

	DIN EN 60990 (VDE 0106-102)	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 13.260 Ersatz für DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2000-10 Siehe Anwendungsbeginn Verfahren zur Messung von Berührungstrom und Schutzleiterstrom (IEC 60990:2016); Deutsche Fassung EN 60990:2016 Methods of measurement of touch current and protective conductor current (IEC 60990:2016); German version EN 60990:2016 Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection (IEC 60990:2016); Version allemande EN 60990:2016 Gesamtumfang 64 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-07-04 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-03-01.

Für **DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2000-10** besteht eine Übergangsfrist bis 2019-07-04.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2015-05.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 711 „Sicherheit elektronischer Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 108 „Safety of electronic equipment within the field of audio/video, information technology and communication technology“ erarbeitet.

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.

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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2000-10** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Bezeichnung der Auswirkungen des elektrischen Stroms wurden zum besseren Verständnis überarbeitet,
- b) die Referenzen zu ISO 10012-1 wurden durch einen erklärenden Text ersetzt,
- c) ein neuer **Anhang H** wurde hinzugefügt,
- d) das Literaturverzeichnis (vorher Anhang M) wurde ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60990 (VDE 0106-102): 2000-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60065 <i>ersetzt durch:</i> EN 62368-1	IEC 60065 <i>ersetzt durch:</i> IEC 62368-1	DIN EN 60065 (VDE 0860) <i>ersetzt durch:</i> DIN EN 62368-1 (VDE 0868-1)	VDE 0860 <i>ersetzt durch:</i> VDE 0868-1
–	IEC 60050-195:1998	a	–
–	IEC 60050-604:1987	a	–
EN 60309-1:1999 <i>ersetzt durch:</i> EN 60309-1:1999 + A2:2012-08	IEC 60309-1:1999 <i>ersetzt durch:</i> IEC 60309-1:1999 + A2:2012-06	DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2000-05 <i>ersetzt durch:</i> DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2013-02	VDE 0623-1
EN 60335-1	IEC 60335-1	DIN EN 60335-1 (VDE 0700-1)	VDE 0700-1
HD 60364-1	IEC 60364-1	DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100)	VDE 0100-100
HD 60364-4-41:2007	IEC 60364-4-41:2005	DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007	VDE 0100-410
–	IEC/TS 60479-1:2005	DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1):2007	VDE V 0140-479-1
–	IEC/TS 60479-2:2007	–	–
EN 60601-1 (alle Teile)	IEC 60601-1 (alle Teile)	DIN EN 60601-1 (VDE 0750-1) (alle Teile)	VDE 0750-1
EN 60950-1 <i>ersetzt durch:</i> EN 62368-1	IEC 60950-1 <i>ersetzt durch:</i> IEC 62368-1	DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1) <i>ersetzt durch:</i> DIN EN 62368-1 (VDE 0868-1)	VDE 0805-1 <i>ersetzt durch:</i> VDE 0868-1
EN 61010-1:2010	IEC 61010-1	DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1)	VDE 0411-1
EN 61140:2016	IEC 61140	DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	VDE 0140-1
–	IEC Guide 104:2010	–	–
–	ISO/IEC Guide 51:2014	–	–
a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 62368-1 (VDE 0868-1), *Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik – Teil 1: Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2013-02, *Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60309-1:1999 + A1:2005, modifiziert + A2:2012); Deutsche Fassung EN 60309-1:1999 + A1:2007 + A2:2012*

DIN EN 60335-1 (VDE 0700-1), *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe*

DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007)*

DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1):2007-05, *Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Teil 1: Allgemeine Aspekte (IEC/TS 60479-1:2005 + Corrigendum Oktober 2006)*

DIN EN 60601-1 (VDE 0750-1), *Medizinische elektrische Geräte (alle Teile)*

DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1), *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1), *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel*

Verfahren zur Messung von Berührungsstrom und Schutzleiterstrom
(IEC 60990:2016)

Methods of measurement of touch current and
protective conductor current
(IEC 60990:2016)

Méthodes de mesure du courant de contact et
du courant dans le conducteur de protection
(IEC 60990:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-07-04 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60990:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 108/630/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60990, erarbeitet vom IEC/TC 108 „Safety of electronic equipment within the field of audio/video, information technology and communication technology“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60990:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-04-04
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-07-04

Dieses Dokument ersetzt **EN 60990:1999**.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60990:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60065	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60065.
IEC 60309-1:1999	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60309-1:1999 (nicht modifiziert).
IEC 60335-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60335-1 .
IEC 60364-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 60364-1 .
IEC 60364-4-41:2005	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 60364-4-41:2007 (modifiziert).
IEC 60601-1 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60601-1.
IEC 60950-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60950-1.
IEC 61010-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61010-1 .
IEC 62368-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62368-1 .

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Prüfplatz	10
4.1 Umgebung des Prüfplatzes	10
4.2 Prüftransformator	10
4.3 Geerdeter Neutraleiter	11
5 Messeinrichtung	12
5.1 Wahl des Messstromkreises	12
5.1.1 Allgemeines	12
5.1.2 Spürbarkeit und Schreckreaktion	13
5.1.3 Unfähigkeit loszulassen	13
5.1.4 Elektrische Verbrennung (Wechselstrom)	13
5.1.5 Wechselstromfreier Gleichstrom	14
5.2 Prüfelektroden	14
5.2.1 Ausführung	14
5.2.2 Anschluss	14
5.3 Konfiguration	14
5.4 Anschlüsse an das Stromversorgungsnetz während der Prüfung	14
5.4.1 Allgemeines	14
5.4.2 Betriebsmittel zur Verwendung nur an TN- oder TT-Systemen in Sternanordnung	18
5.4.3 Betriebsmittel zur Verwendung an IT-Systemen, einschließlich ungeerdeter Dreieckssysteme	18
5.4.4 Betriebsmittel zur Verwendung an Einphasen-Stromversorgungssystemen mit geerdetem Mittelpunkt oder an Stromversorgungssystemen in Dreiecksanordnung mit geerdetem Mittelpunkt	19
5.5 Versorgungsspannung und -frequenz	19
5.5.1 Versorgungsspannung	19
5.5.2 Versorgungsfrequenz	19
6 Prüfverfahren	19
6.1 Allgemeines	19
6.1.1 Messungen des Berührungstroms	19
6.1.2 Einstellschalter, Betriebsmittel und Versorgungsbedingungen	20
6.1.3 Anwendung von Messstromkreisen	20
6.2 Bestimmungsgemäßer Betrieb und Fehlzustände eines Betriebsmittels	20
6.2.1 Bestimmungsgemäßer Betrieb eines Betriebsmittels	20

6.2.2	Betriebsmittel und Fehlzustände bei der Stromversorgung	21
7	Auswertung der Ergebnisse	22
7.1	Spürbarkeit, Schreckreaktion und Unfähigkeit loszulassen	22
7.2	Elektrische Verbrennung	22
8	Messung des Schutzleiterstroms	23
8.1	Allgemeines	23
8.2	Mehrere Betriebsmittel	23
8.3	Messverfahren	23
	Anhang A (normativ) Betriebsmittel	24
	Anhang B (normativ) Anwendung einer leitfähigen Platte	25
	Anhang C (normativ) Zufällig verbundene Teile	26
	Anhang D (informativ) Wahl der Stromgrenzwerte	27
D.1	Allgemeines	27
D.2	Beispiele von Grenzwerten	27
D.2.1	Herzkammerflimmern	27
D.2.2	Unfähigkeit loszulassen	27
D.2.3	Schreckreaktion	27
D.2.4	Spürbarkeit	27
D.2.5	Besondere Anwendungen	27
D.3	Wahl der Grenzwerte	28
D.4	Auswirkungen elektrischer Verbrennung durch Berührungsstrom	29
	Anhang E (informativ) Messstromkreise zur Anwendung bei der Messung des Berührungsstroms	30
E.1	Allgemeines	30
E.2	Messstromkreis für Körperimpedanz – Bild 3	30
E.3	Messstromkreis für Schreckreaktion (und Körperimpedanz) – Bild 4	30
E.4	Messstromkreis für Unfähigkeit loszulassen (und Körperimpedanz) – Bild 5	31
	Anhang F (informativ) Grenzbereiche und Aufbau des Messstromkreises	32
	Anhang G (informativ) Aufbau und Anwendung von Berührungsstrom-Messgeräten	34
G.1	Überlegungen bei der Auswahl von Bauelementen	34
G.1.1	Allgemeines	34
G.1.2	Leistungsbemessung und Induktivität von R_S und R_B	34
G.1.3	Kondensator C_S	35
G.1.4	Widerstände R_1 , R_2 und R_3	35
G.1.5	Kondensatoren C_1 , C_2 und C_3	35
G.2	Spannungsmessgerät	35
G.3	Genauigkeit	35
G.4	Kalibrierung und Anwendung von Messgeräten	36
G.5	Messprotokolle	37

G.6	Bestätigungssystem	37
Anhang H (informativ)	Analyse von frequenzgefilterten Messungen des Berührungsstromkreises	38
Anhang I (informativ)	Systeme der Wechselstromversorgung (siehe 5.4)	46
I.1	Allgemeines	46
I.2	TN-Systeme	47
I.3	TT-Systeme	49
I.4	IT-Systeme	50
Anhang J (informativ)	Stückprüfungen und regelmäßige Prüfungen des Berührungsstroms sowie Prüfungen nach Instandsetzungen oder Änderungen von netzgespeisten Betriebsmitteln	52
Anhang K (normativ)	Leistungsmerkmale und Kalibrierung	53
K.1	Leistungsvermögen der Messgeräte und Erstkalibrierung	53
K.2	Kalibrierung in einem Bestätigungssystem	55
K.2.1	Allgemeines	55
K.2.2	Messung des Eingangswiderstands	55
K.2.3	Messung des Leistungsvermögens des Messgeräts	55
Literaturhinweise		58
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	60

Bilder

Bild 1	– Beispiel eines geerdeten Neutralleiters, direkte Stromversorgung	11
Bild 2	– Beispiel eines geerdeten Neutralleiters mit Transformator zum Trennen	12
Bild 3	– Messstromkreis, unbewerteter Berührungsstrom	12
Bild 4	– Messstromkreis, Berührungsstrom bewertet für Spürbarkeit oder Schreckreaktion	13
Bild 5	– Messstromkreis, Berührungsstrom bewertet für Loslassen	13
Bild 6	– Einphasen-Betriebsmittel an einem TN- oder TT-System in Sternanordnung	15
Bild 7	– Einphasen-Betriebsmittel an einem TN- oder TT-System mit geerdetem Mittelpunkt	15
Bild 8	– Einphasen-Betriebsmittel, angeschlossen an Außenleiter-zu-Außenleiter eines TN- oder TT-Systems in Sternanordnung	15
Bild 9	– Einphasen-Betriebsmittel, angeschlossen an Außenleiter-zu-Neutralleiter eines IT-Systems in Sternanordnung	16
Bild 10	– Einphasen-Betriebsmittel, angeschlossen an Außenleiter-zu-Außenleiter eines IT-Systems in Sternanordnung	16
Bild 11	– Drehstrom-Betriebsmittel an einem TN- oder TT-System in Sternanordnung	17
Bild 12	– Drehstrom-Betriebsmittel an einem IT-System in Sternanordnung	17
Bild 13	– Ungeerdetes Stromversorgungssystem in Dreiecksanordnung	18
Bild 14	– Ungeerdetes Drehstrom-Betriebsmittel an einem Stromversorgungssystem in Dreiecksanordnung mit geerdetem Mittelpunkt	18
Bild A.1	– Betriebsmittel	24
Bild B.1	– Stellfläche des Betriebsmittels	25
Bild F.1	– Frequenzfaktor für elektrische Verbrennung	32
Bild F.2	– Frequenzfaktor für Spürbarkeit oder Schreckreaktion	32

Bild F.3 – Frequenzfaktor für Unfähigkeit loszulassen	33
Bild H.1 – Sägezahn-Kurvenform-Berührungsstrom, Schreckreaktion	39
Bild H.2 – Sägezahn-Kurvenform-Berührungsstrom, Unfähigkeit loszulassen	39
Bild H.3 – 1-ms-Anstiegszeit der Impulsantwort, Schreckreaktion	40
Bild H.4 – 1 ms Anstiegszeit der Impulsantwort, Unfähigkeit loszulassen	40
Bild H.5 – Diagramm des Berührungsstroms über die Anstiegszeit, 20-ms-Rechteck-Kurvenform	41
Bild H.6 – PFC SMPS(Schaltnetzteil)-Kurvenform des Berührungsstroms.....	41
Bild H.7 – 50 Hz Rechteck-Kurvenform, 0,1 ms Anstiegszeit, Schreckreaktion	42
Bild H.8 – 50 Hz Rechteck-Kurvenform, 0,1 ms Anstiegszeit, Unfähigkeit loszulassen	42
Bild H.9 – IEC TS 60479-2-Loslass-Grenzwert für Wechsel- und Gleichstromkombinationen (+ zusätzlichen Daten), mA beide Achsen.....	43
Bild H.10 – Beispielfall 1: Zeigt das Fenster für den Effektivwert.....	44
Bild H.11 – Kurvenform für den ex2-Fall: Zeigt das Fenster für den Effektivwert	44
Bild I.1 – Beispiele eines TN-S-Systems	47
Bild I.2 – Beispiel eines TN-C-S-Systems	48
Bild I.3 – Beispiel eines TN-C-Systems	48
Bild I.4 – Beispiel eines TN-C-Systems mit Einphasen-Dreileiteranschluss	49
Bild I.5 – Beispiel eines TT-Systems mit drei Außenleitern und Neutralleiter	49
Bild I.6 – Beispiel eines TT-Systems mit drei Außenleitern.....	50
Bild I.7 – Beispiel eines Dreileiter-IT-Systems (mit Neutralleiter).....	50
Bild I.8 – Beispiel eines Dreileiter-IT-Systems.....	51
Tabellen	
Tabelle H.1 – Sägezahn-Kurvenform, vergleichende Antwort	39
Tabelle H.2 – Rechteck-Kurvenform Berührungsstrom, Antwort	40
Tabelle H.3 – Einphasiger Berührungsstrom mit Rechteck-Kurvenform, Antwort	42
Tabelle H.4 – Auswertung der gemischten Wechsel-/Gleichstrom-Kurvenform, Beispiel 1.....	44
Tabelle H.5 – Auswertung der gemischten Wechsel-/Gleichstrom-Kurvenform, Beispiel 2.....	45
Tabelle K.1 – Berechnete Eingangsimpedanz und Übertragungsimpedanz für Messstromkreis für unbewerteten Berührungsstrom (Bild 3).....	53
Tabelle K.2 – Berechnete Eingangsimpedanz und Übertragungsimpedanz für Messstromkreis für Berührungsstrom für Schreckreaktion (Bild 4)	54
Tabelle K.3 – Berechnete Eingangsimpedanz und Übertragungsimpedanz für Messstromkreis für Unfähigkeit loszulassen (Bild 5)	54
Tabelle K.4 – Verhältnisse Ausgangs- zu Eingangsspannung für Messstromkreis für unbewerteten Berührungsstrom (Bild 3).....	56
Tabelle K.5 – Verhältnisse Ausgangs- zu Eingangsspannung für Messstromkreis für Schreckreaktion (Bild 4)	56
Tabelle K.6 – Verhältnisse Ausgangs- zu Eingangsspannung für Messstromkreis für Unfähigkeit loszulassen (Bild 5)	57

Einleitung

Diese Internationale Norm wurde anlässlich zunehmender Schwierigkeiten bei der Einführung elektronisch geschalteter Technik ausgearbeitet, die in Stromversorgungen und in den BETRIEBSMITTELN weitverbreitet Anwendung findet, was in erhöhtem Maße zu hochfrequenten harmonischen Spannungen und Strömen führt.

Diese Norm ist als Leitfaden für die für BETRIEBSMITTEL zuständigen Komitees bei der Ausarbeitung oder Überarbeitung von Prüffestlegungen ihrer Normen zur Messung von „Ableitströmen“ gedacht. Allerdings wird die Benennung „Ableitstrom“ aus den nachgenannt geschilderten Gründen vermieden.

Diese Norm geht auf die dem TC 74 (jetzt TC 108) zugeordnete Pilotfunktion wie folgt zurück:

Verfahren zur Messung von Ableitströmen

Dazu gehören, für verschiedene Arten von BETRIEBSMITTELN, alle Aspekte in Bezug auf „Ableitstrom“, einschließlich Verfahren zur Messung des Stroms in Bezug auf physiologische Wirkungen und für Zwecke der Installation, bei bestimmungsgemäßen Bedingungen und bei bestimmten Fehlerbedingungen.

Die in der vorliegenden Norm angegebenen Verfahren zur Messung des Ableitstroms ergeben sich aus der Überarbeitung von **IEC/TS 60479-1** und anderen Veröffentlichungen, einschließlich Festlegungen früherer Messverfahren.

Die folgenden Schlussfolgerungen sind aus einer Überarbeitung der Wirkungen des Ableitstroms abgeleitet worden:

- Das Hauptanliegen in Bezug auf die Sicherheit richtet sich auf das mögliche Fließen eines schädlichen Stroms durch den menschlichen Körper (und dieser Strom ist nicht zwingenderweise gleich dem Strom durch den Schutzleiter);
- die Wirkung des elektrischen Stroms auf einen menschlichen Körper ist insofern komplizierter als dies während der Erarbeitung früherer Normen angenommen worden war, dass es mehrere körperliche Wirkungen gibt. Die wichtigsten Wirkungen für die Festlegung von Grenzwerten für dauernd schwingende Vorgänge sind:
 - Spürbarkeit,
 - Schreckreaktion,
 - Unfähigkeit loszulassen und
 - ELEKTRISCHE VERBRENNUNG.

Jeder dieser vier körperlichen Wirkungen weist einen eigenen Schwellenwert auf. Auch gibt es bedeutende Unterschiede, wie sich einige dieser Schwellenwerte mit der Frequenz ändern.

Es hat sich herausgestellt, dass zwei Arten von Strömen unterschiedliche Messverfahren erforderlich machen: BERÜHRUNGSTROM und SCHUTZLEITERSTROM.

Ein BERÜHRUNGSTROM kommt nur zustande, wenn der Strompfad über einen menschlichen Körper oder eine Körperrückbildung verläuft.

Es hat sich herausgestellt, dass der Ausdruck „Ableitstrom“ bereits in unterschiedlichen Zusammenhängen verwendet wird: BERÜHRUNGSTROM, SCHUTZLEITERSTROM, Isolationseigenschaften usw. Aus diesem Grund wird der Ausdruck „Ableitstrom“ in der vorliegenden Norm nicht verwendet.

Messung des BERÜHRUNGSTROMS

In der Vergangenheit wurden in den Normen über BETRIEBSMITTEL für die Messung des „Ableitstroms“ zwei herkömmliche Techniken verwendet. Entweder wurde der tatsächliche Strom im Schutzleiter gemessen, oder es wurde eine einfache Widerstand-Kondensator-Schaltung (eine einfache Körperrückbildung) verwendet, wobei der Ableitstrom als der Strom durch den Widerstand festgelegt war.

Die vorliegende Norm stellt Messverfahren für die vier vorgenannt angegebenen Wirkungen des Stroms auf den Körper bereit, wofür eine wirklichkeitsgetreuere Körperrnachbildung verwendet wird.

Diese Körperrnachbildung wurde für die häufigsten Fälle des elektrischen Schlages im allgemeinen Sinne gewählt. Hinsichtlich Stromflusspfad und Berührungsbedingungen wird eine Körperrnachbildung zugrunde gelegt, die bei bestimmungsgemäßen Bedingungen vollständige Hand-zu-Hand- oder Hand-zu-Fuß-Berührung annähert. Für kleinflächiges Berühren (z. B. Berührung mit einem Finger) kann ein abweichendes Modell geeignet sein, welches hier jedoch nicht behandelt wird.

Von den vier Wirkungen sind die Spürbarkeit, die Schreckreaktion und die Unfähigkeit loszulassen vom Scheitelwert des BERÜHRUNGSSTROMS abhängig und ändern sich in Abhängigkeit von der Frequenz. Bislang haben sich die Betrachtungen über elektrischen Schlag auf sinusförmige Kurvenformen bezogen, für die Effektivwertmessungen am besten geeignet sind. Scheitelwertmessungen sind für nicht sinusförmige Kurvenformen besser geeignet, bei denen beträchtliche Werte des BERÜHRUNGSSTROMS zu erwarten sind, sie sind jedoch für sinusförmige Kurvenformen gleichermaßen geeignet. Die für die Messung von Strömen für Spürbarkeit, Schreckreaktion und Unfähigkeit loszulassen festgelegten Messstromkreise sind frequenzabhängig und so gewichtet, dass einzelne Grenzwerte für die Versorgungsfrequenz festgelegt werden und als Bezugsgröße dienen können.

ELEKTRISCHE VERBRENNUNGEN sind jedoch vom Effektivwert des BERÜHRUNGSSTROMS abhängig und sind weitgehend unabhängig von der Frequenz. Bei BETRIEBSMITTELN, die ELEKTRISCHE VERBRENNUNGEN verursachen können (siehe 7.2), werden zwei getrennte Messungen durchgeführt, eine als Scheitelwertmessung für elektrischen Schlag und eine zweite als Effektivwertmessung für ELEKTRISCHE VERBRENNUNGEN, wobei für jede der geeignete Prüfstromkreis verwendet wird.

Die Komitees für BETRIEBSMITTEL sollten entscheiden, welche physiologischen Wirkungen zulässig sind und welche nicht, und diesbezüglich die Stromgrenzwerte festlegen. Komitees für bestimmte Arten von BETRIEBSMITTELN dürfen vereinfachte, auf der vorliegenden Norm beruhende Verfahren übernehmen. Eine Abhandlung über Grenzwerte, die auf früheren Arbeiten verschiedener IEC-Komitees für BETRIEBSMITTEL beruhen, ist in [Anhang D](#) enthalten.

Messung des SCHUTZLEITERSTROMS

In bestimmten Fällen ist es erforderlich, den SCHUTZLEITERSTROM von BETRIEBSMITTELN unter Bedingungen des bestimmungsgemäßen Betriebs zu messen. Solche Fälle sind z. B.:

- Auswahl von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen,
- Ermittlung, wenn eine Schutzleiterverbindung mit hoher Integrität erforderlich ist,
- Vermeidung einer übermäßigen SCHUTZLEITERSTROM-Überlast in der elektrischen Anlage.

Der SCHUTZLEITERSTROM wird durch Einfügen eines Stromstärkemessgerätes mit vernachlässigbarer Impedanz in Reihe mit dem Schutzleiter für das BETRIEBSMITTEL gemessen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Messverfahren fest für

- Gleich- oder Wechselströme mit sinusförmigen oder nicht sinusförmigen Kurvenformen, die durch den menschlichen Körper fließen könnten, und
- Ströme, die durch den Schutzleiter fließen.

Die für den BERÜHRUNGSSTROM empfohlenen Messverfahren beruhen auf möglichen Wirkungen eines durch den menschlichen Körper fließenden Stroms. In dieser Norm werden Messungen des Stroms durch Stromkreise, welche die Impedanz des menschlichen Körpers nachbilden, als Messungen des BERÜHRUNGSSTROMS betrachtet. Diese Stromkreise sind nicht zwingenderweise für Tierkörper gültig.

Die Festlegung oder Ableitung bestimmter Grenzwerte gehört nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm. Die Normenreihe IEC TS 60479 enthält Hinweise auf die Wirkung eines durch den menschlichen Körper fließenden Stroms, von denen Grenzwerte abgeleitet werden können.

Diese Norm gilt für alle Schutzklassen von BETRIEBSMITTELN nach **IEC 61140**.

Die Messverfahren nach dieser Norm sind nicht vorgesehen zur Verwendung für:

- BERÜHRUNGSSTRÖME mit einer Dauer geringer als 1 s,
- Patientenströme nach **IEC 60601-1**,
- Wechselströme mit Frequenzen geringer als 15 Hz und
- Ströme oberhalb der für ELEKTRISCHE VERBRENNUNG festgelegten Grenzwerte.

Diese Sicherheits-Grundnorm ist hauptsächlich für die Nutzung durch Technische Komitees bei der Erarbeitung von Normen in Übereinstimmung mit den in IEC Guide 104 und ISO/IEC Guide 51 dargelegten Prinzipien vorgesehen. Sie ist nicht dafür gedacht, von Herstellern oder Zertifizierungsstellen unabhängig von Produktnormen verwendet zu werden.

Zu den Verantwortlichkeiten eines Technischen Komitees gehört es, bei der Erarbeitung seiner Normen nach Möglichkeit die Sicherheits-Grundnormen anzuwenden. Die Anforderungen, Prüfverfahren oder Prüfbedingungen dieser Sicherheits-Grundnorm gelten nur, sofern ausdrücklich darauf verwiesen wird oder sie in die betreffenden Publikationen aufgenommen worden sind.

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).

IEC/TS 60479-1:2005, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC/TS 60479-2:2007, *Effects of current on human beings and livestock – Part 2: Special Aspects*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

ISO/IEC Guide 51:2014, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1

BERÜHRUNGSSTROM

(en: TOUCH CURRENT)

elektrischer Strom durch den Körper eines Menschen oder Tieres, wenn dieser Körper ein oder mehrere berührbare Teile einer Anlage oder eines BETRIEBSMITTELS berührt

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-05-21]

3.2

SCHUTZLEITERSTROM

(en: PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT)

Strom, der in einem Schutzleiter fließt

3.3

BETRIEBSMITTEL

(en: EQUIPMENT)

strukturierte Zusammenfassung von elektromechanischen Bauteilen und Merkmalen zur Ausführung einer festgelegten Aufgabe (wie in der maßgeblichen Produktnorm festgelegt)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern nicht in der maßgeblichen Norm festgelegt, siehe [Anhang A](#).

3.4

UMFASSBARES TEIL

(en: GRIPPABLE PART)

Teil des BETRIEBSMITTELS, über das Strom durch die menschliche Hand fließen und so zu einer Muskelanspannung um das Teil herum und einer Unfähigkeit loszulassen führen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Teile, bei denen das Umfassen mit der ganzen Hand bestimmungsgemäß ist, werden ohne weitere Untersuchung als umfassbar betrachtet.

3.5

ELEKTRISCHE VERBRENNUNG

(en: ELECTRIC BURN)

Verbrennung der Haut oder eines Organs aufgrund eines Stromflusses entlang der Körperoberfläche oder durch den Körper

[QUELLE: IEC 60050-604:1987, 604-04-18]

4 Prüfplatz

4.1 Umgebung des Prüfplatzes

Die Anforderungen an die Umgebung des Prüfplatzes müssen den Angaben in der Norm über BETRIEBSMITTEL entsprechen. Wenn Grenzwerte geringer als 70 μ A Effektivwert oder geringer als 100 μ A Scheitelwert festgelegt sind oder wenn das BETRIEBSMITTEL ausgedehnte Schirme enthält, die von hochfrequenten Signalen beeinflusst werden können, müssen die Produktkomitees [Anhang B](#) beachten.

4.2 Prüftransformator

Die Verwendung eines Prüftransformators zum Trennen ist freigestellt. Um ein Höchstmaß an Sicherheit zu erreichen, muss ein Prüftransformator zum Trennen (T2 in [Bild 2](#), T in den [Bildern 6 bis 14](#)) verwendet werden und muss der Haupt-Schutzleiteranschluss (en: main protective earthing terminal) des Prüflings (en: EQUIPMENT under test (EUT)) geerdet sein. Jeder kapazitive Ableitstrom (en: capacitive leakage) im Transformator muss beachtet werden. Alternativ zur Erdung des EUT müssen die Sekundärseite des

Prüftransformators und der EUT ungeerdet bleiben (en: floating), wobei in diesem Fall der kapazitive Ableitstrom in dem Prüftransformator nicht berücksichtigt werden muss.

Wird Transformator T nicht verwendet, muss der EUT auf einer isolierten Unterlage aufgestellt werden, und es müssen angemessene Sicherheitsvorkehrungen für den Fall getroffen werden, dass am Körper des Prüflings eine gefährliche Spannung anliegt.

4.3 Geerdeter Neutralleiter

BETRIEBSMITTEL, die an ein TT- oder TN-Stromversorgungssystem angeschlossen werden sollen, müssen mit Mindestspannung zwischen Neutralleiter und Erde gemessen werden.

ANMERKUNG Festlegungen der verschiedenen Stromversorgungssysteme sind in [Anhang I](#) angegeben.

Die Spannungsdifferenz zwischen dem Schutzleiter und dem geerdeten Neutralleiter für den Prüfling sollte weniger als 1 % der Spannung zwischen den Außenleitern betragen (siehe Beispiel in Bild 1).

Ein örtlicher Transformator, siehe [4.2](#), erfüllt diese Anforderung.

Wenn die Spannungsdifferenz 1 % oder mehr beträgt, können in einigen Fällen ersatzweise die folgenden Verfahrensbeispiele angewendet werden, um Messfehler aufgrund dieser Spannung zu vermeiden:

- Verbindung der Elektrode des Messgerätstromkreises für Anschluss B mit dem Neutralleiteranschluss des EUT an Stelle des Schutzleiters der Stromversorgung (siehe [6.1.2](#));
- Verbindung des Erdungsanschlusses des EUT mit dem Neutralleiter an Stelle des Schutzleiters der Stromversorgung.

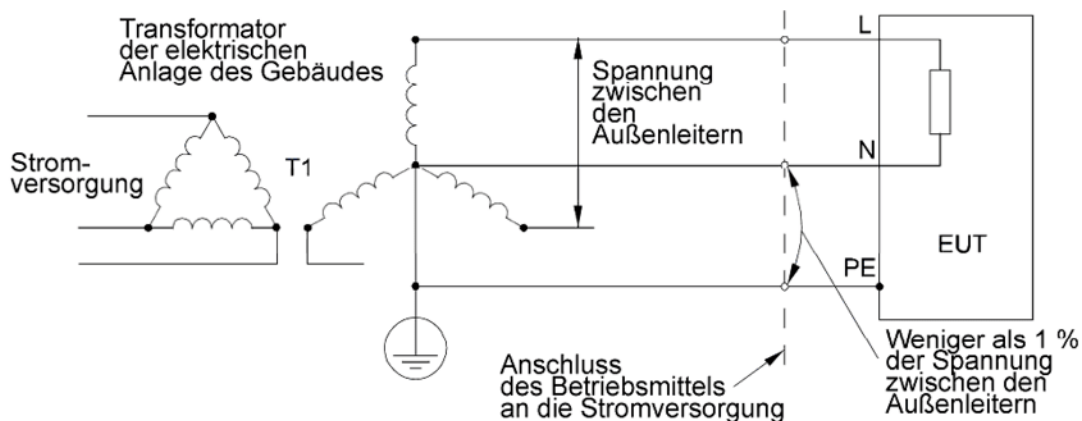


Bild 1 – Beispiel eines geerdeten Neutralleiters, direkte Stromversorgung

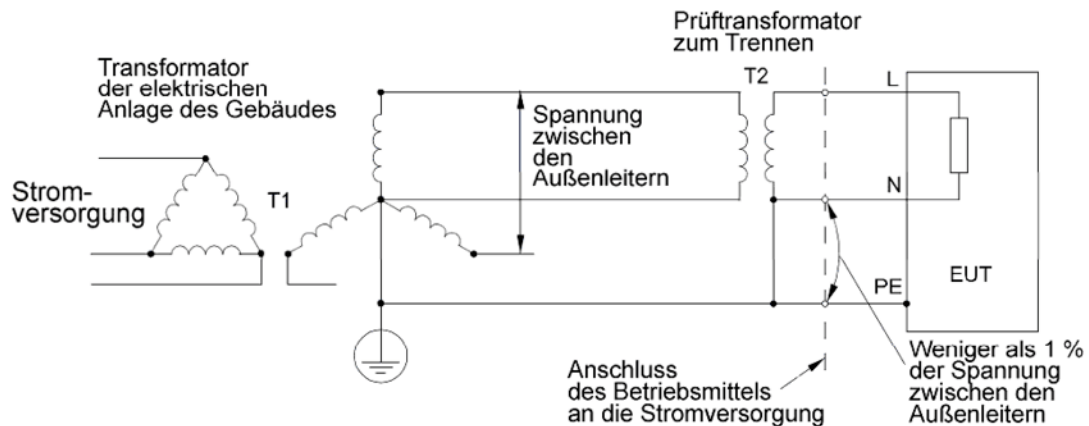


Bild 2 – Beispiel eines geerdeten Neutralleiters mit Transformator zum Trennen

5 Messeinrichtung

5.1 Wahl des Messstromkreises

5.1.1 Allgemeines

Die Messungen müssen mit einem Stromkreis nach Bild 3, Bild 4 und Bild 5 durchgeführt werden.

ANMERKUNG Siehe [Anhänge E, F und G](#) zur weiteren Erklärung der drei Stromkreise.

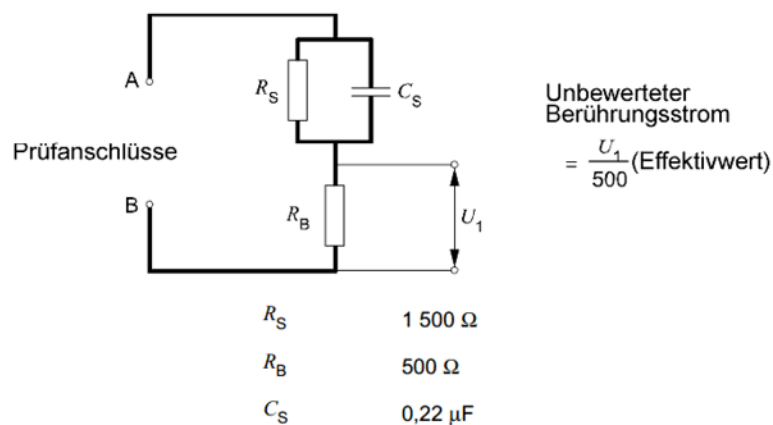


Bild 3 – Messstromkreis, unbewerteter Berührungstrom

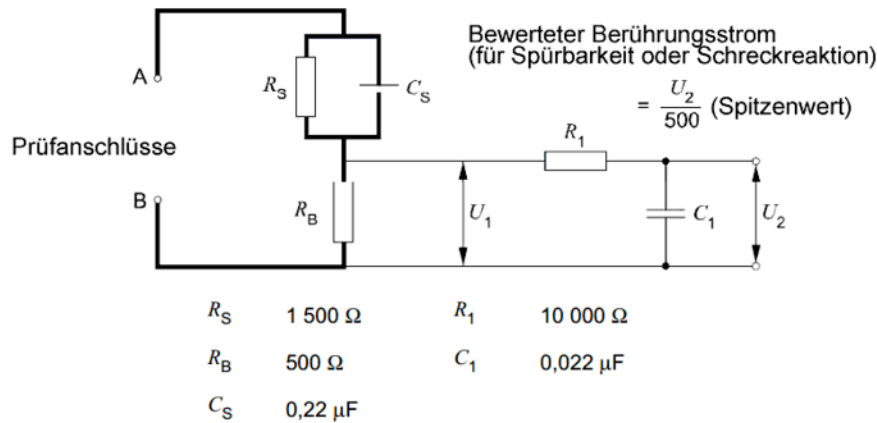
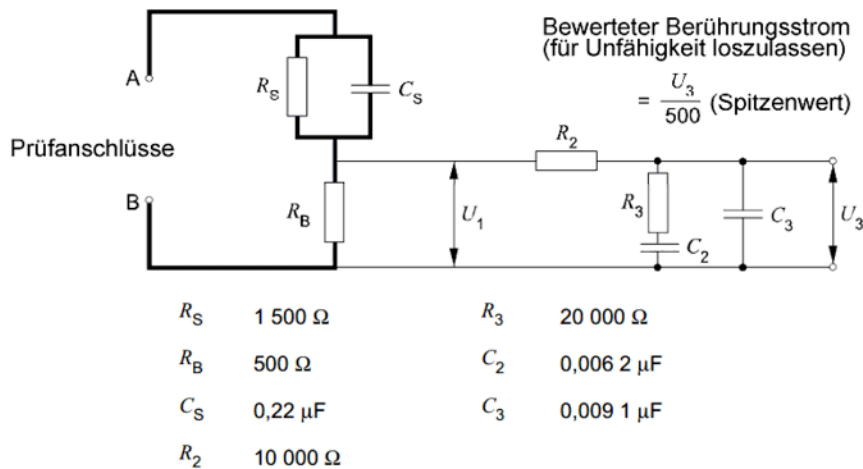


Bild 4 – Messstromkreis, Berührungstrom bewertet für Spürbarkeit oder Schreckreaktion



ANMERKUNG Für besondere Bedingungen bei der Verwendung dieses Stromkreises siehe 5.1.2.

Bild 5 – Messstromkreis, Berührungstrom bewertet für Loslassen

5.1.2 Spürbarkeit und Schreckreaktion

Der Stromkreis nach Bild 4 muss für Grenzwerte für elektrischen Schlag mit niedrigem Pegel angewendet werden. Dieser Stromkreis ist anzuwenden, wenn in der Produktnorm der Grenzwert bis zu 2 mA Effektivwert oder 2,8 mA Scheitelwert beträgt.

5.1.3 Unfähigkeit loszulassen

Der Stromkreis nach Bild 5 muss für Grenzwerte für elektrischen Schlag mit hohem Niveau angewendet werden. Dieser Stromkreis ist anzuwenden, wenn in der Produktnorm der Grenzwert mehr als 2 mA Effektivwert oder mehr als 2,8 mA Scheitelwert beträgt.

5.1.4 Elektrische Verbrennung (Wechselstrom)

Es ist der unbewertete Stromkreis für BERÜHRUNGSSTROM nach Bild 3 zu verwenden.

5.1.5 Wechselstromfreier Gleichstrom

Es ist ein beliebiger der drei Stromkreise zu verwenden. Sofern in der Norm über BETRIEBSMITTEL nicht anders festgelegt, bedeutet wechselstromfreier Gleichstrom eine Spitze-zu-Spitze-Welligkeit geringer als 10 %.

5.2 Prüfelektroden

5.2.1 Ausführung

Sofern in der Norm über BETRIEBSMITTEL nicht anders angegeben, sind als Prüfelektroden zu verwenden:

- eine Prüfklemme oder
- eine Metallfolie 10 cm × 20 cm, um die menschliche Hand nachzubilden. Wird eine klebende Metallfolie verwendet, muss sie leitfähig sein.

5.2.2 Anschluss

Die Prüfelektroden müssen mit den Prüfanschlüssen A und B des Messstromkreises verbunden werden.

5.3 Konfiguration

Der EUT muss vollständig zusammengebaut und in maximaler Konfiguration betriebsbereit sein; er muss, falls zutreffend, an externe Signalspannungen angeschlossen sein, wie vom Hersteller für das einzelne BETRIEBSMITTEL angegeben.

BETRIEBSMITTEL, die für Versorgungsstromquellen ausgelegt sind, von denen jeweils nur eine benötigt wird (z. B. als Ersatzstromquelle), müssen an nur eine Stromquelle angeschlossen geprüft werden.

BETRIEBSMITTEL, die gleichzeitig Strom von zwei oder mehreren Versorgungsstromquellen benötigen, müssen an alle Stromquellen angeschlossen, aber mit nur einer Verbindung zum Schutzleiter geprüft werden.

5.4 Anschlüsse an das Stromversorgungsnetz während der Prüfung

5.4.1 Allgemeines

ANMERKUNG Beispiele für Systeme der Wechselstromversorgung sind in [Anhang I](#) angegeben.

Das BETRIEBSMITTEL muss in einer Prüfkongfiguration, wie in den [Bildern 6 bis 14](#) dargestellt, nach [5.4.2](#), [5.4.3](#) oder [5.4.4](#) angeschlossen werden, je nachdem, was zutrifft.

Die Komitees für BETRIEBSMITTEL sollten die mögliche Erforderniss berücksichtigen, dass der Hersteller das Stromversorgungssystem (TN, TT, IT) angeben muss, an welches ein BETRIEBSMITTEL bei seiner vorgesehenen Anwendung anzuschließen ist.

Ist der ETU vom Hersteller zur Verwendung nur an bestimmten Stromversorgungssystemen vorgesehen, darf dieser ETU nur bei Anschluss an ein solches System geprüft werden.

Lediglich an TN- oder TT-Systeme anzuschließende BETRIEBSMITTEL müssen [5.4.2](#) entsprechen. An IT-Systeme anzuschließende BETRIEBSMITTEL müssen [5.4.3](#) entsprechen und dürfen auch an TN- oder TT-Systeme angeschlossen werden.

Bei BETRIEBSMITTELN der Schutzklasse 0 und der Schutzklasse II (siehe [IEC 61140](#)) bleiben die Schutzleiter in den [Bildern 6 bis 14](#) außer Acht.

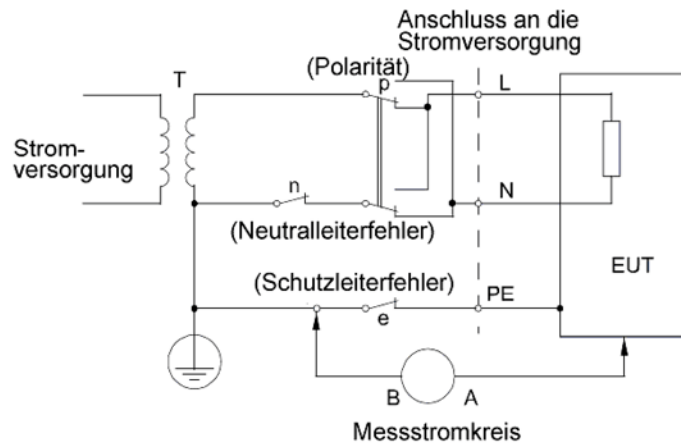


Bild 6 – Einphasen-Betriebsmittel an einem TN- oder TT-System in Sternanordnung

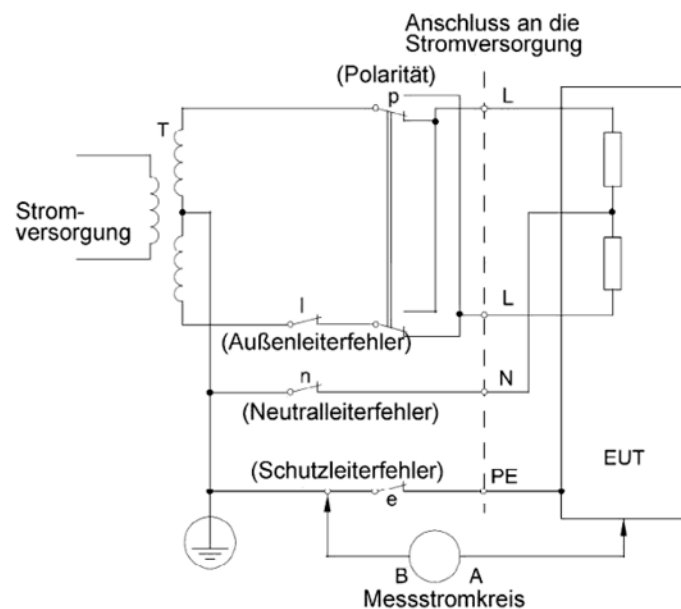


Bild 7 – Einphasen-Betriebsmittel an einem TN- oder TT-System mit geerdetem Mittelpunkt

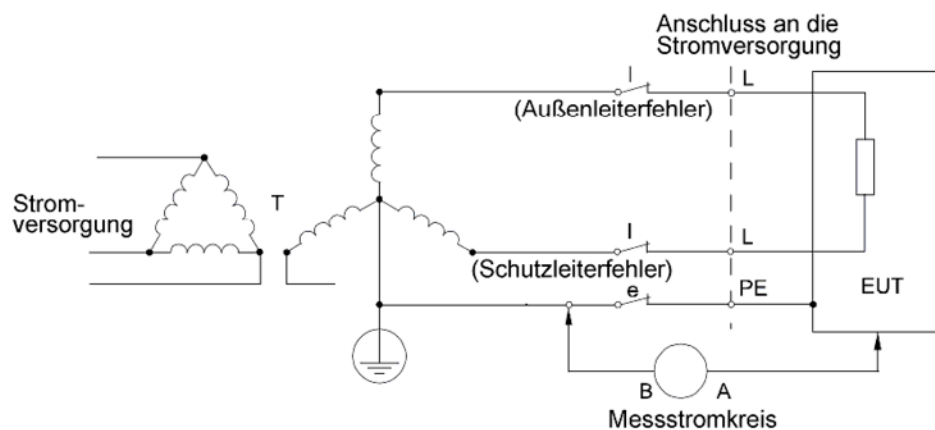
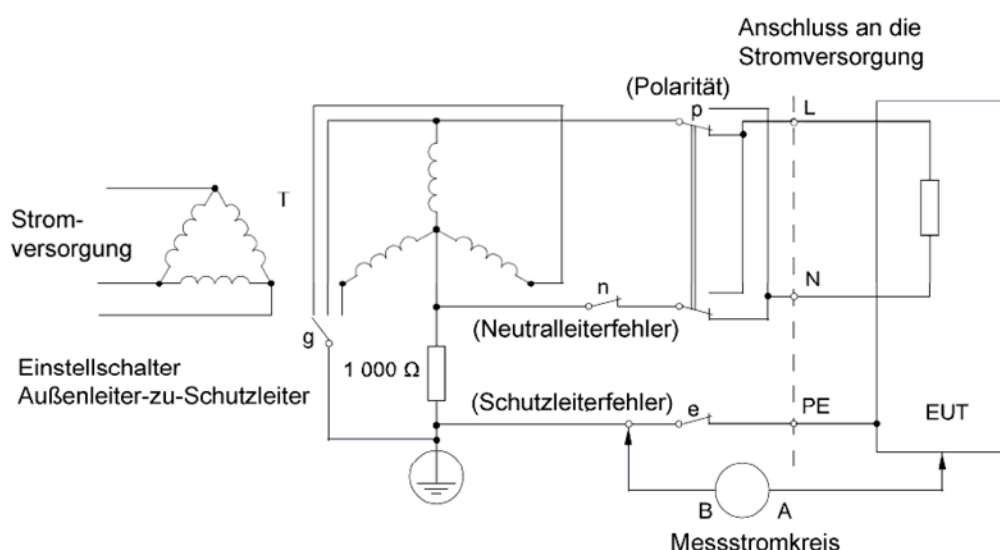
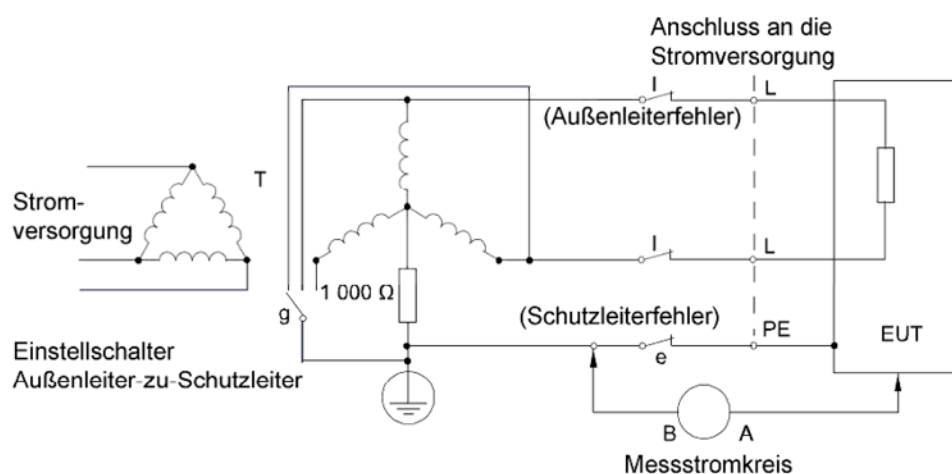


Bild 8 – Einphasen-Betriebsmittel, angeschlossen an Außenleiter-zu-Außenleiter eines TN- oder TT-Systems in Sternanordnung



Der 1 000-Ω-Widerstand sollte für Fehlerfälle im Stromversorgungssystem bemessen sein.

Bild 9 – Einphasen-Betriebsmittel, angeschlossen an Außenleiter-zu-Neutralleiter eines IT-Systems in Sternanordnung



Der 1 000-Ω-Widerstand sollte für Fehlerfälle im Stromversorgungssystem bemessen sein.

Bild 10 – Einphasen-Betriebsmittel, angeschlossen an Außenleiter-zu-Außenleiter eines IT-Systems in Sternanordnung