

DIN IEC/IEEE 62582-6
(VDE 0491-21-6)
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 27.160 20

Einsprüche bis 2017-07-26

Entwurf
**Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung –
 Zustandsüberwachung elektrischer Geräte –
 Teil 6: Isolationswiderstand
 (IEC 45A/1131/CD:2017)**

Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety –
 Electrical equipment condition monitoring methods –
 Part 6: Insulation resistance
 (IEC 45A/1131/CD:2017)

Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté –
 Méthodes pour la surveillance de l'état des matériels électriques –
 Partie 6: Résistance de l' isolation
 (IEC 45A/1131/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-05-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 46 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Abkürzungen und Formelzeichen.....	11
5 Allgemeine Beschreibung.....	11
6 Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit	13
7 Instrumentierung.....	13
7.1 Messspannungspegel.....	13
7.2 Unsicherheit.....	13
7.3 Kalibrierung	14
8 Isolationswiderstands-Messverfahren	14
8.1 Allgemeines	14
8.2 Anforderungen an die Erfassung von Änderungen des Isolationswiderstands während der simulierten Störfallbedingungen	14
8.3 Prüfmuster	14
8.4 Interferenz	14
8.5 Konditionierung.....	15
8.6 Messung des Isolationswiderstands während der dynamischen Phase bei simulierten Störfallbedingungen.....	15
8.6.1 Messanordnung.....	15
8.6.2 Ablauf	15
8.6.3 Stromabschaltung.....	15
8.6.4 Anschluss der Isolationswiderstands-Spannung und Beginn der Messung	15
8.6.5 Standardspannung	15
8.6.6 Bestimmung des Isolationswiderstands	15
8.6.7 Vorbereitung für die nächste Messschleife	16
8.6.8 Zusammenfassung einer Messschleife	16
8.6.9 Gesamtzeitbedarf für jede Messung aller Kombinationen während der dynamischen Phase der simulierten Störfallbedingungen	17
8.6.10 Drahtverbindungsabfolge	17
8.7 Messung des Isolationswiderstands während der stabilen Phasen unter simulierten Störfallbedingungen.....	17
8.8 Messung des Isolationswiderstands an einem Kabel unter Strom	17
9 Messbericht	18
Literaturhinweise.....	19

Anhang A (informativ) Beispiele des gleichwertigen Diagramms für ein Kabel und das Messgerät bei Gleichstrom	20
Anhang B (informativ) Leckstrommessung mit Wechselspannung	22
Anhang C (informativ) Abhängigkeit des Isolationswiderstands nur von der Temperatur und kombiniert mit Dampf	23
Anhang D (informativ) Beispiele für Isolationswiderstands-Messergebnisse auf gealterten Kabeln bei simulierten Störfallbedingungen	24

Bilder

Bild 1 – Zeit bis zur Stabilisierung des Isolationswiderstands gemessen vor LOCA, nach 10 min während LOCA und nach 30 min während LOCA.	12
Bild 2 – Darstellung einer Messschleife	16
Bild A.1 – Anordnung für Messung des Isolationswiderstands mit Gleichspannung (Schutz wird nicht benötigt, wenn die Masse nahe dem Isolator liegt)	20
Bild B.1 – Anordnung zur Messung des Isolationswiderstands mit Wechselspannung	22
Bild C.1 – Isolationswiderstand einer PVC-Isolation in Abhängigkeit von der Temperatur zwischen 20 und 150 °C.	23
Bild D.1 – Beispiel für das Messergebnis des Isolationswiderstands zwischen Leitern und Masse bei einer LOCA-Prüfung eines Kabels mit 7 Leitern	24
Bild D.2 – Beispiel von Messungen des Isolationswiderstands zwischen Leitern und Masse und zwischen Leitern	25
Bild D.3 – Beispiel der Messung des Isolationswiderstands bei LOCA-Simulation. Alle Leiter gegen Abschirmung und Behälter	26

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45A/1131/CD:2017 „Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Electrical equipment condition monitoring methods – Part 6: Insulation resistance“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Teil des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 45A „Instrumentation and control of nuclear facilities“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme und Abstimmung vorgelegt. Es wird jedoch nicht zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage gestellt. Derzeit ist also nicht vorgesehen, dieses Dokument als Europäische Norm zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS (en: Final Draft International Standard) nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CDV als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

In der Reihe VDE 0491 sind als Normen erschienen:

- **DIN EN 61226 (VDE 0491-1):2010-08**, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Kategorisierung leittechnischer Funktionen (IEC 61226:2009); Deutsche Fassung **EN 61226:2010**
- **DIN EN 61513 (VDE 0491-2):2013-09**, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Allgemeine Systemanforderungen (IEC 61513:2011); Deutsche Fassung **EN 61513:2013**
- **DIN EN 60987 (VDE 0491-3-1):2015-06**, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen an die Hardwareauslegung rechnerbasierter Systeme (IEC 60987:2007 + A1:2013); Deutsche Fassung **EN 60987:2015**
- **DIN EN 60880 (VDE 0491-3-2):2010-03**, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorie A (IEC 60880:2006); Deutsche Fassung **EN 60880:2009**
- **DIN EN 62138 (VDE 0491-3-3):2010-03**, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorien B oder C (IEC 62138:2004); Deutsche Fassung **EN 62138:2009**
- **DIN EN 61500 (VDE 0491-3-4):2011-12**, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Datenkommunikation (IEC 61500:2009); Deutsche Fassung **EN 61500:2011**
- **DIN EN 62566 (VDE 0491-3-5):2015-02**, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Entwicklung HDL-programmierter integrierter Schaltkreise für Systeme, die Funktionen der Kategorie A ausführen (IEC 62566:2012); Deutsche Fassung **EN 62566:2014**
- **DIN IEC 62117 (VDE 0491-4):2001-10**, Kernkraftwerke – Druckwasserreaktoren – Überwachung ausreichender Kühlung des Korns im abgeschalteten Zustand des Reaktors (IEC 62117:1999)
- **DIN EN 61839 (VDE 0491-5):2015-01**, Kernkraftwerke – Auslegung von Warten – Analyse und Zuordnung der Funktionen (IEC 61839:2000); Deutsche Fassung **EN 61839:2014**
- **DIN EN 60964 (VDE 0491-5-1):2010-08**, Kernkraftwerke – Warten – Auslegung (IEC 60964:2009); Deutsche Fassung **EN 60964:2010**
- **DIN EN 62241 (VDE 0491-5-2):2015-06**, Kernkraftwerke – Warte – Funktionen zur Meldung und Anzeige von Störungen (IEC 62241:2004); Deutsche Fassung **EN 62241:2015**
- **DIN EN 61227 (VDE 0491-5-3):2016-11**, Kernkraftwerke – Warten – Handbedienungen (IEC 61227:2008); Deutsche Fassung **EN 61227:2016**
- **DIN EN 61772 (VDE 0491-5-4):2013-09**, Kernkraftwerke – Warten – Anwendung von Sichtgeräten (IEC 61772:2009); Deutsche Fassung **EN 61772:2013**
- **DIN EN 60965 (VDE 0491-5-5):2017-02**, Kernkraftwerke – Warten – Notsteuerstellen für das Abfahren des Reaktors ohne Verbindung zur Hauptwarte (IEC 60965:2016); Deutsche Fassung **EN 60965:2016**
- **DIN IEC 60568 (VDE 0491-6):2006-11**, Kernkraftwerke – Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Kerninstrumentierung zur Messung der Neutronenflussdichte in Leistungsreaktoren (IEC 60568:2006)
- **DIN EN 60709 (VDE 0491-7):2010-12**, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Physikalische und elektrische Trennung (IEC 60709:2004); Deutsche Fassung **EN 60709:2010**
- **DIN EN 62808 (VDE 0491-9-3):2017-02**, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auslegung und Qualifizierung von Isolationseinrichtungen (IEC 62808:2015); Deutsche Fassung **EN 62808:2016**
- **DIN EN 62340 (VDE 0491-10):2010-12**, Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen zur Beherrschung von Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (IEC 62340:2007); Deutsche Fassung **EN 62340:2010**
- **DIN IEC/IEEE 60780-323 (VDE 0491-80):2016-12**, Kerntechnische Anlagen – Elektrisches Gerät mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Qualifizierung (IEC/IEEE 60780-323:2016)

- **DIN EN 60671 (VDE 0491-100):2011-12**, *Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Prüfungen zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit (IEC 60671:2007)*; Deutsche Fassung **EN 60671:2011**

Als Norm-Entwürfe liegen vor:

- E DIN IEC 61226 (VDE 0491-1):2015-08, *Kernkraftwerke – Leittechnische und elektrische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Kategorisierung von Funktionen und Klassifizierung von Systemen (IEC 45A/1018/CD:2015)*
- E DIN IEC 62138 (VDE 0491-3-3):2015-01, *Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorien B oder C (IEC 45A/962/CD:2014)*
- E DIN IEC 61500 (VDE 0491-3-4):2016-02, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Datenkommunikation in Systemen, die Funktionen der Kategorie A ausführen (IEC 45A/1044/CD:2015)*
- E DIN IEC 62988 (VDE 0491-3-6):2016-05, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auswahl und Einsatz drahtloser Gerät (IEC 45A/1050/CD:2015)*
- E DIN IEC 62645 (VDE 0491-3-7):2013-04, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme – Anforderungen an die IT-Sicherheitsplanung für rechnerbasierte Systeme (IEC 45A/890/CDV:2012)*
- E DIN IEC 62859 (VDE 0491-3-8):2015-10, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme – Anforderungen bezüglich der Koordination von Sicherheit und Cyber-Security (IEC 45A/1014/CD:2015)*
- E DIN EN 60964/A1 (VDE 0491-5-1/A1):2016-07, *Kernkraftwerke – Warten – Auslegung (IEC 45A/1062/CD:2015)*
- E DIN IEC 62646 (VDE 0491-5-6):2011-09, *Kernkraftwerke – Warten – Rechnerunterstützte Prozeduren (IEC 45A/839/CDV:2011)*
- E DIN IEC 62954 (VDE 0491-5-7):2016-06, *Kernkraftwerke – Warten – Anforderungen für Notfall-Reaktionseinrichtungen (IEC 45A/1063/CD:2015)*
- E DIN IEC 60709 (VDE 0491-7):2016-05, *Kernkraftwerke – Elektrische und leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Physikalische und elektrische Trennung (IEC 45A/1046/CD:2015)*
- E DIN IEC 61225 (VDE 0491-8):2012-06, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen an die elektrische Energieversorgung (IEC 61225:2005)*
- E DIN IEC 62855 (VDE 0491-8-1):2014-11, *Kernkraftwerke – Elektrische Systeme – Analyse der Stromversorgung (IEC 45A/964/CD:2014)*
- E DIN IEC 60772 (VDE 0491-9-1):2014-11, *Kernkraftwerke – Sicherheitswichtige Instrumentierung – Elektrische Durchführungen für Sicherheitsbehälter (IEC 45A/966/CD:2014)*
- E DIN IEC 60744 (VDE 0491-9-2):2014-11, *Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Sicherheitslogikanordnungen: Merkmale und Testverfahren (IEC 45A/946/CD:2014)*
- E DIN EN 62808/A1 (VDE 0491-9-3/A1):2017-04, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auslegung und Qualifizierung von Isolationseinrichtungen (IEC 45A/1093/Q:2016)*
- E DIN IEC 62887 (VDE 0491-9-4):2016-03, *Kernkraftwerke – Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Druckmessumformer: Eigenschaften und Prüfverfahren (IEC 45A/1045/CD:2015)*
- E DIN IEC 62003 (VDE 0491-11):2016-05, *Kernkraftwerke – Elektro- und leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Anforderungen für die Prüfung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (IEC 45A/1052/CD:2015)*
- E DIN IEC 62705 (VDE 0491-15):2015-02, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Strahlungsüberwachungssysteme: Eigenschaften und Lebenszyklus (IEC 62705:2014)*
- E DIN IEC 61504 (VDE 0491-16):2015-10, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zentralisierte Systeme zur kontinuierlichen Strahlungs- und/oder Radioaktivitätsüberwachung (IEC 45A/1016/CD:2015)*
- E DIN IEC 61031 (VDE 0491-17):2017-02, *Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Auslegungs-, Anordnungs- und Anwendungskriterien für fest instal-*

lierte Einrichtungen zur Umgebungsüberwachung der Gamma-Dosisleistung zum Einsatz in kerntechnischen Anlagen während Normalbetrieb und bei anzunehmenden betrieblichen Ereignissen (IEC 45A/1107/CD:2016)

- E DIN IEC 62342 (VDE 0491-20-1):2012-02, Kernkraftwerke – Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Alterungsmanagement (IEC 62342:2007)
- E DIN IEC/IEEE 62582-1 (VDE 0491-21-1):2015-06, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 1: Allgemeines (IEC/IEEE 62582-1:2011)
- E DIN IEC/IEEE 62582-2 (VDE 0491-21-2):2015-08, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 2: Eindringprüfung (IEC/IEEE 62582-2:2011)
- E DIN IEC/IEEE 62582-3 (VDE 0491-21-3):2015-07, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 3: Reißdehnung (IEC/IEEE 62582-3:2012)
- E DIN IEC/IEEE 62582-4 (VDE 0491-21-4):2015-10, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 4: Oxidation (IEC/IEEE 62582-4:2011)
- E DIN IEC/IEEE 62582-5 (VDE 0491-21-5):2016-03, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 5: Optische Zeitbereichsreflektometrie (IEC/IEEE 62582-5:2015)
- E DIN IEC/IEEE 62582-6 (VDE 0491-21-6):2017-06, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 6: Isolationswiderstand (IEC 45A/1131/CD:2017)
- E DIN IEC 62765-1 (VDE 0491-22-1):2015-06, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Alterungsmanagement von Sensoren und Transmittern – Teil 1: Drucktransmitter (IEC 45A/1001/FDIS:2015)
- E DIN IEC 62765-2 (VDE 0491-22-2):2016-07, Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Alterungsmanagement von Sensoren und Transmittern – Teil 2: Temperaturfühler (IEC 45A/1061A/CD:2015)

Einleitung

a) Technischer Hintergrund, Hauptinhalte und Organisation der Norm

Diese IEC/IEEE-Norm konzentriert sich speziell auf Isolationswiderstandsmessverfahren zur Überwachung des dielektrischen Zustands von Kabeln und Zubehör, insbesondere bei der Simulation von Auslegungsereignissen.

Diese IEC/IEEE-Norm ist der sechste Teil der Reihe IEC/IEEE 62582. Sie enthält detaillierte Beschreibungen der Zustandsüberwachung auf der Grundlage von Isolationswiderstandsmessungen.

Die Normenreihe IEC/IEEE 62582 wird mit einem gemeinsamen Logo versehen, das sie für das Alterungsmanagement von für IEEE- sowie IEC-Normen qualifizierten elektrischen Geräten anwendbar macht.

Für gealterte Kabel und Zubehör bestimmt das dielektrische Verhalten bei simulierten Störfallbedingungen im Allgemeinen die Funktionalität bei simulierten Störfallbedingungen.

Es wurden umfangreiche Untersuchungen über die Zustandsüberwachungstechniken und die Verwendung dieser Techniken in der Gerätequalifikation durchgeführt, wie in NUREG/CR-6704, Bd. 2 (BNL-NUREG-52610) und JNES-SS-0903, 2009 aufgeführt.

Diese Norm ist für die Anwendung durch Prüflaboratorien, KKW-Anlagenbetreiber, Systembegutachter und Genehmigungsbehörden vorgesehen.

b) Einordnung der vorliegenden Norm in die Struktur der Normen des IEC/SC 45A

IEC/IEEE 62582-6 ist ein IEC/SC-45A-Dokument der dritten Ebene und behandelt die speziellen Aspekte der Anwendung und der Durchführung von Isolationswiderstandsmessungen bei simulierten Störfallbedingungen zum Alterungsmanagement von Kabeln und Zubehör in Kernkraftwerken.

IEC/IEEE 62582-6 muss in Verbindung mit IEC/IEEE 62582-1 angewandt werden, die Anforderungen an die Anwendung von Methoden zur Zustandsüberwachung von elektrischen Geräten mit sicherheitstechnischer Bedeutung in Kernkraftwerken liefert.

Mehr Details über die Struktur der Normen des IEC/SC 45A sind in Punkt d) dieser Einleitung enthalten.

c) Empfehlungen und Einschränkungen für die Anwendung der Norm

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass diese Norm keine zusätzlichen funktionalen Anforderungen für Sicherheitssysteme aufstellt.

d) Beschreibung der Struktur der Normen des IEC/SC 45A und der Beziehungen zu weiteren Dokumenten der IEC sowie anderer Organisationen (IAEA, ISO)

Die Eingangsdokumente zu den Normen des IEC/SC 45A stellen die Normen **IEC 61513** und IEC 63046 dar. **IEC 61513** enthält allgemeine Anforderungen an die leittechnischen Systeme und Geräte, die zur Ausführung von Funktionen mit sicherheitstechnischer Bedeutung in Kernkraftwerken genutzt werden. IEC 63046 enthält allgemeine Anforderungen an elektrische Stromversorgungssysteme von Kernkraftwerken; sie umfasst Stromversorgungssysteme einschließlich der Versorgungssysteme der leittechnischen Systeme. **IEC 61513** und IEC 63046 sind in Verbindung und auf gleicher Ebene zu berücksichtigen. Durch **IEC 61513** und IEC 63046 wird die Normen des IEC/SC 45A strukturiert und ein kompletter Rahmen erstellt, der allgemeine Anforderungen an die leittechnischen Systeme für Kernkraftwerke festlegt.

In **IEC 61513** und IEC 63046 wird direkt auf andere Normen des IEC/SC 45A verwiesen, welche allgemeine Themen wie Kategorisierung von Funktionen und Klassifizierung von Systemen, Qualifizierung, Trennung, Maßnahmen gegen Versagen aufgrund gemeinsamer Ursachen, Auslegung von Warten, elektromagnetische Kompatibilität, Cybersecurity, Software- und Hardwareaspekte programmierbarer Digitalsysteme, Koordinierung von Sicherheitsanforderungen sowie Alterungsmanagement behandeln. Die Normen, auf die direkt ver-

wiesen wird, bilden die zweite Ebene und sollten zusammen mit IEC 61513 und IEC 63046 als ein in sich konsistenter Satz von Dokumenten betrachtet werden.

Die dritte Ebene bilden Normen des IEC/SC 45A, auf die in IEC 61513 oder IEC 63046 nicht direkt verwiesen wird. Diese Normen behandeln spezielle Geräte, technische Methoden oder spezifische Aktivitäten. Sie beziehen sich hinsichtlich der allgemeinen Themen auf die Dokumente der zweiten Ebene, können jedoch im Allgemeinen für sich allein benutzt werden.

Eine vierte Ebene erweitert die Normen des IEC/SC 45A um Technische Berichte, die nicht normativ sind.

In den Normen des IEC/SC 45A werden die Prinzipien und grundsätzlichen Sicherheitsaspekte des IAEA-Codes für die Sicherheit von Kernkraftwerken in der IAEA-Sicherheitsreihe (SSR) umgesetzt und detailliert. Insbesondere werden die Folgenden beinhaltet: Die IAEA-Anforderungen SSR-2/1, die die Sicherheitsanforderungen für die Auslegung von KKWs festlegen; die IAEA Safety Guide SSG-30, die die Sicherheit von Strukturen, Systemen und Komponenten in Kernkraftwerken klassifiziert; die IAEA Safety Guide SSG-39, die die Auslegung der leittechnischen Systeme in Kernkraftwerken behandelt; die IAEA Safety Guide SSG-34, die sich mit der Auslegung von elektrischen Stromversorgungssystemen für Kernkraftwerke befasst, und die Implementierungs-Guide NSS17 für die Computersicherheit an kerntechnischen Anlagen. Die Sicherheitsterminologie und -definitionen in den Normen des IEC/SC 45A stimmen mit denen von der IAEA verwendeten überein.

Für IEC 61513 und IEC 63046 wird ein Darstellungsformat verwendet, das dem der grundlegenden Sicherheitsnorm IEC 61508 ähnlich ist, mit einem Sicherheits-Lebenszyklus als Gesamtrahmen und zusätzlich einem System-Lebenszyklus. Mit IEC 61513 und IEC 63046 werden die allgemeinen nuklearen Sicherheitsanforderungen nach IEC 61508-1, IEC 61508-2 und IEC 61508-4 für die Anwendung auf dem kerntechnischen Sektor in Bezug auf die kerntechnische Sicherheit umgesetzt. In diesem Rahmen entsprechen IEC 60880, IEC 62138 und IEC 62566 der Norm IEC 61508-3 für die Anwendung im nuklearen Sektor. IEC 61513 und IEC 63046 stützen sich für Themen der Qualitätssicherung (QS) sowohl auf ISO als auch auf IAEA GS-R-3 und IAEA GS-G-3.1 und IAEA GS-G-3.5. Auf Ebene 2 bezüglich der nuklearen Sicherheit ist IEC 62645 das Eingangsdokument für die Sicherheitsnormen des IEC/SC 45A. Es baut auf den gültigen Grundprinzipien und Hauptkonzepten der generischen Sicherheitsnormen, insbesondere ISO/IEC 27001 und ISO/IEC 27002 auf; es verwendet und vervollständigt sie, um dem nuklearen Bezug zu entsprechen, und ist im Einklang mit der Reihe IEC 62443. Auf Ebene 2, in Bezug auf Warten, ist IEC 60964 das Eingangsdokument für die Warte-Normen des IEC/SC 45A und IEC 62342 das Eingangsdokument für die Alterungsmanagement-Normen des IEC/SC 45A.

ANMERKUNG 1 Es wird davon ausgegangen, dass für die Auslegung der Leittechnik in Kernkraftwerken mit herkömmlichen Sicherheitsfunktionen (z. B. Arbeitssicherheit, Vermögensschutz, chemische Gefahren, Prozessenergiegefahren) solche internationalen oder nationalen Normen angewendet werden, die auf den Anforderungen von Normen wie IEC 61508 basieren.

ANMERKUNG 2 Der Arbeitsbereich des IEC/SC 45A wurde im Jahr 2013 auf elektrische Anlagen erweitert. In den Jahren 2014 und 2015 fanden Gespräche innerhalb des IEC/SC 45A statt, um zu entscheiden, wie und wo allgemeine Voraussetzungen für den Entwurf von elektrischen Anlagen zu berücksichtigen sind. Die Experten des IEC/SC 45A haben empfohlen, dass eine unabhängige Norm auf dem gleichen Niveau wie IEC 61513 entwickelt werden soll, um allgemeine Anforderungen für elektrische Anlagen festzulegen. Das Projekt IEC 63046 wird nun zur Erreichung dieses Ziels gestartet. Wenn IEC 63046 veröffentlicht wird, wird diese Anmerkung der Einführung der IEC/SC 45A-Norm entfallen.

Kernkraftwerke – Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Zustandsüberwachung elektrischer Geräte – Teil 6: Isolationswiderstand

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC/IEEE 62582 enthält Methoden zur Zustandsüberwachung von organischen und polymeren Werkstoffen in den Mess- und Steuerleitungen unter Verwendung von Isolationswiderstandsmessungen in einem Detailierungsgrad, die zur Erstellung von genauen und reproduzierbaren Ergebnissen bei simulierten Störfallbedingungen erforderlich sind. Er enthält die Anforderungen an das Messsystem und die -bedingungen sowie die Berichte der Messergebnisse.

ANMERKUNG Die Messung des Isolationswiderstands bei simulierten Störfallbedingungen (z. B. LOCA) mit dem Ziel, den niedrigsten Wert während des Störfalls zu bestimmen, um das Kabelverhalten zu beurteilen, beinhaltet besondere Anforderungen, die in dieser Norm festgelegt sind. Verfahren zur Messung unter stabilen (Nicht-Störfall-) Bedingungen sind in anderen internationalen Normen, z. B. IEC 62631-3-3, beschrieben.

Die verschiedenen Teile der Reihe IEC/IEEE 62582 sind Messnormen, vor allem für den Einsatz im Alterungsmanagement bei der Erstqualifikation und nach der Installation. IEC/IEEE 62582-1 enthält Anforderungen an die Anwendung von anderen Teilen der IEC/IEEE 62582 und einige Elemente, die in allen Methoden gemeinsam sind. Informationen über die Rolle der Zustandsüberwachung bei der Qualifizierung von sicherheitsrelevanten Geräten sind in IEC/IEEE 60780-323 enthalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

JCGM 100:2008, *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in 201 measurement*. First edition 2008. Corrected version 2010

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

kapazitiver Ladestrom

(en: **capacitive charging current**)

Strom, der den Kondensator auflädt, der durch die zu testende Isolation zwischen den mit den Messinstrument-Eingängen verbundenen leitenden Teilen gebildet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Beginn ist der Kondensator nicht geladen und ein hoher Strom fließt. Der Strom fällt, wenn der Kondensator geladen wird.

3.2

Isolationsleckstrom

(en: **insulation leakage current**)

Strom, der durch die Isolation fließt

3.3

Isolationswiderstand

(en: **insulation resistance**)

Widerstand zwischen zwei leitenden Teilen, die durch eine elektrische Isolation getrennt sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wert des gemessenen Isolationswiderstands ist in Ωm anzugeben.

3.4

Polarisationsabsorptionsstrom

(en: polarisation absorption current)

Die Komponente eines dielektrischen Stroms, die proportional zu der Rate der Akkumulation von elektrischen Ladungen innerhalb des Dielektrikums ist

3.5

Oberflächenleckstrom

(en: surface leakage current)

Strom, der auf der Oberfläche der Isolation zwischen den Anschlusspunkten der angelegten Spannung fließt. Der Oberflächenleckstrom ist zeitunabhängig

4 Abkürzungen und Formelzeichen

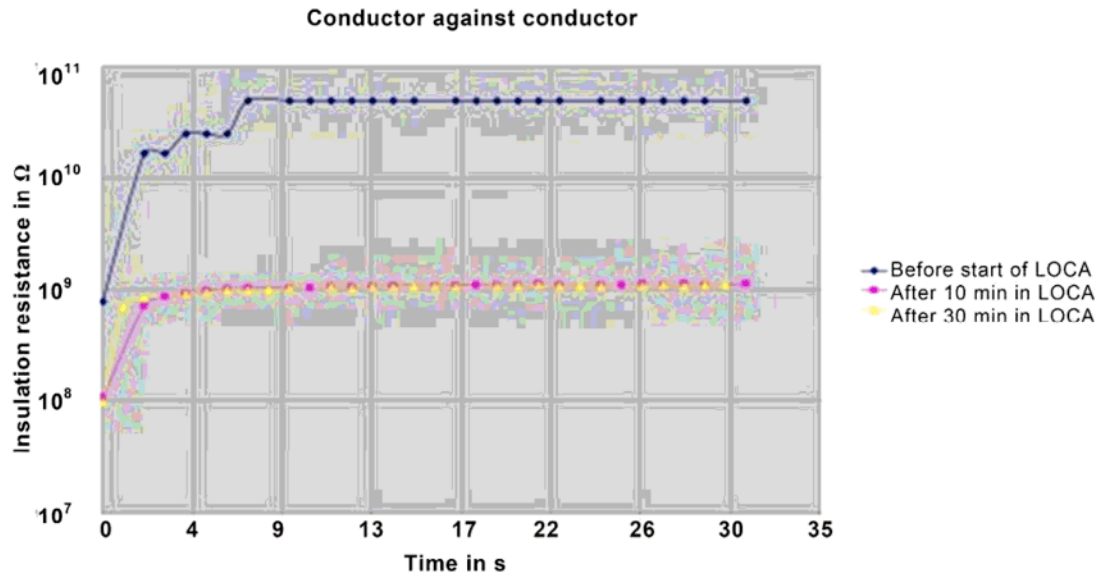
GS	Gleichstrom
IW	Isolationswiderstand
Io	Oberflächenleckstrom
li	Isolationsleckstrom
Ip	Polarisationsabsorptionsstrom
Ic	kapazitiver Ladestrom
LOCA	Kühlmittelverluststörfall
WS	Wechselstrom
Ω	Ohm

5 Allgemeine Beschreibung

Die Isolationswiderstandsmessung ist eine häufig verwendete Methode zur Angabe des Zustands der Isolierkomponenten, vor allem der Kabelisolierung, bei simulierten Störfallbedingungen. Es kann festgelegt werden, dass ein Mindestwert der Isolation eines Kabels während der simulierten Störfallbedingungen überschritten werden kann. Der minimale Isolationswert kann vorgeschrieben werden, um eine Marge zu den dielektrischen Bedingungen zu gewährleisten, bei denen die Sicherheitsfunktion des Schaltkreises nicht beeinträchtigt wird. Dies ist in der Regel der Fall für Instrumentenkabel. Der vorgeschriebene Isolationswert bezieht sich auf die Länge des Kabels und sollte in Ωm , d. h. in Ω für ein Meter Kabellänge angegeben werden.

Diese Norm umfasst die Messung des Zustandes der Kabel. Zur Messung des Isolationswiderstands als Maß für den Kabelzustand wird Gleichspannung empfohlen. Für die Messung der Funktionsfähigkeit des Kabels in der vorgesehenen Anwendung wird vor allem Wechselspannung verwendet. [Anhang A](#) enthält ein Beispiel für die Messanordnung des Isolationswiderstands mit Gleichspannung. Einige Richtlinien für die Leckstrommessung mit Wechselspannung sind in [Anhang B](#) aufgeführt. Der Aufbau in [Anhang B](#) wird nur für die Funktionsfähigkeitsprüfung und nicht als Ersatz für die Messung des Isolationswiderstands mit Gleichspannung empfohlen.

Der Gesamtstrom, der nach dem Anlegen einer Gleichspannung gemessen wird, besteht aus I_o , l_i , I_p und I_c . Entsteht ein Fehler bei der Isolationswiderstandsmessung, wenn die Isolationsoberfläche nicht mit der Masseebene verbunden ist, kann er durch eine Schutzklemme beseitigt werden. Für Werte des Isolationswiderstands, die bei simulierten Störfallbedingungen erwartet werden, ist der Einfluss von I_p klein. I_c ist für die meisten gängigen Isoliermaterialien für eine kurze Zeit nach dem Anlegen der Spannung signifikant und die Stabilisierung des Gesamtstromwertes ist abzuwarten. Für alle gängigen Isoliermaterialien kann I_c nach weniger als 3 s als unbedeutend angesehen werden, wenn der Isolationswiderstand unter Störfallbedingungen gemessen wird. [Abbildung 1](#) zeigt ein Beispiel zur Zeit der Stabilisierung bei der Messung des Isolationswiderstands während LOCA.

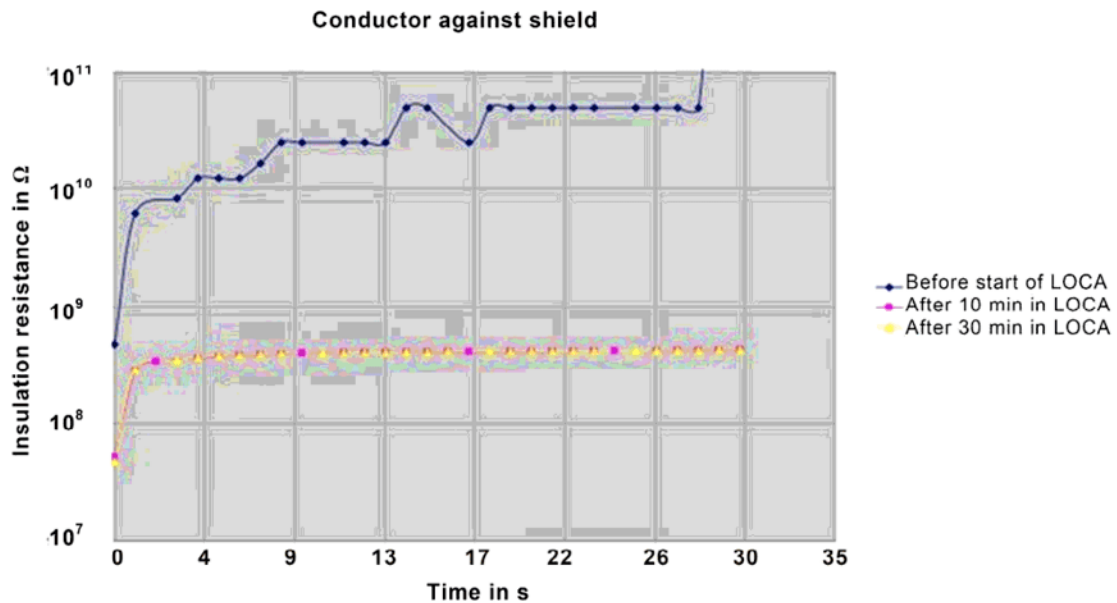


englisch

Conductor against conductor
 Insulation resistance in Ω
 Before start of LOCA
 After 10 min in LOCA
 After 30 min in LOCA
 Time in s

deutsch

Leiter gegen Leiter
 Isolationswiderstand in Ω
 Vor dem Beginn des LOCA
 Nach 10 min während LOCA
 Nach 30 min während LOCA
 Zeit in s



englisch

Conductor against shield
 Insulation resistance in Ω
 Before start of LOCA
 After 10 min in LOCA
 After 30 min in LOCA
 Time in s

deutsch

Leiter gegen Schild
 Isolationswiderstand in Ω
 Vor dem Beginn des LOCA
 Nach 10 min während LOCA
 Nach 30 min während LOCA
 Zeit in s

Bild 1 – Zeit bis zur Stabilisierung des Isolationswiderstands gemessen vor LOCA, nach 10 min während LOCA und nach 30 min^{N1)} während LOCA

^{N1)} Nationale Fußnote: 30 min in Übereinstimmung mit der Darstellung im Bild. In der Bildunterschrift des IEC-Originals steht hier fälschlich 60 min.

Die Diagramme zeigen, dass die Stabilisierung der Messungen während LOCA innerhalb von 3 s auch in einem Fall erreicht wird, in dem der IR-Wert weit über 100 MΩ liegt.

6 Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit

Diese internationale Norm beschränkt sich auf die Anwendung der Isolationswiderstandsmessung zur Zustandsüberwachung von Kabeln bei simulierten Störfallbedingungen. Die Temperatur des Isolators hat einen sehr bedeutenden Einfluss auf die gemessenen Werte – eine manchmal verwendete Faustregel besagt eine Abnahme des Isolationswiderstands um einen Faktor von zwei für eine Temperaturerhöhung um 10 K. Darüber hinaus beeinflussen die hohe Feuchtigkeit und der Druck, die mit den simulierten Störfallbedingungen einhergehen, die gemessenen Werte, da Feuchtigkeit auf dem Isolator kondensiert und in den Isolator eindringt. Die Abhängigkeit des Isolationswiderstands von Temperatur und Dampf wird in [Anhang C](#) diskutiert. Bei der Simulation von Störfallbedingungen variieren die Temperatur, die Feuchtigkeitskondensation und das Eindringen von Feuchtigkeit in den Isolator mit der Zeit. Das Ergebnis einer Isolationswiderstandsmessung bei simulierten Störfallbedingungen variiert erheblich je nach Anfangszustand des Kabels und zu welchem Zeitpunkt während der simulierten Störfallbedingungen die Messung durchgeführt wird. [Anhang D](#) zeigt einige Ergebnisse der Messung des Isolationswiderstands an gealterten Kabeln während eines simulierten LOCA.

Wie im [Bild D.1](#) im [Anhang D](#) dargestellt, ist für jede Messung eine begrenzte Zeit verfügbar, um die Erkennung des niedrigsten Isolationswiderstands während eines simulierten Störfallzustandes für die Messung eines Mehrkern-Kabels zu ermöglichen. [Bild D.1](#) veranschaulicht auch die Bedeutung der Messung des Isolationswiderstands auf jedem Leiter, um den Leiter mit dem niedrigsten Wert zu finden.

Einige Kabelqualifizierungsnormen, wie z. B. IEEE 383, erfordern, dass das Kabel während der Prüfung mit Nennspannung und -strom belastet wird. Die Messtechnik muss dann Messung und Last kombinieren. Wenn es eine nicht kontinuierliche Messung gibt, muss das Intervall zwischen den Messungen definiert werden, um den niedrigsten Wert mit einer erforderlichen Unsicherheit zu finden.

Der Zweck der Messung des Isolationswiderstands nach dieser internationalen Norm ist es, Werte im Bereich von bis zu 100 MΩm zu erfassen, d. h. Werte des Isolationswiderstands, oberhalb derer keine signifikanten Effekte bei simulierten Störfallbedingungen bei der Funktionalität von typischen Niederspannungskabeln erwartet werden.

ANMERKUNG Das annehmbare Isolationswiderstands-Niveau hängt von der Anwendung ab. Für die meisten Anwendungen liegt der erforderliche Isolationswert deutlich unter 100 MΩm.

Nach IEEE 383-2015 sollten die Qualifikationstests für Koaxial-, Triaxial-, Zwillings- und Daten-/ Kommunikationskabel eine ausreichende Prüfung der kritischen elektrischen Leistungsmerkmale des Kabels umfassen, um eine ausreichende Analyse der Kompatibilität des Kabels für die jeweilige Anwendung zu ermöglichen. Dies kann die Isolationswiderstandsprüfung für einige Anwendungen einschließen, aber der Isolationswiderstand muss möglicherweise höher als 100 MΩm sein.

7 Instrumentierung

7.1 Messspannungspegel

Die Messgeräte müssen in der Lage sein, genügend Strom zu liefern, um den angegebenen Messspannungspegel über den gesamten Messbereich aufrechterhalten zu können, einschließlich des niedrigsten akzeptablen Isolationswiderstands.

7.2 Unsicherheit

Das Messgerät sollte in der Lage sein, den unbekannten Widerstand mit einer Gesamtunsicherheit innerhalb von $\pm 10\%$ zu bestimmen.

ANMERKUNG Dies kann in einer Standardanordnung mit einem 10 kΩ-Nebenschlusswiderstand erreicht werden, wenn ein 6 ½-stelliges digitales Multimeter verwendet wird. Die Unsicherheitsgrenze tritt bei 100 MΩ auf und ein Isolationswiderstand kann im 10 kΩ-Bereich noch erfasst werden.

Die Unsicherheit wird nach JCGM 100:2008 (GUM-Methodik) berechnet.

7.3 Kalibrierung

Das Isolationswiderstands-Messgerät muss im Bereich der gemessenen Größen kalibriert werden. Diese Größen können entweder die Spannung und der Strom oder der Widerstand sein.

8 Isolationswiderstands-Messverfahren

8.1 Allgemeines

Das beschriebene Messverfahren ermöglicht die Bestimmung des untersten Isolationswiderstands von einzelnen Drähten eines Mehraderkabels. Bei der Messung des Isolationswiderstands eines Einzeldrahtes oder eines einadrigen Kabels ist die Umschaltung nicht relevant, und die Messperiode kann bei der Messung an stromlosen Kabeln gleich der Prüfungszeit sein. Dies gilt auch für ein Mehraderkabel, wenn alle Drähte an die Masseebene angeschlossen und gemessen werden, um Informationen über das allgemeine Verhalten des Kabels zu erhalten. Für Messungen an Kabeln unter Spannung siehe 8.8.

8.2 Anforderungen an die Erfassung von Änderungen des Isolationswiderstands während der simulierten Störfallbedingungen

Um den maximalen Einfluss auf den Widerstand der schnell variierenden Temperatur/Feuchte/Druck im Anfangsteil der Störfallbedingungssimulation zu erfassen, müssen die Umschaltzeit, die Stabilisierungszeit und die Messzeit begrenzt sein, um die Erfassung der Änderungen des Isolationswiderstands zu ermöglichen. Das Verfahren muss während der Störfallbedingungssimulation aufeinanderfolgende Messwerte des Isolationswiderstands mindestens alle 7,5 min zulassen. Der bei der Störfallbedingungssimulation ermittelte niedrigste Wert ist zu berichten. Zusätzlich zum berichteten niedrigsten Isolationswiderstands muss ein Diagramm aufgenommen werden, das den Zeitverlauf des Isolationswiderstands während der Störfallbedingungssimulation zeigt.

8.3 Prüfmuster

Das Prüfmuster (komplettes Kabel oder Einzelleiter im Test) muss eine Mindestlänge von 3 m haben. Die Leiter sind an den Enden abzudichten. Wenn ein komplettes Kabel, einschließlich Mantel, getestet wird, darf es keine Abdichtung zwischen den Leitungen und dem Mantel geben, es sei denn, die Prüfung ist nur für eine bestimmte Anwendung vorgesehen, wo sie versiegelt ist.

Die Masseebene muss mit der Oberfläche des Isolators des Prüfmusters in Kontakt stehen. Keine Klemme ist dann nötig. Wenn ein metallisches Geflecht um das Muster als Masseebene verwendet wird, muss es eine Konstruktion haben, die die Absorption der Feuchtigkeit^{N2)} im Isolationsmaterial oder das Eindringen von Feuchtigkeit durch Risse im Isolationsmaterial nicht beeinflusst.

ANMERKUNG 1 Die Position der Masseebene, die durch ein metallisches Geflecht mit dem Isolator verbunden ist, führt zu einem konservativen (niedrigen) Wert des Isolationswiderstands, ähnlich dem, was im Feld erwartet werden kann, wenn das Kabel in einem Metallkanal oder am Boden einer festen metallischen Kabelrinne verlegt ist. Wenn das Kabel im Feld auf einer Kabelleiter installiert ist, ist die Verbindung zur Erde punktförmig, was zu höheren Werten des Isolationswiderstands führt.

ANMERKUNG 2 Im Falle der Prüfung von in Wasser eingetauchten Mustern kann das Wasser als Masseebene benutzt werden.

8.4 Interferenz

Andere Muster in der Kammer, die unter Wechselspannung oder Strom stehen, müssen während der Messung des Isolationswiderstands abgeschaltet werden, um Übersprechen zu vermeiden.

^{N2)} Nationale Fußnote: Der englische Begriff muss „absorption of moisture“ und nicht „absorption or moisture“ lauten.