhandensein und richtige Anordnung von geeigneten Trenn- und Schaltgeräten;
- g) Auswahl der Betriebsmittel und der Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse;
- h) Korrekte Kennzeichnung der Neutral – und Schutzleiter;
- i) Anordnung von einpoligen Schaltgeräten in den Außenleitern;
- j) Vorhandensein von Schaltungsunterlagen, Warnhinweisen und anderen ähnlichen Informationen;
- k) Kennzeichnung der Stromkreise, Überstrom-Schutzeinrichtungen, Bedienelemente, Klemmen;
- l) ordnungsgemäße Leiterverbindungen;
- m) ordnungsgemäßes Vorhandensein von Schutzleitern, einschließlich Potentialausgleichleiter für den Hauptpotentialausgleich und den zusätzlichen Potentialausgleich;
- n) leichte Zugänglichkeit der Betriebsmittel zur Bedienung, Kennzeichnung und Instandhaltung.

Das Besichtigen muss auch alle besonderen Anforderungen für Anlagen oder Räume besonderer Art umfassen. Anlagenteile oder Räume die den Explosionschutz-Richtlinien unterliegen sind hiervon ausgenommen, sie sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

#### Allgemeine Anforderungen an Erproben und Messen

Mit dem Erproben wird die Wirksamkeit der Schutz- und Meldeeinrichtungen nachgewiesen. Es sind Funktionsprüfungen an Schutzeinrichtungen, Schalt- und Steuergeräte, Antriebe, Steuerungen und Verriegelungen durchzuführen, damit nachgewiesen werden kann, ob diese entsprechend den Anforderungen richtig eingebaut, eingestellt und errichtet sind.

Funktionsprüfungen beinhaltet weiterhin mindestens, sofern zutreffend, folgenden Prüfungsumfang:

- ↳ die Wirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen, z.B. Not-Aus-Betriebsmittel, Endschalter, Druck- oder Temperaturwächter;

- ↳ durch Betätigen der Prüftaste an Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) oder Isolations-Überwachungsgeräte (IMDs);
- ↳ Funktionsfähigkeit von Melde- und Anzeigeleuchten, Schaltstellungsanzeigen oder akustischen Meldern.

Die Gesamtfunktionen der Schutzmaßnahme bei RCDs müssen neben der Auslösebetätigung (Funktion der Mechanik) auch durch eine messtechnische Überprüfung erfolgen und bestätigt werden.

Es muss weiterhin festgestellt werden, ob Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen Unterspannung gem. VDE 0100, Teil 450 getroffen sind. Kann ein Spannungseinbruch oder Spannungsausfall mit anschließender Spannungswiederkehr Gefahren für Personen, Sachen oder elektrische Betriebsmittel darstellen, müssen geeignete Abhilfemaßnahmen getroffen werden. Bereits vorhandene Unterspannungs-Schutzeinrichtungen dürfen ebenfalls nach Rückkehr der Betriebsspannung nicht zu Gefährdungen führen.

Messungen zur Prüfung elektrischer Anlagen sind mit Messgeräten durchzuführen, die je nach Prüfaufgabe der DIN EN 61557- 1-10 entsprechen (VDE 0413, Teil 1-Teil 10). Es wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, bei bestimmten Messverfahren die Angaben in der Betriebsanleitung zu den Mess- und Überwachungsgeräten zu berücksichtigen.

Wenn beim Erproben und Messen ein Messwertfehler festgestellt wird, muss ausgeschlossen sein, dass es sich dabei um einen Fehler am Messgerät oder des Messverfahrens (Referenzverfahren) handelt. Zu jeder Messung besonders im Grenzbereich, gehört eine dokumentierte Abschätzung der möglichen Messabweichung:

- ↳ des Messgerätes und
- ↳ der Messmethode.

Sind in besonderen Fällen Messungen mit technisch oder wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht durchführbar, z.B. bei Erdungsanlagen, oder bei größeren Leitungsquerschnitten, ist auf andere Weise, z.B. durch Berechnung oder mit Hilfe eines Netzmodells, nachzuweisen, dass die Werte eingehalten werden, die eine Beurteilung der Wirksamkeit der angewendeten Schutzmaßnahme ermöglichen.

Durch Messen müssen sofern zutreffend, folgende Prüfungen durchgeführt werden, vorzugsweise in der folgenden Reihenfolge:

- a) Durchgängigkeit der Schutzleiter, der Verbindungen des Hauptpotentialausgleichs und des zusätzlichen Potentialausgleichs. Es wird empfohlen, die Prüfung mit einem Kurzschlussstrom von mind. 0,2 A bei Gleichstrom und 5 A bei Wechselstrom mit einer Stromquelle durchzuführen, deren Leerlaufspannung zwischen 4V und 24V Gleich- oder Wechselspannung liegt. Da mitunter lange Messleitungen benötigt werden, ist zu beachten, dass der Widerstand der Messleitungen vom Messwert abzuziehen ist, sofern dies nicht schon durch entsprechende Schaltung des Gerätes berücksichtigt wird. Der Nachweis hierfür ist zu erbringen.
- b) Der Isolationswiderstand der elektrischen Anlage ist bei allen Schutzmaßnahmen zu messen. Hierbei sind die jeweiligen Anforderungen an den

Mindestwert des Isolationswiderstandes unter Berücksichtigung der Nennspannung des Stromkreises und den Nennwert der Messgleichspannung zu berücksichtigen. Die Messungen werden in der von der Stromversorgung getrennten Anlage durchgeführt. Der Isolationswiderstand muss zwischen jedem aktiven Leiter und dem Schutzleiter oder Erde gemessen werden. Alle im Stromkreis enthaltenen Schalter/Schaltelemente müssen geschlossen sein. Der gemessene Isolationswiderstand ist ausreichend, wenn jeder Stromkreis ohne angeschlossene Verbrauchsmittel die gültigen Strom-Zeit-Widerstandswerte nach den gültigen Normen-Tabellenwerten einhält.

Für Schleifleitungen oder Schleifringkörper, die unter ungünstigen Umgebungsbedingungen betrieben werden müssen, (z.B. bei Krananlagen, Räumbrücken und anderen Betriebsmitteln) brauchen die hinterlegten Mindestisolationswiderstände nicht eingehalten werden, wenn durch andere Maßnahmen, z.B. Erdung der fremden leitfähigen Befestigungsteile der Schleifleitung, Fernhalten brennbarer oder leitfähiger Stoffe von Schleifleitungen, dafür gesorgt ist, dass der Ableitstrom nicht zu gefährlichen Körperströmen oder Bränden führt. Dieser Nachweis ist im Prüfbericht zum Betriebsmittel gesondert auszuweisen!

c) Prüfungen erdungssystemunabhängiger Schutzmaßnahmen (meist ohne Schutzleiter), Schutz durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung,

- Schutz durch Kleinspannung (SELV)

Hier erfolgt durch Besichtigung ob die Stromquelle den Anforderungen der DIN VDE 0100, Teil 410 entspricht. Betriebsmittel, Stecker und Steckdosen müssen der Vorschrift entsprechen. Aktive Teile haben keine Verbindung zu anderen und zur Erde. Bei Spannungen über 25 V AC oder 60 V DC muss ein Schutz gegen direktes Berühren vorhanden sein.

Beim Prüfen erfolgt die Feststellung der Spannungshöhe der Schutzkleinspannung, sowie die Messung des Isolationswiderstandes der Leiter gegen Erde. Die erforderlichen Mindestisolationswerte sind einzuhalten.

- Schutz bei Funktionskleinspannung (PELV)

Hier erfolgt durch Prüfung wie bei SELV, eine eventuell vorhandene Erdverbindung ist aufzutrennen. Bei nicht sicherer Trennung zur Primärseite ist die Prüfung der primären Schutzmaßnahmen sekundärseitig fortzusetzen. Durch Messen ist festzustellen, dass ein Schutzleiter zur Primärseite Verbindung hat.

- Schutz durch Schutztrennung

Hier erfolgt durch Besichtigung ob die Stromquelle den Anforderungen der DIN VDE 0100, Teil 410 entspricht. Sekundäre Leitungen haben von primären Leitungen oder solchen anderer Stromkreise getrennt verlegt zu sein. Die Verlegung und der Zustand muss ordnungsgemäß sein.

Wenn Schutztrennung wegen besonderer Gefahren zwingend gefordert ist, darf nur ein Betriebsmittel angeschlossen sein. Werden in anderen Fällen mehrere Geräte angeschlossen, müssen die Schutzleiter miteinander verbunden sein.

Bei mehr als einem Verbrauchsmittel muss die Schutzleiterverbindung auf niederohmigen Schleifenwiderstand geprüft werden. Bei TN-S Systemen sind die Bedingungen einschließlich des Überstromschutzes einzuhalten. Dazu ist an einem stromlosen Verbrauchsmittel ein Körperschluss zu erzeugen und an den anderen wird der Netzschleifenwiderstand gemessen.

#### Messen von Schleifenimpedanzen und Kurzschlussstrom

Die Schleifenimpedanzmessung wird angewendet bei der Prüfung der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung mit Überstromschutzeinrichtungen im TN- System. Der Kurzschlussstrom  $I_K$  am entferntesten Punkt des Netzes muss dabei mindestens den erforderlichen Abschaltstrom  $I_a$  der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung erreichen. Da der Kurzschlussstrom, sowie die Netzspannung und die Schleifenimpedanz miteinander verknüpft sind, kann statt der Schleifenimpedanz auch der Kurzschlussstrom ermittelt und angegeben werden. Der Messvorgang muss mittels Abschaltautomatik des Messgerätes automatisch unterbrochen werden, für den Fall, dass der Schutzleiter eine Spannung  $\geq 50$  V annimmt, oder der Prüfvorwiderstand sicherstellt, dass ein Prüfstrom von maximal  $I_P = 10\text{mA}$  nicht überschritten wird. Die Messwerte für die Schleifenimpedanz oder den Kurzschlussstrom dürfen nach DIN VDE 0100-600 jedoch eine max. Fehlertoleranz von 20% nicht überschreiten. Dies ergibt sich i.d.R. durch die Differenz  $\Delta U$  des belasteten und des unbelasteten Netzes. Zum Zeitpunkt der Messung ist der bestehende  $\cos \varphi$ -Wert mit aufzunehmen. Die jeweilige Messfehlertoleranz in der bestehenden Messanwendung ist ebenfalls mit anzugeben. Sie ist der Bedienungsanleitung zum Messgerät zu entnehmen. Diese Angaben werden benötigt, falls es zu einem Prüfergebnis kommt, das keine ordnungsgemäße Funktion der Überstrom-Schutzeinrichtung feststellt.

Die wesentlichen Prüfinhalte zu den aufgeführten Schutzmaßnahmen sind in einer Kurzübersicht in der beigefügten Anlage A – D zusammengefasst. Die Kurzdarstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

#### Dokumentation der Prüfergebnisse:

Die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen und deren einzelne Prüfschritte sind zu dokumentieren. Hierzu ist eine ausführliche Fassung zu fertigen.

Die Ergebnisse der Prüfschritte, Besichtigen, Erproben und Messen sind in ihren Details im Prüfbericht aufzulisten. Die Dokumentation hat in Form der Musterprotokolle gemäß Anlage 2 zu erfolgen.

Die Ergebnisse der Schritte Besichtigen und Erproben werden in textlicher Form zu jedem Prüfling dokumentiert. Die Ergebnisse des Prüfschrittes Messen sind durch den aktuellen Messwert zu belegen. Der jeweilige Referenzwert zum Prüfverfahren ist als Bezugswert mit anzugeben. Falls der Prüfschritt Messen nicht erfolgen konnte, ist der Grund hierfür anzugeben.

Mängel die in den Prüfschritten aufgezeigt wurden, sind gesondert kenntlich zu machen. Gravierende sicherheitstechnische Mängel sind dem Anlagenverantwortlichen sofort mitzuteilen, sie sind in schriftlicher Form nachzureichen.

Die Dokumentation muss so angelegt sein, dass eine eindeutige Zuordnung der Prüflinge gegeben ist. Neben den technischen Daten sind ebenfalls die Angaben der elektrischen- und verfahrenstechnischen Zuordnung (NSHV, Rechen, Mechanik, Biologie, Nachklärung, Filter, Schlammbehandlung, usw.) mit anzugeben. Eine Fehlerquotenberechnung (%) aller geprüften Anlagenteile muss ebenfalls erfolgen, sowohl als Einzelbetrachtung bezogen auf die elektrische-/verfahrenstechnische Zuordnung, als auch auf die Gesamtanlage. Die Frist zur nächsten wiederkehrenden Prüfung ist in der Dokumentation anzugeben.



<b>Anlage A      Prüfung bei erdungssystemunabhängigen Schutzmaßnahmen</b> (Schutzmaßnahmen für Betriebsmittel oder Anlagenabschnitte, meist ohne Schutzleiter, immer ohne Erder)			
Schutzmaßnahmen		Prüfaufgabe	Prüfverfahren und Prüfgerät
1	Schutzkleinspannung SELV	a) Besichtigung: Stromquelle, Betriebsmittel, Steckverbindungen, Erdfreiheit	
		b) In Zweifelsfällen Erprobung der Spannungsfestigkeit Leiter gegen Erde	500 V Wechselspannung 1 min.
		c) Kontrolle der Spannungsgrenze	Spannungsmessung
		d) Messung des Isolationswiderstandes L gegen PE, Ergebnis je nach Größe der Nennspannung der Netzspannung und dem Nennwert der Messgleichspannung.	Isolationmessgerät mit Gleichspannung 250V
2	Funktionskleinspannung PELV	a) Mit sicherer Trennung: wie unter 1. SELV	
		b) Ohne sichere Trennung: entsprechend der primären Schutzmaßnahme, besonders Schutzleiterverbindungen zum primären Stromkreis	
3	Schutzisolierung	a) Besichtigung: Isolierung, kein PE, keine vorhandene leitfähige Durchführung	Ausführung nach VDE 0100, Teil 540
		b) Messung des Isolationswiderstandes von L und N gegen berührbare leitfähige Teile $R_{is} \geq 1 \text{ M}\Omega$	Isolationmessgerät mit Gleichspannung 500V, (1000 V)
		c) In Zweifelsfällen Erprobung der Spannungsfestigkeit von L und N gegen berührbare leitfähige Teile.	2 x Bemessungsspannung min. 1000 V 50 oder 60 Hz > 1 s. Prüfeinrichtung nach IEC 61180-2
4	Schutztrennung	a) Besichtigung: Stromquelle, sekundär sichere Trennung; nur ein Verbrauchsmittel oder ungeerdeter Potentialausgleich, Leitungskontrolle.	Schleifenimpedanz, Isolationswiderstand
		b) Bei Potentialausgleich zwecks mehrerer Verbrauchsmittel Bedingung des TN-Systems mit Überstromschutz einhalten, sowie Netzschlei-	

		fenwiderstand messen.	
--	--	-----------------------	--

<b>Anlage B Prüfung des Hauptpotentialausgleichs</b>			
		Prüfaufgabe	Prüfverfahren und Prüfgerät
		a) Besichtigung: Verbindung aller Leiter mit Potentialausgleichschiene, Querschnitte, Zugänglichkeit, Kennzeichnung.	
		b) In Zweifelsfällen Nachweis der leitenden Verbindung durch Messung.	Widerstandsmessung
<b>Anlage C Prüfung des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs</b>			
		Prüfaufgabe	Prüfverfahren und Prüfgerät
		a) alle Teile sind einbezogen.	
		b) In Zweifelsfällen Nachweis der leitenden Verbindung durch Messung.	Widerstandsmessung
<b>Anlage D Prüfung bei erdungssystemabhängigen Schutzmaßnahmen</b> (Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter und mit Erder)			
Schutzmaßnahmen		Prüfaufgabe	Prüfverfahren und Prüfgerät
1	Für alle Schutzmaßnahmen. Bei Steckdosen im TN- oder TT- System wird das durch die Schleifenwiderstands- oder FI-Prüfgeräte automatisch geprüft.	Schutzleiter-Besichtigung Keine Verwechslung von Schutzleiter – Außenleiter. Keine Verwechslung von Schutzleiter – Neutraleiter Niederohmige Verbindung des Schutzleiters gegen Potentialausgleich	Spannungsmessung oder Prüfung gegen Erde bei abgetrenntem Neutraleiter, Isolationsmessung gegen Erde, Widerstandsmessung oder Durchgangsprüfung gegen Erde oder Potentialausgleich
2	TN-System <u>mit Überschutzsicherheit</u>	a) Nachweis, dass Kurzschlussstrom / Abschaltstrom in 0,4s; bzw. 5 s die Überschutzsicherheit auslöst. (entsprechende Charakteristik des Stromkreises ist nachzuweisen) b) Nachweis, dass der gesamte Erdungswiderstand der Betriebserder niederohmig ist.	Schleifenimpedanz- oder Kurzschlussstrommessung (L-PE), oder durch Widerstandsmessung, oder durch Nachweisberechnung Messung des Erdungswiderstandes



		<p>c) Messung des Isolationswiderstandes L und N gegen PE, <math>R_{IS} \geq 1 \text{ M}\Omega</math></p> <p>L gegen N (<i>nur bei abgetrennten elektronischen Bauteilen</i>)</p>	<p>Isolationsmessung mit Gleichspannung 500 V (1000V)</p>
--	--	---	---

3	<u>TN -System mit FI-Schutzeinrichtung</u>	a) Erprobung der FI-Schutzeinrichtung	Betätigen der Prüftaste
		b) Auslösestrom ist gleich oder kleiner der FI-Schutzeinrichtung, $I_{\Delta} \leq I_{\Delta N}$	FI - Prüfgerät
		c) Nachweis, dass der gesamte Erdungswiderstand der Betriebserder niederohmig ist	Messung des Erdungswiderstandes
		d) Messung des Isolationswiderstands L und N gegen PE, $R_{is} \geq 1 \text{ M}\Omega$ L gegen N (nur bei abgetrennten elektronischen Bauteilen),	Isolationsmessung mit Gleichspannung 500 V (1000 V)
4	<u>TT – System mit Überstromschutzeinrichtung</u> (erfordert bei größeren Leistungen sehr kleine Erdungswiderstände)	a) Prüfen, ob in N Überstrom-Schutzeinrichtung vorhanden ist, die gemeinsam mit L abschaltet, oder nachstehend beschriebene Abschaltung in 0,2 s vornimmt oder zusätzlicher Potentialausgleich vorhanden ist.	Besichtigen
		b) Nachweis, dass der Erdungswiderstand $R_A \leq U_L / I_A$ ist.	Messung des Erdungswiderstandes
		c) Messung des Isolationswiderstands L und N gegen PE, $R_{is} \geq 1 \text{ M}\Omega$ L gegen N (nur bei abgetrennten elektronischen Bauteilen),	Isolationsmessung mit Gleichspannung 500 V (1000 V)
5	<u>TT – System mit FI -Schutzeinrichtung</u>	a) Erproben der FI-Schutzeinrichtung	Betätigen der Prüftaste
		b) Messung des Isolationswiderstands L und N gegen PE, L gegen N, $R_{is} \geq 0,5 \text{ M}\Omega, (1 \text{ M}\Omega)$	Isolationsmessung mit Gleichspannung 500 V (1000 V)
		c) Nachweis, dass der Auslösestrom gleich oder kleiner dem Fehlernennstrom ist, $I_{\Delta} \leq I_{\Delta N}$ und dass dabei die zulässige Berührungsspannung $U_L$ nicht überschritten wird.  $U_L = 50 \text{ VAC}$ , für besondere Betriebsräume niedrigere Werte (z.B. 25V AC). Anstelle $U_L$ kann auch der Erdungswiderstand $R_A$ gemessen werden. Bedingung: $R_A \leq U_L / I_{\Delta N}$ .	FI-Prüfgerät oder zusätzliche Erdungsmessung, bei selektiven (zeitverzögerten) FI ist:  $R_A \leq U_L / (2 I_{\Delta N})$



6	IT – System		
6.1	Wirksamkeit beim ersten Fehler	a) Besichtigung	
		b) Erprobung der Isolations-Überwachungseinrichtung	Betätigen der Prüftaste
		c) Nachweis, dass der Erdungswiderstand $R_A$ gleich oder kleiner als $U_L/I_d$ ist, oder dass die Spannung $U_E$ am Erder bei Erdung eines Außenleiters gleich oder kleiner als $U_L$ ist.	Messung des Erdungswiderstandes und Messung des Ableitstroms $I_d$ oder Messung der Spannung am Erder bei Erdschluss.
6.2	Wirksamkeit bei Doppelfehler durch:		
	▪ zusätzlichen Potentialausgleich und Isolationsüberwachung	a) Ordnungsgemäßer Zustand	Besichtigen
		b) Erprobung der Isolations-Überwachungseinrichtung	Betätigen der Prüftaste
	▪ Überstromschutz (zur Messung vorübergehend einen Außenleiter erden)	Nachweis, dass Kurzschlussstrom in 0,4 s oder 5s beim 2. Fehler die Überstrom-Schutzeinrichtung auslöst.	Schleifenimpedanzmessung (L-PE), Widerstandsmessung oder rechnerischer Nachweis.
	▪ FI-Schutzeinrichtung (Ist $I_d$ kleiner als $I_{\Delta}$ zur Messung vorübergehend einen Außenleiter erden).	a) Erprobung der FI-Schutzeinrichtung	Betätigung der Prüftaste
		b) Nachweis, dass der Auslösestrom gleich oder kleiner dem Fehlernennstrom ist, $I_{\Delta} \leq I_{\Delta N}$ und dass dabei die zulässige Berührungsspannung $U_L$ nicht überschritten wird.  $U_L = 50VAC$ , für besondere Betriebsräume niedrigere Werte (z.B. 25V AC). Anstelle $U_L$ kann auch der Erdungswiderstand $R_A$ gemessen werden. Bedingung: $R_A \leq U_L / I_{\Delta N}$ .	FI-Prüfgerät oder zusätzliche Erdungsmessung, bei selektiven FI ist: $R_A \leq U_L / (2 I_{\Delta N})$