

	DIN IEC 62475 (VDE 0432-20)	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 19.080		
Einsprüche bis 2006-10-31		
Entwurf		
Hochstrom-Prüftechnik – Begriffe und Anforderungen für Hochstrom-Messungen (IEC 42/208/CD:2006)		
High current test techniques – Definitions and requirements for high current measurement (IEC 42/208/CD:2006)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 117 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

– Entwurf –

E DIN IEC 62475 (VDE 0432-20):2006-09

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 42/208/CD:2006 „High current test techniques – Definitions and requirements for high current measurement“ (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 Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 42 „High-voltage testing techniques“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN 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 CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 124 „Hochspannungs-Prüftechnik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
EN 60060-2:1994	IEC 60060-2:1994	DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2):1996-03	VDE 0432-2
EN 60076-5:2000	IEC 60076-5:2000	DIN EN 60076-5 (VDE 0532-5):2001-11	VDE 0532-5
EN 60265-1:1998	IEC 60265-1:1998	DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301):1999-05	VDE 0670-301
EN 60265-2:1993 + A1:1995	IEC 60265-2:1988 + Corrigendum 1990 + A1:1994	DIN EN 60265-2 (VDE 0670-302):1998-09	VDE 0670-302
prEN 60282-1:2004	IEC 32A/229/CDV:2004	E DIN EN 60282-1 (VDE 0670-4):2005-01	VDE 0670-4
EN 60427:2000	IEC 60427:2000	DIN EN 60427 (VDE 0670-108):2001-06	VDE 0670-108
EN 60694:1996 + A1:2000 + A2:2001	IEC 60694:1996 + A1:2000 + A2:2001	DIN EN 60694 (VDE 0670-1000):2002-09	VDE 0670-1000
EN 60947-1:2004 + Corrigendum 2004	IEC 60947-1:2004	DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2005-01	VDE 0660-100
EN 60947-2:2003	IEC 60947-2:2003	DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2004-03	VDE 0660-101
EN 61083-1:2001	IEC 61083-1:2001	DIN EN 61083-1 (VDE 0432-7):2002-01	VDE 0432-7
EN 61083-2:1997	IEC 61083-2:1996	DIN EN 61083-2 (VDE 0432-8):1998-01	VDE 0432-8
EN 61180-1:1994	IEC 61180-1:1992	DIN EN 61180-1 (VDE 0432-10):1995-05	VDE 0432-10
EN 61180-2:1994	IEC 61180-2:1994	DIN EN 61180-2 (VDE 0432-11):1995-05	VDE 0432-11
–	IEC 61233	–	–
–	IEC 61643-1:2005	–	–
EN 62271-100:2001 + A1:2002 + Corrigendum 2002 + Corrigendum 2003	IEC 62271-100:2001 + A1:2002	DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100):2004-04	VDE 0671-100
EN 62271-102:2002	IEC 62271-102:2001 + Corrigendum 1:2002 + Corrigendum 2:2003	DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102):2003-10	VDE 0671-102
EN 62271-105:2003	IEC 62271-105:2003	DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105):2003-12	VDE 0671-105
EN 62271-110:2005	IEC 62271-110:2005	DIN EN 62271-110 (VDE 0671-110):2006-07	VDE 0671-110

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN ISO/IEC 17025:2005	ISO/IEC 17025:2005	DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08	–
–	–	DIN V ENV 13005:1999-06	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen*

DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme*

DIN EN 60076-5 (VDE 0532-5), *Leistungstransformatoren – Teil 5: Kurzschlussfestigkeit*

DIN EN 60265-1 (VDE 0670-301), *Hochspannungs-Lastschalter – Teil 1: Hochspannungs-Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV und unter 52 kV*

DIN EN 60265-2 (VDE 0670-302), *Hochspannungs-Lastschalter – Teil 2: Hochspannungs-Lastschalter für Bemessungsspannungen ab 52 kV und darüber*

E DIN EN 60282-1 (VDE 0670-4), *Hochspannungssicherungen – Teil 1: Strombegrenzende Sicherungen*

DIN EN 60427 (VDE 0670-108), *Synthetische Prüfung von Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschaltern*

DIN EN 60694 (VDE 0670-1000), *Gemeinsame Bestimmungen für Hochspannungs-Schaltgeräte-Normen*

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen*

DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2: Leistungsschalter*

DIN EN 61083-1 (VDE 0432-7), *Messgeräte und Software bei Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen – Teil 1: Anforderungen an Messgeräte*

DIN EN 61083-2 (VDE 0432-8), *Digitalrecorder für Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen – Teil 2: Prüfung von Software zur Bestimmung der Parameter von Stoßspannungen*

DIN EN 61180-1 (VDE 0432-10), *Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Teil 1: Begriffe, Prüfung und Prüfbedingungen*

DIN EN 61180-2 (VDE 0432-11), *Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Teil 2: Prüfgeräte*

DIN EN 62271-100 (VDE 0671-100), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 100: Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter*

DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 102: Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter*

DIN EN 62271-105 (VDE 0671-105), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 105: Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen*

DIN EN 62271-110 (VDE 0671-110), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 110: Schalten induktiver Lasten*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

**Hochstrom-Prüftechnik –
Begriffe und Anforderungen für Hochstrom-Messungen**

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Formelzeichen	11
3.1 Messsysteme	11
3.2 Messumformer	12
3.3 Bemessungswerte	12
3.4 Maßstabsfaktoren	13
3.5 Dynamische Eigenschaften eines Messsystems	14
3.6 Messunsicherheiten	14
3.7 Prüfungen	15
4 Qualifizierung und Anwendung von Messsystemen	16
4.1 Allgemeine Grundsätze	16
4.2 Abstand zwischen aufeinander folgenden Eignungsprüfungen	16
4.3 Abstand zwischen aufeinander folgenden Kontrollmessungen	17
4.4 Anforderungen an die Identifikationsakte	17
4.5 Betriebsbedingungen	18
4.6 Messunsicherheit	18
5 Prüfungen und Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem	18
5.1 Allgemeine Anforderungen	18
5.2 Anwendbarkeit	19
5.3 Kalibrierung – Bestimmung des Maßstabsfaktors	19
5.4 Linearitätsprüfung	20
5.5 Prüfung der Kurzzeitstabilität	21
5.6 Langzeitstabilität einzelner Elemente	22
5.7 Temperatureffekt	22
5.8 Proximity Effekt	22
5.9 Störfestigkeitsprüfung (für Stoßstrom- oder Kurzzeitwechselstrommesssysteme)	23
5.10 Festigkeitsprüfungen	24
6 Gleichstrom	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Begriffe für Gleichstrom	24
6.3 Prüfstrom	24
6.4 Messungen des Prüfstromes	25
6.5 Prüfverfahren	28
7 Dauerwechselstrom	28
7.1 Allgemeines	28

	Seite
7.2 Begriffe für Wechselstrom	28
7.3 Prüfströme	28
7.4 Messung des Prüfstromes	29
7.5 Prüfverfahren	32
8 Kurzzeitwechselstrom	32
8.1 Allgemeines	32
8.2 Begriffe für Wechselstrom	32
8.3 Prüfströme	32
8.4 Messung des Prüfstromes	33
8.5 Prüfverfahren	38
9 Stoßströme	38
9.1 Allgemeines	38
9.2 Begriffe für Stoßstromprüfungen	38
9.3 Prüfströme	40
9.4 Messung des Prüfstromes	41
10 Referenzmesssysteme	44
10.1 Allgemeines	44
10.2 Kalibrierintervalle von Referenzmesssystemen	44
Anhang A (informativ) Messung der Sprungantwort	49
Anhang B (informativ) Temperaturerhöhung von Messwiderständen	50
Anhang C (informativ) Einschränkungen für bestimmte Kurvenformen	51
Anhang D (informativ) Bestimmung des dynamischen Verhaltens einer Sprung- oder Stoßstromantwort unter Verwendung von Korrelations- und Spektraldichtemethoden	54
Anhang E (informativ) Bestimmung von Effektivwerten	56
Literaturhinweise	61
Bilder	
Bild 1 – Standardisierte Frequenzantwort für Wechselstrommesssysteme. Die Antwort muss zwischen den durchgezogenen Linien liegen. Ein System erster Ordnung mit roll-off Punkt bei $0,2 f_{nom}$ und $7 f_{nom}$ ist durch die gepunktete Linie dargestellt.	45
Bild 2 – Stoßstrom – exponentielle Front	45
Bild 3 – Stoßstrom – exponentielles Ende	46
Bild 4 – Stoßstrom – rechteckig, glatt	46
Bild 5 – Stoßstrom – rechteckig, mit Schwingungen	47
Bild 6 – Prüfung der Kurzzeitstabilität, Zeitkonstante zur Messung des Maßstabsfaktors	48
Bild A.1 – Schaltung zur Erzeugung einer rechteckförmigen Stromwelle mit einem Koaxialkabel	49
Bild A.2 – Schaltung zur Erzeugung einer rechteckförmigen Stromwelle mit einem Kondensator	49
Bild C.1 – Der schattierte Bereich zeigt die möglichen Kombinationen von den Zeitparametern beim maximalen Unterschwingen von 20 % und 20 % Grenzabweichung für die Zeitparameter	51
Bild C.2 – Der schattierte Bereich zeigt die möglichen Kombinationen von den Zeitparametern beim maximalen Unterschwingen von 20 % und 1 % Grenzabweichung für die Zeitparameter	52

– Entwurf –

E DIN IEC 62475 (VDE 0432-20):2006-09

Seite

Bild C.3 – Ortskurven für die Grenzen erreichbarer Zeitparameter als Funktion zulässiger Unterschwingungen für einen 8/20 μ s Stoß. Diese Ergebnisse sind auch typisch für 1/2.5 und 4/10 μ s Stöße	52
Bild C.4 – Ortskurven für die Grenzen erreichbarer Zeitparameter als Funktion zulässiger Unterschwingungen für einen 30/80 μ s Stoß	53
Bild E.1	56
Bild E.2	57
Bild E.3	58
Bild E.4	58
Bild E.5	59
Bild E.6	60
Tabellen	
Tabelle 1 – Prüfungen an einem Gleichstrommesssystem	26
Tabelle 2 – Prüfungen für ein anerkanntes Messsystem für Dauerwechselstrom	31
Tabelle 3 – Anforderungen an die Toleranz der Prüfstromparameter für Kurzschlusswechselstromprüfungen	33
Tabelle 4 – Verzeichnis typischer Prüfungen eines Hochleistungsprüflabors und die geforderten minimalen Frequenzbereiche des Messsystems	35
Tabelle 5 – Anforderungen an die Messunsicherheit des Maßstabsfaktors	35
Tabelle 6 – Prüfungen an einem Kurzzeitwechselstrom-Messsystem	37
Tabelle 7 – Prüfungen an Stoßstrommesssystemen	43

Vorwort

Diese neue Norm behandelt primär die Messtechnik. Die Arbeitsgruppe WG 12 des TC 42 hat festgestellt, dass sich eine große Zahl von IEC-Publikationen mit Stromprüfungen befasst. Nur relativ wenige allgemeine Kenndaten scheinen bekannt und der Nutzen der berücksichtigten Prüfverfahren ist möglicherweise zu gering. Wie auch immer begrüßt die Arbeitsgruppe Kommentare zu diesem Punkt.

Daher folgend enthält der Anwendungsbereich außerdem Hochstrommessungen für Gleichströme und stationäre Wechselströme.

Die Short-Circuit Testing Liaison (STL) hat Leitfäden für Hochstrommessungen (z. B. für Kurzschlussprüfungen) erarbeitet, und der Arbeitsgruppe wurde gestattet, von diesen Erfahrungen zu profitieren. Sie hat das Material von STL in diesen Entwurf eingearbeitet.

Die grundsätzliche Struktur und Philosophie der Reihe IEC 60060 wurde übernommen und passender Text in diesen Entwurf eingearbeitet. Direkte Bezüge auf die Reihe IEC 60060 wurden minimiert, um die Lesbarkeit dieses Normen-Entwurfs zu verbessern.

In IEC 60060-2 sind grundsätzlich Eignungsprüfungen gefordert, um nachzuweisen, dass die Standardabweichung von 10 Messungen kleiner als 1 % ist. In diesem Entwurf wird ein allgemeinerer Ansatz, der auf den Verfahren des GUM (ISO Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit beim Messen) beruht, eingeführt. Die Messunsicherheit der Vergleiche muss mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von annähernd 95 % bestimmt werden. Dies wurde gewählt, um diese Norm mit den aktuellen Überlegungen zur Messunsicherheitsbestimmung in Einklang zu bringen.

Das dynamische Verhalten der Messung von Gleichströmen wurde formuliert, es kann jedoch bei Kurzschlussprüfungen mit Gleichstrom Gründe geben, die andere Anforderungen ergeben. Dies wurde nicht behandelt.

Das dynamische Verhalten von Kurzzeit Wechselströmen bedarf weiterer zukünftiger Arbeit. In vielen Messsystemen beträgt die Bandbreite von kleiner 1 Hz bis zu wenigen 100 Hz.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt auf die Prüfung und Messung mit großen Strömen an Hochspannungs- und Niederspannungseinrichtungen. Sie behandelt große Gleichströme, symmetrischen und asymmetrischen Wechselstrom, wie man sie bei Hochleistungs- und Stoßstromprüfungen antrifft. Im Allgemeinen werden Ströme über 100 A in dieser Norm berücksichtigt, obwohl auch kleinere Ströme in den Prüfungen auftreten können.

ANMERKUNG Fehlererkennung z. B. bei Blitzimpulsprüfungen wird von dieser Norm nicht erfasst.

Diese Norm:

- definiert die verwendeten Begriffe;
- definiert, wie die Parameter der Kurvenform der Ströme, Parameter der Ströme, und Messunsicherheiten zu bestimmen sind;
- legt die Anforderungen an die Messsysteme fest;
- beschreibt die Verfahren, die für die Anerkennung eines Messsystems und die Kontrolle seiner Komponenten anzuwenden sind;
- beschreibt das Verfahren, mit dem ein Anwender nachzuweisen hat, dass ein Messsystem die Anforderungen dieser Internationalen Norm erfüllt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 60060-1:1989, *High voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*.

IEC 60060-2:1994, *High voltage test techniques – Part 2: measuring systems*.

IEC 60076-5:2000, *Power transformers – Part-5: Ability to withstand short circuit*.

IEC 60265-1:1998, *High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV*.

IEC 60265-2:1988, *High-voltage switches – Part 2: High-voltage switches for rated voltages of 52 kV and above*.

IEC 60282-1:2006, *High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses*.

IEC 60427:2000, *Synthetic testing of high-voltage alternating current circuit-breakers*.

IEC 60694:2002, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards*.

IEC 60947-1:2004, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*.

IEC 60947-2:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*.

IEC 60947-3:2005, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*.

IEC 61083-1:2001, *Instruments and software used for measurement in high-voltage impulse tests – Part 1: Requirements for instruments*.

IEC 61083-2:1996, *Digital recorders for measurements in high-voltage impulse tests – Part 2: Evaluation of software used for the determination of the parameters of impulse waveforms*.

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test techniques for low voltage equipment, Definitions, test and procedure requirements.*

IEC 61180-2:1994, *High-voltage test techniques for low voltage equipment, Test equipment.*

IEC 61233, *has been withdrawn, replaced by 62271-110.*

IEC 61643-1:2005, *Low-voltage surge protective devices – Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Requirements and tests.*

IEC 62271-100:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers.*

IEC 62271-102:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches.*

IEC 62271-105:2002, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations.*

IEC 62271-110:2005, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 110: Inductive load switching.*

ISO/IEC 17025:2005, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*

GUM - ISO guide to the expression of uncertainty in measurements (ISBN 92-67-10188-9).

3 Begriffe und Formelzeichen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Messsysteme

3.1.1

Messsystem

ein vollständiger Satz von Geräten, zur Durchführung von Hochstrom-Messungen

ANMERKUNG Ein Messsystem umfasst üblicherweise folgende Komponenten: Einen Messumformer, mit den erforderlichen Zuleitungen zum Prüfobjekt oder zum Stromkreis, und Verbindungen zur Erde, ein Übertragungssystem zur Verbindung der Ausgangsklemmen des Messumformers mit den Messgeräten und ihren Abschwächungs-, Abschluss- oder Anpassungsimpedanzen oder –netzwerken, sowie die Messgeräte einschließlich ihrer Verbindungen zur Netzversorgung. Messsysteme, die nur einige der obigen Komponenten umfassen oder auf nichtkonventionellen Messprinzipien beruhen, sind zulässig, falls sie die in dieser internationalen Norm festgelegten Genauigkeitsanforderungen erfüllen.

3.1.2

Identifikationsakte eines Messsystems

Eine vom Anwender anzulegende und zu führende detaillierte Aufzeichnung, die eine Beschreibung des Systems und den Nachweis enthält, dass die in dieser Norm festgelegten technischen Anforderungen erfüllt sind. Dieser Nachweis muss die Ergebnisse der ersten Eignungsprüfung sowie ein Verzeichnis und die Ergebnisse der nachfolgenden Eignungsprüfungen und Kontrollmessungen enthalten.

3.1.3

anerkanntes Messsystem

Messsystem, für das die Erfüllung von einem oder mehreren Anforderungskatalogen dieser internationalen Norm durch Folgendes nachgewiesen wurde:

- Typ- und Stückprüfung,
- eine anfängliche Eignungsprüfung,
- nachfolgende Eignungsprüfungen und Kontrollmessungen,

– Entwurf –

E DIN IEC 62475 (VDE 0432-20):2006-09

- Dokumentation der Prüfergebnisse in der zugehörigen Identifikationsakte.

Ein Messsystem ist nur für die in der **Identifikationsakte** angegebenen Anforderungen und **Betriebsbedingungen** anerkannt.

3.1.4

Referenzmesssystem

Messsystem angemessener Genauigkeit zur Anerkennung von anderen Systemen durch simultane vergleichende Messungen mit spezifizierten Kurvenformen und Strombereichen

ANMERKUNG Ein **Referenzmesssystem**, das den Vorschriften dieser Norm entsprechend betrieben und unterhalten wird, kann als **anerkanntes Messsystem** verwendet werden, umgekehrt jedoch nicht.

3.2 Messumformer

3.2.1

Messumformer

Gerät, das die Messgröße in eine andere Größe umsetzt, die mit dem Messgerät kompatibel ist

3.2.2

Strommesswiderstand

Widerstand, der eine Spannung proportional zum ihn durchfließenden Strom hervorruft

3.2.3

Stromwandler

Messwandler, bei dem der Sekundärstrom unter bestimmungsgemäßen Einsatzbedingungen dem Primärstrom im Wesentlichen proportional ist und in der Phasenlage von diesem um einen Winkel abweicht, der für einen passenden Anschlusssinn annähernd null ist [IEV 321-02-01]

3.2.4

Breitbandiger Stromwandler

Stromwandler, der in einem großen Frequenzbereich genutzt werden kann

ANMERKUNG Eine **Rogowskispule**, die zusammen mit einer Integrationsschaltung verwendet wird, ist ein **breitbandiger Stromwandler**.

3.2.5

Rogowskispule

induktiver eisenloser Messumformer. **Messsysteme**, die auf einer **Rogowskispule** beruhen, beinhalten entweder eine passive oder aktive Integrationsschaltung.

ANMERKUNG **Messsysteme**, die auf einer **Rogowskispule** beruhen, können für Strommessungen in einem weiten Frequenzbereich ausgelegt werden.

3.2.6

Kompensiertes Strommessgerät

strommessendes Gerät, das eine Kompensationsschaltung enthält

3.3 Bemessungswerte

3.3.1

Betriebsbedingungen

Bedingungen, bei denen ein Messsystem innerhalb der geforderten Grenzen der Ungenauigkeit arbeitet

3.3.2

Bemessungsmessstrom

maximaler Wert des Stromes einer bestimmten Frequenz oder Kurvenform, bei der das Messsystem innerhalb der Grenzen der Messunsicherheit gemäß dieser Norm genutzt werden kann

3.3.3

Nutzbarer Strombereich

Strombereich einer bestimmten Frequenz oder Kurvenform, bei der das Messsystem innerhalb der Grenzen der Messunsicherheit gemäß dieser Norm genutzt werden kann.

ANMERKUNG Die Grenzen des Betriebsstrombereiches werden durch den Anwender festgelegt und mit den Kontrollmessungen, wie in dieser Norm festgelegt, überprüft.

3.3.4

Betriebsdauer (für Gleich- oder Wechselstrom)

Zeit, in der das Messsystem in seinem nutzbarem Strombereich und innerhalb der Grenzen der Messunsicherheit nach dieser Norm betrieben werden kann

3.3.5

Maximale Wiederholrate (von Impulsen)

Maximale Wiederholrate von Impulsen einer bestimmten Kurvenform, bei der das Messsystem bei einer festgelegten Zeit und seinem Bemessungsmessstrom innerhalb der Grenzen der Messunsicherheit gemäß dieser Norm arbeitet.

Übertragungssystem

Zusammenstellung von Geräten, die die Ausgangssignale von Messumformern zu anzeigenden und/oder aufzeichnenden Messgeräten übertragen

ANMERKUNG 1 Ein Übertragungssystem besteht im Allgemeinen aus einem Koaxialkabel mit Abschlussimpedanz; es kann aber auch Abschwächer oder andere Geräte umfassen, die zwischen dem Messumformer und dem Messgerät angeschlossen sind. Beispielsweise umfasst eine optische Übertragungsstrecke einen Sender, den optischen Leiter und den Empfänger wie auch die benötigten Verstärker.

ANMERKUNG 2 Ein Übertragungssystem kann teilweise oder vollständig Teil des Messumformers sein.

Messgerät

Gerät, das allein oder in Verbindung mit zusätzlichen Einrichtungen für Messungen gebraucht werden soll [IEV 311-03-01]

3.4 Maßstabsfaktoren

3.4.1

Maßstabsfaktors eines Messsystems

Faktor, mit dem der Ablesewert des Messgeräts zu multiplizieren ist, um den Wert der gemessenen Größe zu erhalten

ANMERKUNG 1 Ein **Messsystem** kann mehr als einen **Maßstabsfaktor** aufweisen. Beispielsweise kann es unterschiedliche **Maßstabsfaktoren** für unterschiedliche Frequenzen oder Kurvenformen aufweisen (siehe 3.7.1).

ANMERKUNG 2 Bei einigen **Messsystemen** wird der Wert der Eingangsgröße direkt angezeigt. In diesem Fall ist der **Maßstabsfaktor** des **Messsystems** gleich eins.

3.4.2

Maßstabsfaktor eines Messumformers

Faktor, mit dem die Ausgangsgröße eines Messumformers zu multiplizieren ist, um den Wert der Eingangsgröße zu erhalten

ANMERKUNG Der **Maßstabsfaktor des Messumformers** kann einheitenlos sein (z. B. das Übersetzungsverhältnis eines Wandlers) oder eine Einheit haben (z. B. die Impedanz einer Hochstrommessimpedanz)

3.4.3

Maßstabsfaktor eines Übertragungssystems

Faktor, mit dem die Ausgangsgröße eines Übertragungssystems zu multiplizieren ist, um den Wert der Eingangsgröße zu erhalten

3.4.4

Maßstabfaktor eines Messgerätes

Faktor, mit dem der Ablesewert eines Messgerätes zu multiplizieren ist, um den Wert der Eingangsgröße zu erhalten

3.4.5

Festgesetzter Maßstabsfaktor

Maßstabsfaktor eines Messgerätes, der bei der letzten Eignungsprüfung ermittelt wurde

ANMERKUNG Ein Messsystem kann mehr als einen festgesetzten Maßstabsfaktor aufweisen. Beispielsweise kann es mehrere Nennzeiträume mit je einem unterschiedlichen Wert aufweisen, siehe 3.5.10.

3.5 Dynamische Eigenschaften eines Messsystems

3.5.1

Nennzeitraum τ_N

(für die Stirn von Impulsen): Bereich zwischen dem Minimum ($t_{\min}$) und dem Maximum ($t_{\max}$) des relevanten Zeitparameters eines Impulses, für den das Messsystem anerkannt werden soll. Dieser relevante Zeitparameter ist:

- die Stirnzeit T_1 für exponentielle Stoßströme
- die Scheitelzeit T_p für exponentielle Stoßströme
- die Anstiegszeit T_d für rechteckförmige Stoßströme
- die Dauer T_t für rechteckförmige Stromimpuls

ANMERKUNG Ein **Messsystem** kann einen, zwei oder mehr **Nennzeiträume** für verschiedene Kurvenformen haben.

3.5.2

Antwortfunktion G (oder g) eines Messsystems

die Ausgangsgröße als Funktion der Frequenz f , wenn eine festgelegte Spannung an den Eingang des Systems angelegt wird

3.5.3

Amplituden/Frequenzantwort $G(f)$

Verhältnis von Ausgangsgröße zu Eingangsgröße eines Messsystems als Funktion der Frequenz f , wenn die Eingangsgröße sinusförmig ist

3.5.4

Sprungantwort $g(t)$

die Ausgangsgröße eines Messsystems als Funktion der Zeit, wenn die Eingangsgröße eine Sprungfunktion ist

3.6 Messunsicherheiten

3.6.1

Toleranz

bezeichnet die erlaubte Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem vorgegebenen Wert

ANMERKUNG Diese Differenz sollte vom Messfehler unterschieden werden, welcher die Differenz zwischen gemessenem und wahren Wert ist.

3.6.2

Messunsicherheit

dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnten [IEV 311-01-02]

ANMERKUNG Die Messunsicherheit sollte nicht mit der **Toleranz** eines für die Prüfung festgelegten Wertes oder Parameters verwechselt werden.

3.6.3

Standardmessunsicherheit

als Standardabweichung ausgedrückte Messunsicherheit des Messergebnisses

3.6.4

Kombinierte Standardmessunsicherheit

Standardmessunsicherheit eines Messergebnisses, wenn dieses Ergebnis aus den Werten einer Anzahl anderer Größen gewonnen wird. Sie ist gleich der positiven Quadratwurzel einer Summe von Gliedern, wobei die Glieder Varianzen oder Kovarianzen dieser anderen Größen sind, gewichtet danach, wie das Messergebnis mit Änderungen dieser Größen variiert. [GUM 2.3.4]

3.6.5

Erweiterte Messunsicherheit

Kennwert, der einen Bereich um das Messergebnis kennzeichnet, von dem erwartet werden kann, dass er einen großen Anteil der Verteilung der Werte umfasst, die der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden können [GUM 2.3.5]

ANMERKUNG 1 Der Anteil kann als Überdeckungswahrscheinlichkeit oder Vertrauensniveau des Bereiches angesehen werden.

ANMERKUNG 2 Um den durch die erweiterte Messunsicherheit gekennzeichneten Bereich ein spezielles Vertrauensniveau zuzuordnen, sind explizite oder implizite Annahmen über die Wahrscheinlichkeitsverteilung erforderlich, die durch das Messergebnis und die kombinierte Standardmessunsicherheit charakterisiert wird. Das Vertrauensniveau, das diesem Bereich zugeordnet werden kann, kann nur in dem Maße bekannt sein, wie solche Annahmen gerechtfertigt sind.

ANMERKUNG 3 Die erweiterte Messunsicherheit wird in Abschnitt 5 der Empfehlung INC-1 *Gesamtmessunsicherheit* genannt.

3.6.6

Erweiterungsfaktor

Zahlenfaktor, mit dem die kombinierte Standardmessunsicherheit multipliziert wird, um die erweiterte Messunsicherheit zu erhalten [GUM 2.3.6]

3.6.7

Rückführbarkeit

Eigenschaft eines Messergebnisses oder eines Werts eines Normals, durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen mit angegebenen Messunsicherheiten auf geeignete Normale, im Allgemeinen nationale oder internationale Normale, bezogen zu sein [IEV 311-01-15]

3.7 Prüfungen

3.7.1

Abnahmeprüfung

Prüfung an einem Gerät oder Messsystem, bevor es zur Benutzung freigegeben wird. Abnahmeprüfungen umfassen Typprüfungen und Stückprüfungen, um dessen Kennwerte zu ermitteln, z. B. Messung des Temperaturkoeffizienten eines Elements, Prüfung der Stromfestigkeit usw. Zusätzlich umfasst die Abnahmeprüfung für ein Messsystem die erste Eignungsprüfung.

3.7.2

Typprüfung

Die Typprüfung wird an einem Gerät einer Bauart durchgeführt, um es unter Betriebsbedingungen zu charakterisieren.

3.7.3

Stückprüfung

Die Stückprüfung wird an jedem Gerät einer Bauart durchgeführt, um es unter Betriebsbedingungen zu charakterisieren.

3.7.4

Eignungsprüfung

Kalibrierung eines kompletten Messsystems um es unter Betriebsbedingungen zu charakterisieren

3.7.5

Kontrollmessung

vereinfachtes Prüfverfahren, um sicherzustellen, dass die letzte Eignungsprüfung noch gültig ist

3.7.6

Referenzaufzeichnung (nur für Stoßstrommesssysteme)

Eine Aufzeichnung, die unter vorgeschriebenen Bedingungen während einer Eignungsprüfung durchgeführt wird. Die Referenzaufzeichnung wird aufbewahrt, um sie mit Aufzeichnungen zu vergleichen, die während zukünftiger Eignungsprüfungen und Kontrollmessungen unter den gleichen Bedingungen aufgenommen werden.

4 Qualifizierung und Anwendung von Messsystemen

4.1 Allgemeine Grundsätze

Anerkannte Messsysteme müssen während ihrer gesamten Lebensdauer **Abnahmeprüfungen**, gefolgt von Eignungsprüfungen und Kontrollmessungen, unterzogen werden. Diese Prüfungen müssen nachweisen, dass die **Messsysteme** die vorgesehenen Ströme innerhalb der Messunsicherheiten gemäß dieser Norm messen können, und dass diese Messungen rückführbar auf nationale und internationale Normale sind.

Das Folgende ist üblicherweise notwendig:

- **Abnahmeprüfungen** an Systemkomponenten (einmalig);
- regelmäßige **Eignungsprüfungen** an dem System (siehe 4.2);
- regelmäßige **Kontrollmessungen** an dem System (siehe 4.3).

Die wesentliche Forderung an **Messumformer**, Übertragungssysteme und **Messinstrumente**, die in Messsystemen verwendet werden, ist die Stabilität innerhalb des angegebenen Bereichs der **Betriebsbedingungen**, sodass der **Maßstabsfaktor** des **Messsystems** über lange Zeit konstant bleibt.

Der **Maßstabsfaktor** wird in Eignungsprüfungen ermittelt.

Prüffelder müssen die in dieser Norm vorgeschriebenen Prüfungen verwenden, um ihre **Messsysteme** zu qualifizieren. Die Prüffelder dürfen wählen, ob die **Eignungsprüfungen** entweder von einem Nationalem Metrologischem Institut oder von einem für die Messgröße akkreditiertem Kalibrierlabor durchgeführt wird. Wenn andere Kalibrierlaboratorien verwendet werden, liegt es in der Verantwortung des Anwenders sicherzustellen, dass die Kalibrierung von kompetentem Personal, geeigneter Ausrüstung und Verfahren durchgeführt wird und eine einwandfreie **Rückführbarkeit** der Referenzausrüstung sichergestellt wird.

ANMERKUNG Kalibrierungen, die von einem für die Messgröße akkreditierten Kalibrierlabor durchgeführt und unter den Bedingungen der Akkreditierung dokumentiert werden, werden als rückführbar auf nationale und internationale Normale betrachtet.

4.2 Abstand zwischen aufeinander folgenden Eignungsprüfungen

Um die geforderten Eigenschaften eines **Messsystems** aufrecht zu erhalten, ist die Bestimmung des festgesetzten **Maßstabsfaktors** mit regelmäßigen **Eignungsprüfungen** zu wiederholen. Es wird empfohlen, diese Prüfungen jährlich zu wiederholen. Sie muss jedoch mindestens alle drei Jahre durchgeführt werden.

ANMERKUNG Andere Intervalle können z. B. durch Akkreditierungsstellen festgelegt werden.

Eine **Eignungsprüfung** muss sowohl nach größeren Reparaturen des **Messsystems** durchgeführt werden, als auch wenn eine Anordnung des Prüfkreises benutzt wird, die außerhalb der in der **Identifikationsakte** angegebenen Grenzen liegt.

Wenn **Eignungsprüfungen** erforderlich werden, weil eine **Kontrollmessung** eine signifikante Abweichung des festgesetzten **Maßstabsfaktors** vom zuletzt ermittelten Wert zeigt, ist vor der **Eignungsprüfung** die Ursache hierfür zu ermitteln.

4.3 Abstand zwischen aufeinander folgenden Kontrollmessungen

Kontrollmessungen müssen in Abständen wiederholt werden, die sich aus der ermittelten Stabilität des **Messsystems** gemäß Identifikationsakte ergeben. Der Abstand von der letzten **Eignungsprüfung** oder **Kontrollmessung** darf nicht länger als 1 Jahr sein.

Anfangs müssen **Kontrollmessungen** in kürzeren Abständen durchgeführt werden, um diese Stabilität zu ermitteln.

Für **Kontrollmessungen** wird kein Referenzverfahren angegeben, da die Anforderungen an sie geringer sind als an **Eignungsprüfungen**. Anwender, die eine höhere Genauigkeit ihrer Messsysteme fordern, sollten **Kontrollmessungen** öfter durchführen.

4.4 Anforderungen an die Identifikationsakte.

4.4.1 Inhalt der Identifikationsakte

Die Ergebnisse aller Prüfungen und Messungen sowie die Bedingungen, unter denen die Prüfungen und Messungen durchgeführt werden, sind in der **Identifikationsakte** (in elektronischer oder Papierform) zu sammeln. Diese wird vom Anwender angelegt und gepflegt. Die **Identifikationsakte** muss eindeutig die Komponenten des **Messsystems** identifizieren und muss so gegliedert sein, dass sich das Verhalten des **Messsystems** über die Zeit verfolgen lässt.

Der Inhalt der **Identifikationsakte** sollte Folgendes umfassen:

- Allgemeine Beschreibung des **Messsystems**;
- Ergebnisse der **Abnahmeprüfungen** der **Messumformer**, Übertragungssysteme und **Messgeräte**;
- Ergebnisse der Stückprüfungen des Messsystems, soweit durchgeführt;
- Ergebnisse der Eignungsprüfungen des Messsystems;
- Ergebnisse der Kontrollmessungen des Messsystems.

ANMERKUNG Üblicherweise enthält die Beschreibung des **Messsystems** die Hauptdaten und Leistungsmerkmale, wie z. B. Bemessungsspannung, Kurvenform, Abstandsbereiche, **Betriebszeit** oder die maximale Wiederholrate für den Strom. Für viele **Messsysteme** sind Informationen über die Übertragungssysteme und Erdungsanordnung wichtig. Wenn notwendig ist auch eine Beschreibung der Komponenten des **Messsystems** einschließlich z. B. der Typen der Messgeräte und deren Identifikation enthalten.

4.4.2 Ausnahmen

Für Messgeräte und Messeinrichtungen, die vor dem Inkrafttreten dieser Norm hergestellt wurden und für die einige Größen der **Abnahmeprüfung** nicht ermittelt werden können (siehe beispielsweise 5.7 und 5.9), wird vorgeschlagen, **Eignungsprüfungen** (in Übereinstimmung mit Abschnitt 6.4.5, 7.4.5, 8.4.6 oder 9.4.5 soweit zutreffend) und Kontrollmessungen in Übereinstimmung mit vorangegangenen Normen durchzuführen, unter der Voraussetzung, dass der **Maßstabsfaktor** stabil ist. Die Ergebnisse dieser Messungen müssen dann ebenfalls in der **Identifikationsakte** festgehalten werden.

Anerkannte Messsysteme, die aus mehreren austauschbaren Komponenten bestehen, können in einer einzigen **Identifikationsakte** zusammengefasst werden. In ihr sind alle möglichen Kombinationen zu dokumentieren, wobei Wiederholungen zu vermeiden sind. Es muss aber jeder Messumformer eine eigene Identifikationsakte besitzen, während Gruppen von **Übertragungssystemen** und Messgeräten in einer gemeinsamen Identifikationsakte beschrieben werden dürfen, indem beispielsweise ein zulässiger Bereich von Kabellängen angegeben wird oder ähnliche Messgeräte benannt werden, die den betreffenden IEC-Normen entsprechen.

4.5 Betriebsbedingungen

Ein **anerkanntes Messsystem** für Ströme muss in Reihe mit dem Prüfling angeschlossen werden. Die parasitäre Kopplung zwischen Prüf- und Messkreis sollte minimiert werden.

Ein **anerkanntes Messsystem** muss eine genügend kleine Messunsicherheit für die vorgesehenen Einsatzbedingungen haben.

Falls nicht anders festgelegt, müssen **Messsysteme** für Gleichstrom und Dauerwechselstrom für Dauerbetrieb ausgelegt sein.

Falls nicht anders festgelegt, muss die **Wiederholrate** von **Stoßstrommesssystemen** zwei Stöße je Minute betragen.

4.6 Messunsicherheit

Ein **Messsystem** nach dieser Norm muss, wenn es für Prüfungen eingesetzt wird, hinsichtlich einer Anzahl von Messunsicherheiten, die die Messung beeinflussen können, untersucht werden. Verfahren für eine solche Untersuchung sind im ISO Leitfaden "Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit beim Messen" (GUM) angegeben.

Im Allgemeinen ist als Messgröße der Wert des Prüfstromes zu betrachten, in gewissen Fällen müssen jedoch auch andere Größen wie z. B. Zeitparameter betrachtet werden. Die Messunsicherheit muss als **kombinierte erweiterte Messunsicherheit** für eine Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % angegeben werden.

In den folgenden Abschnitten wird eine Hilfestellung gegeben, welche Komponenten der Messunsicherheit in Betracht kommen.

5 Prüfungen und Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem

5.1 Allgemeine Anforderungen

Der **festgesetzte Maßstabsfaktor** des **Messsystems** wird durch eine Kalibrierung gemäß der Festlegungen der **Eignungsprüfung** bestimmt. Bei **Messsystemen** für Stoßströme und für Kurzzeitwechselströme zeigt die **Eignungsprüfung** außerdem, ob das dynamische Verhalten für die festgelegte Messung hinreichend ist und ob der Grad der Beeinflussung kleiner als die festgelegten Grenzen ist.

Bei Hochstromprüfungen macht die Größe der Anlagen, die Höhe des Stromes und das Zusammenspiel von Prüf- und Messkreisen es oft notwendig, die Kalibrierung vor Ort durchzuführen.

Dennoch darf das **Messsystem** oder seine Komponenten in ein anderes Prüflabor gebracht werden, um es in einer Anordnung, welche die **Betriebsbedingungen** simulieren, zu kalibrieren. Dies ist unter der Voraussetzung zulässig, dass der ggf. notwendige Beeinflussungstest vor Ort durchgeführt wird. Die simulierte Anordnung muss den festgelegten **Betriebsbedingungen** entsprechen. Beides muss in der **Identifikationsakte** beschrieben werden.

Falls ein **Messumformer** für den Proximity-Effekt empfindlich ist, muss der **festgelegte Maßstabsfaktor** für jeden Anwendungsbereich in jeder Betriebsbedingung gemessen werden. Jeder Abstand oder jede Gruppe von Abständen muss in die **Identifikationsakte** aufgenommen werden.

Bei der Kalibrierung sollte der gleiche Strom hinsichtlich Art, Frequenz und Kurvenform wie bei der Messung verwendet werden. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, muss der Nachweis geführt werden, dass der **festgelegte Maßstabsfaktor** in dem Bereich der genutzten Frequenzen und Kurvenformen gültig ist.

Das Referenzverfahren zur Bestimmung des **festgesetzten Maßstabsfaktors** ist der Vergleich mit einem Referenzmesssystem beim **Bemessungsmessstrom** (siehe 5.3.2). Da jedoch ein **Referenzmesssystem** nicht immer bis zu den höchsten Strömen zur Verfügung steht, kann der Vergleich bei 5 % des

Bemessungsmessstromes durchgeführt werden, unter der Voraussetzung, dass die Linearität von diesem Punkt bis zum Bemessungsbetriebsstrom überprüft wurde.

Alternativ darf der **festgesetzte Maßstabsfaktor** durch Messung der **Maßstabsfaktoren** jeder Komponente und dem Produkt der einzelnen **Maßstabsfaktoren** bestimmt werden (siehe 5.3.3).

Alle Geräte, die zur Ermittlung des **Maßstabsfaktors** von **Messsystemen** genutzt werden und alle Messgeräte von **Messsystemen** müssen eine Kalibrierung rückführbar auf nationale Messnormale (Etalon) haben.

ANMERKUNG Kalibrierungen, die von einem Nationalem Metrologischem Institut oder einem für die Messgröße akkreditiertem Kalibrierlabor durchgeführt und unter den Bedingungen der Akkreditierung dokumentiert werden, werden als rückführbar auf nationale und internationale Normale betrachtet

Die Bedingungen, unter denen die Kalibrierung durchgeführt wurde, müssen Teil der **Identifikationsakte** sein.

5.2 Anwendbarkeit

Die Prüfungen, die in diesem Abschnitt beschrieben werden, sind sowohl für **Messsysteme**, wie auch für seine Komponenten gefordert. Jedoch für Übertragungssysteme, die lediglich aus Kabeln bestehen, sowie Messgeräte, die den Anforderungen von Normen aus Abschnitt 2 entsprechen, werden keine Prüfungen gefordert.

Einige von diesen Prüfungen können nicht an bestehenden Geräten durchgeführt werden (z.B. Temperatureffekt in Abschnitt 5.70 oder Spannungsfestigkeitsprüfung in Abschnitt 5.9). In diesem Fällen gilt Abschnitt 4.4.2.

Für einige Prüfungen dieses Abschnittes ist es notwendig, die Komponenten in ein geeignetes Messsystem einzubauen, dessen übrige Komponenten nachgewiesenerweise linear sind. Dies gilt z.B. für den Linearitätstest nach Abschnitt 5.4.

Die Tabellen in den Abschnitten 6 bis 9 legen die maßgeblichen Prüfungen für jede Art von **Messsystemen** fest.

5.3 Kalibrierung – Bestimmung des Maßstabsfaktors

5.3.1 Allgemeines

Der **Maßstabsfaktor** für ein komplettes **Messsystem** kann durch Vergleich mit einem **Referenzmesssystem** bestimmt werden. Dies ist das Vorzugsverfahren.

Der **Maßstabsfaktor** eines **Messsystems** kann außerdem über die **Maßstabsfaktoren** der Komponenten ermittelt werden. Der **Maßstabsfaktor** eines **Messsystems** ist das Produkt der **Maßstabsfaktoren** der Komponenten. Die Messunsicherheit des **Maßstabsfaktors** muss sorgfältig ermittelt werden.

5.3.2 Kalibrierung eines Messsystems durch Vergleich mit einem Referenzmesssystem (Vorzugsverfahren)

Ein auf Nationale Metrologische Institute rückführbares **Referenzmesssystem** muss mit dem zu kalibrierenden **Messsystem** in Reihe geschaltet werden. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass Erdschleifen zwischen **Übertragungssystemen** und **Messgeräten** vermieden werden. Beide Systeme werden gleichzeitig abgelesen. Der Wert der Eingangsgröße, der sich für jede Messung aus dem **Referenzmesssystem** ergibt, wird durch den entsprechenden abgelesenen Wert des Messgerätes des zu prüfenden Systems dividiert. Daraus erhält man den Wert F_i des Maßstabsfaktors. Der Vorgang wird wiederholt, um den Mittelwert des **Maßstabsfaktors** F_m zu erhalten. Die Messunsicherheit von F_m muss mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von näherungsweise 95 % angegeben werden. Der Mittelwert F_m wird als **zugeordneter Maßstabsfaktor** angenommen.

E DIN IEC 62475 (VDE 0432-20):2006-09

ANMERKUNG 1 Verfahren zur Bestimmung der Messunsicherheit gibt es im ISO-Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit beim Messen, jedoch sind üblicherweise nicht mehr als 10 unabhängige Ablesungen notwendig.

ANMERKUNG 2 Ein gerundeter Wert F_0 darf als **zugeordneter Maßstabsfaktor** angenommen werden, wenn die Differenz zwischen F_0 und F_m als Messunsicherheitsbeitrag vom Typ B (siehe ISO-Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit beim Messen) in die Bestimmung der **erweiterten kombinierten Messunsicherheit** des Maßstabsfaktors F_0 einfließt.

ANMERKUNG 3 Für die Messung von Gleich- und Wechselströmen erhält man unabhängige Ablesungen entweder durch Fließen des Prüfstromes und n Ablesungen oder durch n -faches Fließen des Stromes und Ablesen. Bei Impulsen werden n Impulse angelegt.

Diese Prüfung muss bei einem Stromwert durchgeführt werden. (Siehe 5.1)

Ein **Messsystem** mit verschiedenen **Maßstabsfaktoren** muss für jeden **Maßstabsfaktor** kalibriert werden. **Messsysteme** mit sekundären Abschwächern dürfen mit einer Einstellung kalibriert werden, unter der Voraussetzung, dass durch andere Prüfungen nachgewiesen wurde, dass die Last am Ausgang des **Messumformers** für alle Einstellungen konstant ist. In solchen Fällen müssen alle Einstellungen der Abschwächer separat kalibriert werden.

5.3.3 Bestimmung des Maßstabsfaktors eines Messsystems über die Maßstabsfaktoren der Komponenten

Der **festgesetzte Maßstabsfaktor** eines **Messsystems** muss aus dem Produkt der **Maßstabsfaktoren** des **Messumformers**, des **Übertragungssystems**, irgendeines sekundären Abschwächers und der **Messinstrumente** bestimmt werden.

Für den **Messumformer** und das Übertragungssystem oder die Kombination aus beidem muss der **Maßstabsfaktor** nach einem der Verfahren aus Abschnitt 5.3.4 bestimmt werden. Die Messunsicherheit muss mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von näherungsweise 95 % bestimmt werden.

ANMERKUNG Es sollte dafür Sorge getragen werden, dass angemessene Streukapazitäten oder Ankopplungen und die gegenseitige Beeinflussung der Komponenten in der Messung berücksichtigt werden.

Der **Maßstabsfaktor** eines **Messinstruments** wird gemäß den einschlägigen IEC-Normen (siehe Abschnitt 20) oder mit den Prüfungen dieser Norm bestimmt.

5.3.4 Kalibrierung der Komponenten

Die Bestimmung des **Maßstabsfaktors** einer Komponente darf nach einer der folgenden Verfahren erfolgen.

- Gleichzeitiges Messen der Ein- und Ausgangsgrößen;
- Brückenverfahren;
- Berechnung aufgrund gemessener Impedanzen.

Der Maßstabsfaktor eines Messwiderstandes darf mit einer Gleichstrommessung ermittelt werden, vorausgesetzt, das dynamische Verhalten wurde separat bestimmt.

5.4 Linearitätsprüfung

5.4.1 Allgemeines

Die Werte für den **Maßstabsfaktor** des **Messsystems** müssen bei dem kleinsten und größten Strom des Betriebsbereiches, sowie bei drei Werten dazwischen mit ungefähr gleichem Abstand, bestimmt werden.

Die Linearitätsprüfung muss bei jeder Polarität, für die das System anerkannt ist, durchgeführt werden.

Der Nachweis der Linearität stützt sich auf die größte Abweichung von dem Mittelwert der fünf Verhältnisse des gemessenen Stroms zu Eingangsstrom. Die größte Abweichung wird als Typ B Schätzung für die **Standardmessunsicherheit** der Nicht-Linearität angenommen.

$$u_{\text{lin}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \max_{i=1}^5 \left| \frac{F_i}{F_m} - 1 \right|$$

Die Vorzugsmethode ist der Vergleich nach den Verfahren von 5.3.2 mit einem **Referenzmesssystem**.

Die unten beschriebenen alternativen Verfahren werden bereitgestellt, falls für den Anwender kein **Referenzmesssystem** verfügbar ist. Jedoch zeigt eine Nichtübereinstimmung mit den Anforderungen bei der Anwendung dieser alternativen Verfahren nicht notwendigerweise, dass das **Messsystem** nicht linear ist.

5.4.2 Referenzverfahren : Vergleich mit einem Referenzmesssystem.

Der Ausgang des **Messsystems** wird mit dem Ausgang des **Referenzsystems** gemäß dem Verfahren nach 5.3.2 verglichen.

5.4.3 Alternative Verfahren mit angenommener Eignung

Vergleich mit einem anerkannten Messsystem

Der Ausgang des **Messsystems** wird mit dem Ausgang eines **anerkannten Messsystems** gemäß dem Verfahren nach 5.3.2 verglichen. Die Linearität des **anerkannten Messsystems** muss mit der Referenzverfahren nach 5.4.2 ermittelt werden.

5.4.3.2 Abschätzung der Erwärmung von Messwiderständen

Ein Stoßstrom oder ein Kurzzeitstrom durch einen Messwiderstand erhöht die Temperatur der Widerstandselemente. Dies kann den **Maßstabsfaktor** signifikant ändern. Das Ausmaß dieses Effekts und seine Abhängigkeit vom Strom können mit einer Berechnung ermittelt werden, sofern der Temperaturkoeffizient des Widerstandselements bekannt ist (siehe Anhang B).

5.5 Prüfung der Kurzzeitstabilität

5.5.1 Allgemeines

Der volle Bemessungsstrom für das Gerät muss dauerhaft (oder im Fall von Stoßströmen mit der maximalen Wiederholungsrate) für den zu erwartenden Einsatz fließen.

Der Maßstabsfaktor muss vorher und unmittelbar nach (innerhalb von 10 min.) dem Stromfluss gemessen werden.

Das Ergebnis ist die Änderung des Maßstabsfaktors, dessen Beitrag zur Messunsicherheit als Typ B abgeschätzt wird:

$$u_{\text{st}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left| \frac{F_{\text{nachher}}}{F_{\text{vorher}}} - 1 \right|$$

5.5.2 Dauerstrom

Der **Maßstabsfaktor** muss vor oder zu Beginn des Stromflusses gemessen werden. Der volle Bemessungsstrom muss dann dauernd bis zur thermischen Stabilität fließen. Der **Maßstabsfaktor** muss unmittelbar nach oder am Ende des Stromflusses gemessen werden (siehe Bild 6a).

5.5.3 Stoßströme und Kurzzeitwechselströme

Der **Maßstabsfaktor** muss sowohl vor oder zu Beginn als auch unmittelbar nach oder am Ende des Stromflusses gemessen werden. Der volle Bemessungsstrom muss durch das Gerät fließen.

ANMERKUNG Im Fall von Kurzzeitströmen ist beispielsweise die Bestimmung des Maßstabsfaktors vor und nach einem einzelnen Stromfluss eine geeignete Messung der Kurzzeitstabilität.

5.5.4 Periodische Stoßströme und periodische Kurzzeitwechselströme

Der **Maßstabsfaktor** muss sowohl vor oder am Beginn als auch unmittelbar oder am Ende einer Serie von Stößen gemessen werden (siehe Bild 6b und 6c). Der volle Bemessungsstrom muss verwendet werden. Zusätzlich muss der **Maßstabsfaktor** vor einer bestimmungsgemäßen neuen Serie von Stößen gemessen werden.

5.6 Langzeitstabilität einzelner Elemente

Die Stabilitätseigenschaften, Strom- und Temperatureffekte jeder Art von Elementen dürfen nur eine begrenzte Änderung des Maßstabsfaktors des Messumformers zwischen aufeinander folgenden Eignungsprüfungen zeigen.

Das Ergebnis der Prüfung ist die Änderung des **Maßstabsfaktors**, dessen Beitrag zur Messunsicherheit als Typ B abgeschätzt wird:

$$u_{lt} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left| \frac{F_{nachher}}{F_{vorher}} - 1 \right|$$

Diese Eigenschaften dürfen Herstellerdaten entnommen oder durch aufeinander folgende **Eignungsprüfungen** nachgewiesen werden.

5.7 Temperatureffekt

Die Änderung des **Maßstabsfaktors** oder eines Parameters eines Gerätes (z. B.: Widerstand oder Fehler des Übersetzungsverhältnisses) aufgrund der Änderung der Umgebungstemperatur wird durch Berechnung unter Nutzung der Temperaturkoeffizienten der einzelnen Elemente (siehe z. B. Anhang B) oder durch Messungen bei verschiedenen Temperaturen bestimmt.

Die Temperaturkoeffizienten müssen in der **Identifikationsakte** aufgeführt und dürfen Herstellerangaben entnommen werden.

Temperaturkorrekturfaktoren dürfen genutzt werden, wenn die Temperatur sich über einen weiten Bereich ändert. Alle Temperaturkorrekturen müssen in der **Identifikationsakte** angegeben werden.

Das Ergebnis der Prüfung ist die Änderung des **Maßstabsfaktors**, nachdem die Temperaturkorrektur durchgeführt wurde. Von dieser wird der Beitrag zur Messunsicherheit als Typ B abgeschätzt nach:

$$u_{temp} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left| \frac{F_{gestört}}{F_{ungestört}} - 1 \right|$$

5.8 Proximity Effekt

Änderungen des **Maßstabsfaktors** oder der Parameter des Gerätes aufgrund des Proximity Effekts können durch Messungen in verschiedenen Abständen von möglicherweise beeinflussenden Objekten bestimmt werden. Der Einfluss von außermittigen Hochstrombahnen (sofern zutreffend) oder Einflüsse von in der Nähe liegenden Hochstrombahnen können durch Messungen bei verschiedenen Bahnen und Abständen zu stromführenden Leitern bestimmt werden.

Das Ergebnis der Prüfung ist die Änderung des **Maßstabsfaktors**, dessen Beitrag zur Messunsicherheit als Typ B abgeschätzt wird:

$$u_{\text{prox}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \left| \frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{min}}} - 1 \right|$$

Es ist zulässig, für verschieden Abstandsbereiche verschiedene Werte von u_{prox} zu erhalten.

ANMERKUNG Prüffelder dürfen wählen, ihre **Messsysteme** für einen, mehrere oder Bereiche von Abständen anzuerkennen.

5.9 Störfestigkeitsprüfung (für Stoßstrom- oder Kurzzeitwechselstrommesssysteme)

5.9.1 Allgemeines

Die Störfestigkeitsprüfung wird durchgeführt, um eine angemessene Sicherheit gegen Störungen von Strommesssystemen in einem bestimmten Stromkreis unter spezifizierten **Betriebsbedingungen** sicherzustellen. Beeinflussungen dürfen durch leitungsgebundene Störungen oder durch transiente elektromagnetische Felder sowohl auf den Signalleitungen wie auch auf den Versorgungsleitungen hervorgerufen werden.

Bei der Störfestigkeitsprüfung wird der **Messumformer** des **Messsystems** in den Stromkreis wie bei den üblichen Hochstromprüfungen eingebaut. Es muss der Prüfstrom fließen. Das Übertragungssystem (Messkabel), vom **Messumformer** getrennt, wird entweder koaxial kurzgeschlossen oder mit seiner charakteristischen Impedanz abgeschlossen (je nachdem, was den Prüfbedingungen am ehesten entspricht), und wie bei der üblichen Messung geerdet.

Eine Störung muss auf den Eingang des **Messsystems** gegeben werden, z. B. durch Betrieb einer geeigneten Einrichtung, mit einer charakteristischen Strom- und Kurvenform der Hochstromprüfung. Der Ausgang muss aufgezeichnet werden. Die Störfestigkeitsprüfung muss mit einem geeigneten Strom und jeder Stromart einschließlich Mehrphasen- und Abreißströmen durchgeführt werden, die in der Hochstromprüfung genutzt oder erwartet werden.

Das Störverhältnis muss als die maximale Amplitude der gemessenen Störung zum Ausgang des Messsystem beim Prüfstrom bestimmt werden.

ANMERKUNG Ein **Messsystem** für Kurzzeitwechselstrom wird im Bezug auf die Störfestigkeitsprüfung als Stoßstrommesssystem betrachtet.

5.9.2 Strommesswiderstände und Stromwandler mit Eisen

Bei der Beeinflussungsprüfung wird der Messumformer des Messsystems in den Stromkreis wie bei den üblichen Hochstromprüfungen eingebaut. Es muss der Prüfstrom fließen. Das Übertragungssystem (Messkabel), vom Messumformer getrennt, wird entweder koaxial kurzgeschlossen oder mit seiner charakteristischen Impedanz abgeschlossen (je nachdem, was den Prüfbedingungen am ehesten entspricht), und wie bei der üblichen Messung geerdet.

5.9.3 Induktive Messsysteme ohne Eisen (Rogowskispulen)

Für **Messsysteme** einschließlich induktiver eisenloser **Messumformer**, wie **Rogowskispulen**, ist es unentbehrlich die ausreichende Sicherheit der Wicklungen und internen Verbindungen gegen Störungen (geeignete koaxiale Bauart, Abschirmung, usw.) nachzuweisen. Daher muss das Übertragungssystem bei der Prüfung mit dem Ausgang des **Messumformers** wie bei der üblichen Messung einschließlich der Erdung verbunden werden. Der Messumformer selbst wird aus seiner normalen Position entfernt, sodass er in der Nähe der Stromleitung bleibt, jedoch nicht vom Strom durchflossen wird.

Die Variation des **Maßstabsfaktors** muss für jeden Bereich der Abstände ermittelt und in der **Identifikationsakte** aufgezeichnet werden.

5.10 Festigkeitsprüfungen

5.10.1 Stehspannungsprüfung

Stehspannungsprüfungen werden nur bei den Messumformern angewendet, die für einen Betrieb auf erhöhtem Potenzial vorgesehen sind.

Der Messumformer muss im trockenen Zustand einer Prüfung unterzogen werden, mit einer Spannung geforderter Frequenz oder Kurvenform und 110 % der Bemessungsspannung. Zur Durchführung der Stehspannungsprüfung siehe IEC 60060-1 oder IEC 61180-1.

Stehspannungsprüfungen sind bei den Polaritäten durchzuführen, für die das Messsystem vorgesehen ist.

ANMERKUNG Auslegung und Konstruktion jeder Komponente eines anerkannten Messsystems sollten so sein, dass ein Überschlag des Prüfobjektes nicht zu einer Veränderung der Eigenschaften führt.

5.10.2 Stromfestigkeitsprüfung

5.10.2.1 Kurzzeitfestigkeitsprüfung

Der **Messumformer** muss, in ein **Messsystem** eingebaut, bei seinem Bemessungsstrom mit einer Kurzzeitstromprüfung belastet werden. Das **Messsystem** muss die Anforderungen an den **Maßstabsfaktor** bei diesem Strom erfüllen, und es darf keinen Hinweis auf eine Beschädigung des **Messumformers** geben.

5.10.2.2 Stoßstromfestigkeit

Der **Messumformer** muss, in ein **Messsystem** eingebaut, mit einer Stoßstromprüfung, die seinem Bemessungsstrom entspricht, belastet werden. Das **Messsystem** muss die Anforderungen an den **Maßstabsfaktor** bei diesem Strom erfüllen, und es darf keinen Hinweis auf eine Beschädigung des **Messumformers** geben.

6 Gleichstrom

6.1 Allgemeines

Die Prüfanwendungen kommen in Betracht für Messungen von großen konstanten Gleichströmen.

6.2 Begriffe für Gleichstrom

6.2.1

Wert des Gleichstromes

ist der arithmetische Mittelwert des Prüfstromes

6.2.2

Welligkeit

Ist die periodische Abweichung vom arithmetischen Mittelwert des Stromes. Die Amplitude der Welligkeit ist definiert als die Hälfte der Differenz zwischen dem minimalen und maximalen Werten. Der Welligkeitsfaktor ist das Verhältnis von der Amplitude der Welligkeit und dem arithmetischen Mittelwert.

6.3 Prüfstrom

6.3.1 Anforderungen an den Prüfstrom

Der Prüfstrom muss ein Gleichstrom mit einem Welligkeitsfaktor von nicht größer als 7 % sein, soweit durch das zuständige technische Komitee nicht anders festgelegt. Weitere Anforderungen an die Prüfungen dürfen in den Gerätenormen festgelegt werden.

6.3.2 Grenzabweichungen

Wenn nicht anders durch das zuständige technische Komitee festgelegt, muss der Prüfstrom während der Prüfung innerhalb einer Grenzabweichung von $\pm 3 \%$ liegen.

ANMERKUNG 1 Es wird betont, dass die Grenzabweichung die erlaubte Differenz zwischen dem spezifiziertem und dem gemessenen Wert beschreibt. Diese Differenz sollte von der Messabweichung unterschieden werden, welche die Differenz zwischen gemessenem und wahren Wert ist.

ANMERKUNG 2 Das zuständige technische Komitee kann andere **Grenzabweichungen** (z. B.: 0 bis +5 %) festlegen.

6.4 Messungen des Prüfstromes

6.4.1 Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem

Im Allgemeinen muss der Prüfstrom mit einer **kombinierten Messunsicherheit** von 3 % gemessen werden, wenn es nicht anders von der zuständigen Gerätenorm festgelegt ist.

6.4.2 Beiträge zur Messunsicherheit

Für ein **Gleichstrommesssystem** sollten die folgenden Beiträge zur Messunsicherheit berücksichtigt werden. Die hier gegebenen Informationen sind nur eine Anleitung, da in Einzelfällen auch andere Beiträge von großer Bedeutung sein können.

- u_{sf} **Standardmessunsicherheit** bei der Bestimmung des **Maßstabsfaktors** der letzten **Eignungsprüfung**;
- u_{lt} **Standardmessunsicherheit** abgeleitet aus der Erfahrung über die Langzeitstabilität des **Maßstabsfaktors** (oder aus Herstellerunterlagen)
- u_{lin} **Standardmessunsicherheit** ermittelt aus der Linearitätsprüfung;
- u_{st} **Standardmessunsicherheit** ermittelt aus der Kurzzeitstabilitätsprüfung;
- u_{temp} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für die Temperatureffekte;

Die **kombinierte Standardmessunsicherheit** u wird üblicherweise angegeben als:

$$u = 2 \cdot \sqrt{u_{sf}^2 + u_{lt}^2 + u_{lin}^2 + u_{st}^2 + u_{temp}^2}$$

Die Grenzen der einzelnen Beiträge sind in Tabelle 1 aufgeführt. Ein einzelnes Kriterium darf jedoch überschritten werden wenn gezeigt werden kann, dass die kombinierte erweiterte Messunsicherheit innerhalb der spezifizierten Grenzen bleibt.

6.4.3 Stabilität des Maßstabsfaktors

Der **Maßstabsfaktor** des **Messumformers** und des Übertragungssystems darf nicht mehr als 1 % für den Temperaturbereich und den Bereich der Abstände gemäß Identifikationsakte variieren.

6.4.4 Dynamisches Verhalten

Es gibt keine Anforderungen für das dynamische Verhalten von Dauergleichstrom.

6.4.5 Prüfungen an anerkannten Messsystemen

Tabelle 1 – Prüfungen an einem Gleichstrommesssystem

Art der Prüfung	Typprüfung	Stückprüfung	Eignungsprüfung	Kontrollmessung	Kriterium
Maßstabsfaktor eines Messsystems			5.3	6.4.6	$ u_{sf} < 1 \%$
Maßstabsfaktor des Messumformers		5.3			Bestimmung
Maßstabsfaktor des Übertragungssystems außer Kabel		5.3			Bestimmung
Maßstabsfaktor des Instruments		5.3			Bestimmung
Maßstabsfaktor des Messsystems bei Welligkeitsfrequenz			6.4.7.2, 5.3 (sofern gefordert)		$ u_{sf r} < 3 \%$
Dynamisches Verhalten der Welligkeit für die oberer -3 dB Grenzfrequenz im Verhältnis zur Welligkeitsfrequenz f			6.4.7.4 (sofern gefordert)		$f_2/f > 10$
Linearität des Messsystems		5.4			$u_{lin} < 1 \%$
Kurzzeitstabilität des Messumformers		5.5			$u_{st} < 1 \%$
Langzeitstabilität der Einzelelemente	5.6		5.6		$u_{lt} < 1 \%$
Temperatureffekte auf Einzelelemente	5.7				$u_{temp} < 1 \%$
Proximityeffekt Messumformer	5.8 (sofern gefordert)				$u_{prox} < 1 \%$
Dynamisches Verhalten des Messsystems	n.a.		n.a.		n.a.
Regen oder Fremdschicht Stehspannungsprüfung für den Messumformer	5.10.1 (sofern gefordert)				Bestanden
Stehspannungsprüfung im trockenen Zustand für den Messumformer		5.10.1 (sofern gefordert)			Bestanden
Stromfestigkeitsprüfung		5.10.2			Bestanden

Die Anforderungen von Typprüfungen können durch Prüfungen an einer Einheit gleichen Typs oder durch Angabe des Herstellers erfüllt werden. Stückprüfungen müssen an jeder Einheit durchgeführt werden. Für Einzelheiten siehe 4.6 und für die Ausnahmen 4.4.2.

6.4.6 Kontrollmessungen

6.4.6.1 Allgemeines

Der **Maßstabsfaktor** eines **anerkannten Messsystems** kann mit einer der folgenden Methoden überprüft werden.

6.4.6.2 Überprüfung des Maßstabsfaktors der Komponenten

Der (die) Maßstabsfaktor(en) jeder Komponente müssen mit einem internen oder externen Kalibrator mit einer Messunsicherheit von 1 % überprüft werden. Wenn die Maßstabsfaktoren um nicht mehr als $\pm 1 \%$ von den kalibrierten Werten aus der Identifikationsakte abweichen, dann ist der festgesetzte Maßstabsfaktor weiterhin gültig. Wenn irgendeine Differenz $\pm 1 \%$ übersteigt, dann muss ein neuer festgesetzter Maßstabsfaktor mit einer Eignungsprüfung ermittelt werden (siehe Abschnitt 5.3).

ANMERKUNG Eine Messung des Gleichstromwiderstandes von Messwiderständen ist grundsätzlich ausreichend für **Kontrollmessungen**.

6.4.6.3 Überprüfung des Maßstabsfaktors des Messsystems

Es wird ein Vergleich mit einem anderen **anerkannten Messsystem** nach dem Verfahren von 5.3.2 durchgeführt. Wenn die Differenz zwischen den zwei gemessenen Werten nicht größer als $\pm 3\%$ ist, dann ist der **festgesetzte Maßstabsfaktor** gültig. Wenn die Differenz größer ist, muss ein neuer **festgesetzter Maßstabsfaktor** mit einer **Eignungsprüfung** ermittelt werden (siehe 5.3)

6.4.7 Messungen der Welligkeitsamplitude

6.4.7.1 Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem

Die Amplitude der Welligkeit muss mit einer kombinierten Messunsicherheit von 10 % der Amplitude der Welligkeit oder 1 % des Gleichstromes gemessen werden, abhängig davon, welcher Wert größer ist.

Verschiedene **Messsysteme** dürfen für die Messung des Gleichstromes und für die Amplitude der Welligkeit genutzt werden. Oder es darf der gleiche **Messumformer** mit zwei verschiedenen Messgeräten genutzt werden.

Die Prüfungen nach 6.4.7.2 und 6.4.7.4 müssen nur auf Systeme zur Messung der Amplitude angewendet werden.

6.4.7.2 Beiträge zur Messunsicherheit

Für ein **Messsystem** zur Messung der **Welligkeiten von Gleichstrom** sollten die folgenden Beiträge zur Messunsicherheit berücksichtigt werden. Die hier gegebenen Informationen sind nur eine Anleitung, da in Einzelfällen auch andere Beiträge von großer Bedeutung sein können.

- u_{sf} **Standardmessunsicherheit** bei der Bestimmung des **Maßstabsfaktors** aus der letzten **Eignungsprüfung**;
- u_{lt} **Standardmessunsicherheit** abgeleitet aus der Erfahrung über die Langzeitstabilität des **Maßstabsfaktors** (oder aus Herstellerunterlagen);
- u_{temp} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für die Temperatureffekte;
- u_{dyn} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für das dynamische Verhalten.

Die **kombinierte Standardmessunsicherheit** u wird üblicherweise angegeben als:

$$u = 2 \cdot \sqrt{u_{sf}^2 + u_{lt}^2 + u_{temp}^2 + u_{dyn}^2}$$

6.4.7.3 Messungen des Maßstabsfaktors bei der Frequenz der Welligkeit

Der **Maßstabsfaktor** des **Messsystems** muss bei der Grundfrequenz der Welligkeit f mit einer Messunsicherheit von 3 % bestimmt werden. Dieser **Maßstabsfaktor** darf als das Produkt der **Maßstabsfaktoren** seiner Komponenten bestimmt werden.

6.4.7.4 Dynamisches Verhalten für die Welligkeit

6.4.7.4.1 Anforderungen

Die obere -3 dB Frequenzgrenze f_2 der **Amplituden/Frequenz Antwort** des **Messsystems** muss größer sein als die 10fache Frequenz der Grundwelle der Welligkeit.

6.4.7.4.2 Direkte Bestimmung der Amplituden/Frequenz Antwort

Um das dynamische Verhalten zu bestimmen, wird dem System am Eingang ein sinusförmiges Signal mit bekannter Amplitude, üblicherweise auf kleiner Stufe, vorgegeben und das Ausgangssignal gemessen. Diese Messung wird für geeignete Frequenzbereiche wiederholt.

6.5 Prüfverfahren

Prüfverfahren werden durch das zuständige technische Komitee festgelegt oder müssen mit dem Kunden vereinbart werden.

7 Dauerwechselstrom

7.1 Allgemeines

Die Prüfanwendungen kommen in Betracht für Prüfungen mit Dauerwechselstrom.

7.2 Begriffe für Wechselstrom

7.2.1

Wert des Prüfstromes

der Wert des Prüfstromes ist der wahre Effektivwert

7.2.2

Wahrer Effektivwert

Wert ermittelt aus
$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

Dabei ist

- 0 Start der Berechnung an einem geeigneten Punkt ($t=0$) eines periodischen Wechselstromes,
- T Zeit, ganze Zahl von Perioden,
- i der Momentanwert des Stromes.

ANMERKUNG 1 Der wahre Effektivwert einer periodischen Kurvenform kann üblicherweise aus digitalisierten Aufzeichnungen berechnet werden, sofern eine ausreichende Zahl an Messungen durchgeführt wurde (siehe Anhang E, E.7).

ANMERKUNG 2 Der wahre Effektivwert berücksichtigt auch den Anteil der Gleichstromkomponente.

ANMERKUNG 3 In Fällen variierender Frequenzen kann keine genaue Formel für den wahren Effektivwert angegeben werden.

7.3 Prüfströme

7.3.1 Anforderungen an den Prüfstrom

Der Prüfstrom muss ein Wechselstrom sein, der üblicherweise eine Frequenz zwischen 45 und 65 Hz besitzt. Er wird normalerweise netzfrequenter Prüfstrom genannt. Spezielle Prüfungen können durch das zuständige technische Komitee mit höheren und tieferen Frequenzen festgelegt werden.

Die Kurvenform muss näherungsweise sinusförmig sein, mit einer Differenz kleiner 2 % zwischen der negativen und positiven Amplitude.

Die Ergebnisse von Hochstromprüfungen werden als unbeeinflusst von Abweichungen von der Sinusform betrachtet, sofern der Klirrfaktor (THD) nicht mehr als 5 % des Effektivwertes der Grundwelle beträgt.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{50} I_n^2}}{I_1}$$

Dabei ist

I_1 Grundwelle

I_n Oberwellen von $n = 2$ an.

Für einige gebräuchliche Prüfkreise müssen größere Abweichungen akzeptiert werden. Es ist zu beachten, dass der Prüfling, speziell wenn er eine nichtlineare Impedanzcharakteristik besitzt, eine wesentliche Abweichung von der Sinusform verursacht.

ANMERKUNG Es kann grundsätzlich angenommen werden, dass die obigen Anforderungen zur Abweichung von der Sinusform eingehalten werden, wenn das Verhältnis der Amplitude des Prüfstromes dividiert durch $\sqrt{2}$ zum Effektivwert zwischen 0,95 und 1,05 liegt.

7.3.2 Grenzabweichungen

Wenn nicht anders durch das zuständige technische Komitee festgelegt, muss der Prüfstrom während der Prüfung in einer **Grenzabweichung** von $\pm 3 \%$ liegen.

ANMERKUNG 1 Es wird betont, dass die **Grenzabweichung** die erlaubte Differenz zwischen dem spezifizierten und dem gemessenen Wert beschreibt. Diese Differenz sollte von der Messabweichung unterschieden werden, welcher die Differenz zwischen gemessenem und wahren Wert ist.

ANMERKUNG 2 Das zuständige technische Komitee kann andere **Grenzabweichungen** (z. B. 0 bis +5 %) festlegen.

7.4 Messung des Prüfstromes

7.4.1 Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem

Im Allgemeinen muss der Prüfstrom mit einer kombinierten Messunsicherheit von 3 % gemessen werden, wenn nicht anders von der zuständigen Gerätenorm festgelegt ist.

7.4.2 Beiträge zur Messunsicherheit

Für ein **Wechselstrommesssystem** sollten die folgenden Beiträge zur Messunsicherheit berücksichtigt werden. Die hier gegebenen Informationen sind nur eine Anleitung, da in Einzelfällen auch andere Beiträge von großer Bedeutung sein können.

- u_{sf} **Standardmessunsicherheit** bei der Bestimmung des **Maßstabsfaktors** der letzten **Eignungsprüfung**;
- u_{lt} **Standardmessunsicherheit** abgeleitet aus der Erfahrung über die Langzeitstabilität des **Maßstabsfaktors** (oder aus Herstellerunterlagen)
- u_{lin} **Standardmessunsicherheit** ermittelt aus der Linearitätsprüfung;
- u_{st} **Standardmessunsicherheit** ermittelt aus der Kurzzeitstabilitätsprüfung;
- u_{temp} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für die Temperatureffekte;
- u_{dyn} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für das dynamische Verhalten;
- u_{prox} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für den Proximityeffekt.

Die **kombinierte Standardmessunsicherheit** u wird üblicherweise angegeben als

$$u = 2 \cdot \sqrt{u_{sf}^2 + u_{lt}^2 + u_{lin}^2 + u_{st}^2 + u_{temp}^2 + u_{dyn}^2 + u_{prox}^2}$$

E DIN IEC 62475 (VDE 0432-20):2006-09

Die Grenzen der einzelnen Beiträge sind in Tabelle 2 aufgeführt. Ein einzelnes Kriterium darf jedoch überschritten werden, wenn gezeigt werden kann, dass die kombinierte erweiterte Messunsicherheit innerhalb der spezifizierten Grenzen bleibt.

7.4.3 Stabilität des Maßstabsfaktors

Es sind keine gesonderten Anforderungen für den Maßstabsfaktor gegeben, aber die kombinierte Messunsicherheit muss die Anforderungen aus 7.4.1 erfüllen.

7.4.4 Dynamisches Verhalten

7.4.4.1 Anforderungen

Das dynamische Verhalten muss so sein, dass die **Amplituden/Frequenz Antwort** des **Maßstabsfaktors** des **Messsystems** sich gemäß Bild 1 verhält. Prüfungen müssen zwischen $0,2 f_{\text{nom}}$ und $7 f_{\text{nom}}$ (f_{nom} ist die Grundwelle des Prüfstromes) durchgeführt werden.

Spezielle Anforderungen an das dynamische Verhalten dürfen durch das zuständige technische Komitee festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Einschränkungen zum dynamischen Verhalten sollen sicherstellen, dass die Amplitudenfehler für Frequenzanteile abweichend von der Grundwelle nicht wesentlich die Messunsicherheit der gemessenen Werte des Prüfstromes beeinflussen.

7.4.4.2 Direkte Bestimmung der Amplituden/Frequenz Antwort

Um das dynamische Verhalten zu bestimmen, wird dem System am Eingang ein sinusförmiges Signal mit bekannter Amplitude, üblicherweise auf unterer Stufe, vorgegeben und das Ausgangssignal gemessen. Diese Messung wird für geeignete Frequenzbereiche wiederholt.

7.4.5 Prüfungen für ein anerkanntes Messsystem

Tabelle 2 – Prüfungen für ein anerkanntes Messsystem für Dauerwechselstrom

Art der Prüfung	Typprüfung	Stückprüfung	Eignungsprüfung	Kontrollmessung	Kriterium
Maßstabsfaktor eines Messsystems			5.3	6.4.6	$ u_{sf} < 1 \%$
Maßstabsfaktor des Messumformers		5.3			Bestimmung
Maßstabsfaktor des Übertragungssystems außer Kabel		5.3			Bestimmung
Maßstabsfaktor des Instruments		5.3			Bestimmung
Linearität des Messsystems		5.4			$u_{lin} < 1 \%$
Kurzzeitstabilität des Messumformers		5.5			$u_{st} < 1 \%$
Langzeitstabilität der Einzelelemente	5.6				$u_{lt} < 1 \%$
Temperatureffekte auf Einzelelemente	5.7				$u_{temp} < 1 \%$
Proximityeffekt Messumformer	5.8 (sofern gefordert)				$u_{prox} < 1 \%$
Dynamisches Verhalten des Messsystems		7.4.4			Bestanden
Regen oder Fremdschicht Stehspannungsprüfung für den Messumformer	5.10.1 (sofern gefordert)				Bestanden
Stehspannungsprüfung im trockenen Zustand für den Messumformer		5.10.1 (sofern gefordert)			Bestanden
Stromfestigkeitsprüfung		5.10.2			Bestanden

Die Anforderungen von Typprüfungen können durch Prüfungen an einer Einheit gleichen Typs oder durch Angabe des Herstellers erfüllt werden. Stückprüfungen müssen an jeder Einheit durchgeführt werden. Für Einzelheiten siehe 4.6 und für die Ausnahmen 4.4.2.

7.4.6 Kontrollmessungen

7.4.6.1 Allgemeines

Der **Maßstabsfaktor** eines **anerkannten Messsystems** kann mit einer der folgenden Methoden überprüft werden.

7.4.6.2 Überprüfung des Maßstabsfaktors der Komponenten

Der (die) Maßstabsfaktor(en) jeder Komponente müssen mit einem internen oder externen Kalibrator mit einer Messunsicherheit von 1 % überprüft werden. Wenn die Maßstabsfaktoren um nicht mehr als $\pm 1 \%$ von den kalibrierten Werten aus der Identifikationsakte abweichen, dann ist der festgesetzte Maßstabsfaktor weiterhin gültig. Wenn irgendeine Differenz $\pm 1 \%$ übersteigt, dann muss ein neuer festgesetzter Maßstabsfaktor mit einer Eignungsprüfung ermittelt werden (siehe 5.3).

ANMERKUNGEN Eine Messung des Gleichstromwiderstandes von Messwiderständen ist grundsätzlich ausreichend für **Kontrollmessungen**.

7.4.6.3 Überprüfung des Maßstabsfaktors eines Messsystems

Es wird ein Vergleich mit einem anderen **anerkannten Messsystem** nach dem Verfahren von 5.3.2 durchgeführt. Wenn die Differenz zwischen den zwei gemessenen Werten nicht größer als $\pm 3 \%$ ist, dann ist der **festgesetzte Maßstabsfaktor** gültig. Wenn die Differenz größer ist, muss ein neuer **festgesetzter Maßstabsfaktor** mit einer **Eignungsprüfung** ermittelt werden (siehe 5.3).

7.5 Prüfverfahren

Prüfverfahren werden durch das zuständige technische Komitee festgelegt oder müssen mit dem Kunden vereinbart werden.

8 Kurzzeitwechselstrom

8.1 Allgemeines

Die Prüfanwendungen kommen in Betracht für Hochleistungswechselstromprüfungen. Der Prüfstrom kann ein Wechselstrom mit einer begrenzten Zeitdauer (z. B. bis zu 5 s) sein und eine oder keine Gleichstromkomponente besitzen, d. h. ein symmetrischer oder asymmetrischer Strom. In Fällen von Stromunterbrechungen während der Prüfung können auch transiente Phänomene auftreten, welche möglicherweise Einfluss auf die Störimpfindlichkeit des Strommesssystems haben.

8.2 Begriffe für Wechselstrom

8.2.1

Scheitelwert

maximaler Augenblickswert des Stromes

8.2.2

Wahrer Effektivwert

Wert ermittelt aus
$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

Dabei ist

- 0 Start der Berechnung an einem geeigneten Punkt ($t=0$) eines periodischen Wechselstromes;
- T Zeit, ganze Zahl von Perioden;
- i der Momentanwert des Stromes.

ANMERKUNG 1 Der wahre Effektivwert einer periodischen Kurvenform kann üblicherweise aus digitalisierten Aufzeichnungen berechnet werden, sofern eine ausreichende Zahl an Messungen durchgeführt wurde.

ANMERKUNG 2 Der wahre Effektivwert berücksichtigt auch den Anteil der Gleichstromkomponente.

ANMERKUNG 3 In Fällen variierender Frequenzen kann keine genaue Formel für den wahren Effektivwert angegeben werden.

ANMERKUNG 4 Andere Festlegungen für die praktikable Bestimmung von Effektivwerten sind im 0 beschrieben.

8.3 Prüfströme

8.3.1 Anforderungen an den Prüfstrom

Der Prüfstrom ist im Allgemeinen charakterisiert durch:

- Scheitelwert;

- Prospektiver Kurzschlussstrom, d. h. Effektivwert des Stromes, nachdem die asymmetrische Gleichstromkomponente abgeklungen ist;
- Frequenz;
- Zeitkonstante der asymmetrischen Gleichstromkomponente oder $\cos \varphi$ (siehe 0);
- Dauer.

8.3.2 Grenزابweichungen

Wenn nicht anders durch das zuständige technische Komitee festgelegt, muss der Prüfstrom den Anforderungen an die **Grenزابweichungen** aus Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 – Anforderungen an die Grenزابweichung der Prüfstromparameter für Kurzschlusswechselstromprüfungen

Größe	Grenزابweichung
Scheitelwert	$\pm 5 \%$
Prospektiver Kurzschlussstrom	$\pm 5 \%$
Frequenz	$\pm 5 \%$
Dauer	Festzulegen vom zuständigen Gerätekomitee

ANMERKUNG 1 Es ist hervorzuheben, dass die **Grenزابweichung** die erlaubte Differenz zwischen dem spezifizierten Wert und dem tatsächlich gemessenen Wert festlegt. Diese Differenz sollte von der Messabweichung unterschieden werden, welche die Differenz zwischen dem gemessenen Wert und den wahren Wert ist.

ANMERKUNG 2 Das zuständige technische Komitee kann andere **Grenزابweichungen** festlegen, z. B. 0 bis + 5 %.

8.4 Messung des Prüfstromes

8.4.1 Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem

Im Allgemeinen müssen die Werte der Prüfstromparameter mit einer kombinierten Messunsicherheit von 5 % und mit dem Strombereich gemäß Identifikationsakte gemessen werden, wenn es nicht anders von der zuständigen Gerätenorm festgelegt ist.

ANMERKUNG Bei Systemen welche **Stromwandler** als **Messumformer** verwenden, muss insbesondere auf mögliche Effekte geachtet werden, die durch die Kernsättigung, hervorgerufen durch aufeinander folgende asymmetrische Prüfströme, entstehen können.

8.4.2 Beiträge zur Messunsicherheit

Für ein Kurzzeitstrommesssystem sollten die folgenden Beiträge zur Messunsicherheit berücksichtigt werden. Die hier gegebenen Informationen sind nur eine Anleitung, da in Einzelfällen auch andere Beiträge von großer Bedeutung sein können.

- U_{sf} **Standardmessunsicherheit** bei der Bestimmung des **Maßstabsfaktors** der letzten **Eignungsprüfung**;
- U_{lt} **Standardmessunsicherheit** abgeleitet aus der Erfahrung über die Langzeitstabilität des **Maßstabsfaktors** (oder aus Herstellerunterlagen)
- U_{lin} **Standardmessunsicherheit** ermittelt aus der Linearitätsprüfung;
- U_{st} **Standardmessunsicherheit** ermittelt aus der Kurzzeitstabilitätsprüfung;
- U_{temp} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für die Temperatureffekte;
- U_{dyn} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für das dynamische Verhalten;
- U_{prox} **Standardmessunsicherheit** abgeschätzt für den Proximityeffekt.

Die **kombinierte Standardmessunsicherheit** u wird üblicherweise angegeben als:

$$u = 2 \cdot \sqrt{u_{sf}^2 + u_{lt}^2 + u_{lin}^2 + u_{st}^2 + u_{temp}^2 + u_{dyn}^2 + u_{prox}^2}$$

Die Grenzen der einzelnen Beiträge sind in Tabelle 6 aufgeführt. Ein einzelnes Kriterium darf jedoch überschritten werden, wenn gezeigt werden kann, dass die kombinierte erweiterte Messunsicherheit innerhalb der spezifizierten Grenzen bleibt.

8.4.3 Stabilität des Maßstabsfaktors

Es gibt keine gesonderten Anforderungen für den **Maßstabsfaktor**, aber die kombinierte Messunsicherheit muss die Anforderungen aus 8.4.1 erfüllen.

8.4.4 Dynamisches Verhalten

8.4.4.1 Anforderungen

Die Anforderungen an das dynamische Verhalten hängen von der Art der Prüfung ab. In jedem Fall muss das **Messsystem** durch eine minimale und maximale Frequenz beschrieben werden, bei denen die Anforderungen von 8.4.1 erfüllt werden. Die folgende Tabelle listet ein paar typische Anwendungen und die dazugehörigen Anforderungen auf.

Tabelle 4 – Verzeichnis typischer Prüfungen eines Hochleistungsprüflabors und die geforderten minimalen Frequenzbereiche des Messsystems

Art der Prüfung	Bezug zu IEC-Normen (Beispiele)	Dominierende Frequenz des Signals	Geforderter Frequenzbereich	Kommentare
Stoßstromfestigkeit und Kurzzeitstromfestigkeitsprüfung	IEC 60694, wird zu IEC 62271-1 IEC 60076-5 IEC 60947-1,2,3	Netzfrequenz	1 Hz bis 7 fache der dominierenden Frequenz des Prüfstromes.	Gleichstromkomponente muss ebenso gemessen werden.
Prüfung des Ein-Ausaltvermögens	IEC 62271-100 -105 etc. IEC 60947-1,2,3 IEC 60265-1, -2	Netzfrequenz	1 Hz bis 7 fache der dominierenden Frequenz des Prüfstromes (Messung von di/dt am Stromnullpunkt könnte die obere Grenze bestimmen)	Üblicherweise ohne Abreißströme
Prüfung des Schaltvermögens von Drosselspulen	IEC 62271-110	Netzfrequenz	1 Hz bis 7 fache der dominierenden Frequenz des Prüfstromes.	Bewertungskriterien für die Rückzündung gelten für Spannungen.
Prüfung des kapazitiven Schaltvermögens	IEC 62271-100	Getaktete Netzfrequenz und 4250 Hz bei der Prüfung des Einschaltvermögens von Mehrfachkondensatorbänken	2 · 4250 Hz	Strom ist normalerweise sinusförmig.
Synthetische Prüfungen	IEC 60427 IEC 62271-101	Zwischen 250 und 1000 Hz	1 Hz bis 7 fache der dominierenden Frequenz des Prüfstromes	Überlagerungsstrom bei der synthetischen Prüfung ist normalerweise sinusförmig.
Strombegrenzende Sicherungen	IEC 60282-1	Netzfrequenz des Durchlassstromes	20 Hz bis 5 kHz	Messung des Durchlassstromes

Tabelle 5 – Anforderungen an die Messunsicherheit des Maßstabsfaktors

Bei der dominierenden Frequenz	Am unteren Ende des Frequenzbereiches	Am oberen Ende des Frequenzbereiches
Siehe 5.3	± 15 %	± 15 %

Wenn ein **Messsystem** die obigen Anforderungen an die Messunsicherheit des **Maßstabsfaktors** erfüllt, wird im Allgemeinen angenommen, dass auch 8.4.1 erfüllt ist. Siehe 4.6 für Einzelheiten und 4.4.2 für Ausnahmen.

8.4.4.2 Direkte Bestimmung der Amplituden/Frequenz Antwort

Um das dynamische Verhalten zu bestimmen, wird dem System am Eingang ein sinusförmiges Signal mit bekannter Amplitude, üblicherweise auf unterer Stufe, vorgegeben und das Ausgangssignal gemessen. Diese Messung wird für geeignete Frequenzbereiche wiederholt.

8.4.4.3 Bestimmung der Amplituden/Frequenz Antwort unter Verwendung der Spektraldichtefunktion

Das System wird einem Stoßstrom ausgesetzt und die Ein- und Ausgangssignale werden gemessen. Das Eingangssignal wird mit einem **Messsystem** gemessen, welches im entsprechenden Bereich ein flaches Übertragungsverhalten aufweist. Der Stoßstrom sollte eine Anstiegszeit haben, welche kürzer als die kürzeste Anstiegszeit des zu prüfenden Systems ist. Die Gesamtzeit des Impulses sollte entsprechend der Stoßformen, für die das zu prüfende System geeignet sein soll, gewählt werden. Die **Amplituden/Frequenz Antwort** wird abgeschätzt aus dem Verhältnis von Eingang- (gemessen mit dem guten System) zu Ausgangssignal.

8.4.4.4 Abschätzung des Fehlers durch Faltungsmethoden

Siehe Anhang D.

8.4.5 Störfestigkeit

8.4.5.1 Anforderungen

Die Amplitude des gemessenen Störsignals darf nicht mehr als 1 % des Ausgangssignals des **Messsystems** bei Messungen des festgelegten Prüfstromes betragen. Störungen größer 1 % sind zulässig, falls nachgewiesen wird, dass die kombinierte Messunsicherheit in Übereinstimmung mit 8.4.1 bleibt.

8.4.6 Störfestigkeitsprüfungen

Der Prüfkreis muss 5.9 entsprechen. Ein Prüfstrom wird auf den Stromkreis gegeben und die Störung auf dem **Messsystem** aufgezeichnet.

Für Systeme, welche nur für netzfrequente Messungen verwendet werden, sollte die Störfestigkeitsprüfung mit Netzfrequenz durchgeführt werden. Der Prüfstrom bei Netzfrequenz darf einen beliebigen Wert annehmen (bevorzugt größer als 80 % des Strombereichs).

Für Systeme, welche höhere Frequenzen als die Netzfrequenz verwenden, wird empfohlen, eine zusätzliche Prüfung im Frequenzbereich dieses Prüfstromes durchzuführen. Der Prüfstrom darf einen geeigneten Wert in beliebiger Höhe haben.