

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
3.1 Messsysteme	9
3.2 Messumformer	9
3.3 Maßstabsfaktoren	11
3.4 Bemessungswerte	11
3.5 Begriffe zum dynamischen Verhalten	12
3.6 Begriffe zur Unsicherheit	13
3.7 Begriffe zur Prüfung von Messsystemen	15
4 Verfahren zur Qualifizierung und Anwendung von Messsystemen	16
4.1 Allgemeine Prinzipien	16
4.2 Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Eignungsprüfungen	16
4.3 Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Kontrollmessungen	16
4.4 Anforderungen an die Identifikationsakte	17
4.4.1 Allgemeines	17
4.4.2 Ausnahmen	17
4.5 Betriebsbedingungen	17
4.6 Unsicherheit	18
5 Prüfungen und Prüfungsanforderungen für ein anerkanntes Messsystem und dessen Komponenten	18
5.1 Allgemeine Anforderungen	18
5.2 Kalibrierung – Bestimmung des Maßstabsfaktors	19
5.2.1 Kalibrierung eines Messsystems durch Vergleich mit einem Referenzmesssystem (bevorzugtes Verfahren)	19
5.2.2 Bestimmung des Maßstabsfaktors eines Messsystems über die Maßstabsfaktoren der Komponenten (alternatives Verfahren)	22
5.3 Linearitätsprüfung	23
5.3.1 Anwendung	23
5.3.2 Alternative Verfahren in der Reihenfolge ihrer Eignung	24
5.4 Dynamisches Verhalten	25
5.4.1 Allgemeines	25
5.4.2 Bestimmung der Amplituden-Frequenz-Antwort	25
5.4.3 Vergleichsverfahren für Stoßspannungsmesssysteme	26
5.5 Kurzzeitstabilität	26
5.6 Langzeitstabilität	26
5.7 Umgebungstemperatureinfluss	27
5.8 Näherungseffekt	27

	Seite
5.9 Software Effekt	27
5.10 Bestimmung der Unsicherheit des Maßstabsfaktors.....	28
5.10.1 Allgemeines	28
5.10.2 Unsicherheit der Kalibrierung	28
5.10.3 Messunsicherheit bei Verwendung eines anerkannten Messsystems.....	29
5.11 Berechnung der Unsicherheit von gemessen Zeitparametern (nur für Stoßspannungen)	30
5.11.1 Allgemeines	30
5.11.2 Unsicherheit der Kalibrierung von Zeitparametern.....	30
5.11.3 Unsicherheit der Messung eines Zeitparameters mit einem anerkannten Messsystem.....	31
5.12 Störfestigkeitsprüfung (Übertragungssystem und Messgerät für Stoßspannungsmessungen).....	32
5.13 Stehspannungsprüfung des Messumformers.....	33
6 Gleichspannungsmessung	33
6.1 Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem	33
6.1.1 Allgemeines	33
6.1.2 Unsicherheitsbeiträge.....	33
6.1.3 Anforderungen am Messumformer.....	33
6.1.4 Dynamisches Verhalten zur Messung von Spannungsänderungen	33
6.2 Prüfungen an einem anerkannten Messsystem	34
6.3 Kontrollmessung	35
6.3.1 Allgemeines	35
6.3.2 Vergleich mit einem anerkannten Messsystem.....	35
6.3.3 Überprüfung der Maßstabsfaktoren der Komponenten	35
6.4 Messung der Amplitude der Welligkeit	35
6.4.1 Anforderungen.....	35
6.4.2 Unsicherheitsbeiträge.....	35
6.4.3 Kalibrierungen und Prüfungen an einem für die Messung der Welligkeit anerkannten Messsystem.....	36
6.4.4 Messung des Maßstabsfaktors bei der Frequenz der Welligkeit	36
6.4.5 Dynamisches Verhalten der Amplituden-Frequenz-Antwort	36
6.4.6 Kontrollmessungen für ein Messsystem der Welligkeit.....	36
7 Wechselspannungsmessung	37
7.1 Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem	37
7.1.1 Allgemeines	37
7.1.2 Unsicherheitsbeiträge.....	37
7.1.3 Dynamisches Verhalten	37
7.2 Prüfungen an einem anerkannten Messsystem	39
7.3 Prüfung des dynamisches Verhaltens.....	40
7.4 Kontrollmessung.....	40
7.4.1 Allgemeines	40

	Seite
7.4.2	Vergleich mit einem anerkannten Messsystem 40
7.4.3	Überprüfung der Maßstabsfaktoren der Komponenten 40
8	Messung von Blitzstoßspannung 40
8.1	Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem..... 40
8.1.1	Allgemeines..... 40
8.1.2	Unsicherheitsbeiträge 41
8.1.3	Anforderungen an das Messgerät..... 41
8.1.4	Dynamisches Verhalten 41
8.1.5	Verbindungen zum Prüfobjekt..... 41
8.2	Prüfungen eines anerkannten Messsystems 42
8.3	Eignungsprüfungen an Messsystemen 43
8.3.1	Referenzverfahren (bevorzugt)..... 43
8.3.2	Alternative Verfahren ergänzt durch eine Sprungantwortmessung nach Anhang C 43
8.4	Prüfung des dynamischen Verhaltens 44
8.4.1	Vergleich mit einem Referenzmesssystem (bevorzugt) 44
8.4.2	Alternative Verfahren basierend auf Sprungantwortparametern (Anhang C)..... 44
8.5	Kontrollmessung..... 44
8.5.1	Vergleich mit einem anerkannten Messsystem 44
8.5.2	Kontrolle der Maßstabsfaktoren der Komponenten 44
8.5.3	Kontrolle des dynamischen Verhaltens durch Referenzaufzeichnung 44
9	Messung von Schaltstoßspannung 45
9.1	Anforderungen an ein anerkanntes Messsystem..... 45
9.1.1	Allgemeines..... 45
9.1.2	Unsicherheitsbeiträge 45
9.1.3	Anforderungen an das Messgerät..... 45
9.1.4	Dynamisches Verhalten 45
9.1.5	Verbindungen zum Prüfobjekt..... 45
9.2	Prüfungen eines anerkannten Messsystems 45
9.3	Eignungsprüfungen an Messsystemen 47
9.3.1	Referenzverfahren (bevorzugt)..... 47
9.3.2	Alternative Verfahren ergänzt durch eine Sprungantwortmessung 47
9.4	Prüfung des dynamischen Verhaltens durch Vergleich 47
9.5	Kontrollmessung..... 48
9.5.1	Kontrolle des Maßstabsfaktors durch Vergleich mit einem anerkannten Messsystem 48
9.5.2	Kontrolle der Maßstabsfaktoren der Komponenten 48
9.5.3	Kontrolle des dynamischen Verhaltens durch Referenzaufzeichnung 48
10	Referenzmesssysteme..... 48
10.1	Anforderungen an Referenzmesssysteme..... 48
10.1.1	Gleichspannung 48

	Seite
10.1.2 Wechselfspannung	48
10.1.3 Volle und abgeschnittene Blitzstoßspannungen und Schaltstoßspannungen	48
10.2 Kalibrierung eines Referenzmesssystems	49
10.2.1 Allgemeines	49
10.2.2 Referenzverfahren: Vergleichende Messung	49
10.2.3 Alternatives Verfahren für Stoßspannungen: Messung des Maßstabsfaktors und Bestimmung der Antwortparameter	49
10.3 Zeitraum zwischen aufeinanderfolgenden Kalibrierungen von Referenzmesssystemen	49
10.4 Einsatz von Referenzmesssystemen	49
Anhang A (informativ) Messunsicherheit	50
Anhang B (informativ) Beispiele zur Berechnung der Messunsicherheiten bei Hochspannungsmessungen	58
Anhang C (informativ) Sprungantwortmessungen	67
Anhang D (informativ) Faltungsmethode zur Bestimmung des dynamischen Verhaltens durch die Messung der Sprungantwort	72
Literaturhinweise	75
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	76
Bild 1 – Amplituden-Frequenz-Antworten mit Beispielen für Grenzfrequenzen ($f_1; f_2$)	12
Bild 2 – Kalibrierung durch Vergleich über den gesamten festgesetzten Messbereich	21
Bild 3 – Unsicherheitsbeiträge der Kalibrierung (Beispiel mit einem Minimum von 5 Spannungswerten)	21
Bild 4 – Kalibrierung durch Vergleich über einen begrenzten Spannungsbereich mit einer zusätzlichen Linearitätsprüfung	22
Bild 5 – Linearitätsprüfung eines Messsystems mit einem linearen Gerät im erweiterten Spannungsbereich	24
Bild 6 – Markierter Bereich für eine zulässige normierte Amplituden-Frequenz-Antwort eines Messsystems, vorgesehen für einzelne Grundfrequenzen f_{nom} (zu prüfen im Bereich $(1 \dots 7)f_{nom}$)	38
Bild 7 – Markierter Bereich für eine zulässige normierte Amplituden-Frequenz-Antwort eines Messsystems, vorgesehen für einen Bereich von Grundfrequenzen f_{nom1} bis f_{nom2} (zu prüfen im Bereich f_{nom1} bis $7 f_{nom2}$)	38
Bild A.1 – Normal Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(x)$	57
Bild A.2 – Rechteckförmige symmetrische Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(x)$	57
Bild B.1 – Vergleich zwischen dem zu prüfenden System X und dem Referenzsystem N	66
Bild B.2 – Stirnzeitabweichung $\Delta T_{1,j}$ des Systems X bezogen auf das Referenzsystem N und ihr Mittelwert ΔT_{1m} im Bereich von $T_1 = 0,8 \mu s \dots 1,6 \mu s$	66
Bild C.1 – Begriffe für die Sprungantwortparameter	70
Bild C.2 – Eine Sprungantwort $g(t)$ mit einer anfänglichen Störung der Anfangsstörungszeit T_0	71
Bild C.3 – Geeignete Anordnungen für Sprungantwortmessung	71

	Seite
Tabelle 1 – Prüfungen für ein anerkanntes Gleichspannungsmesssystem	34
Tabelle 2 – Erforderliche Prüfungen für die Unsicherheitsbeiträge der Welligkeitsmessung	36
Tabelle 3 – Prüfungen für ein anerkanntes Wechselspannungsmesssystem	39
Tabelle 4 – Prüfungen für ein anerkanntes Blitzstoßspannungsmesssystem	42
Tabelle 5 – Prüfungen für ein anerkanntes Schaltstoßspannungsmesssystem	46
Tabelle 6 – Empfohlene Antwortparameter für Referenzmesssysteme für Stoßspannungen	49
Tabelle A.1 – Erweiterungsfaktor k für effektive Freiheitsgrade ν_{eff} ($p = 95,45 \%$)	55
Tabelle A.2 – Schema für ein Unsicherheitsbudget	56
Tabelle B.1 – Ergebnis der Vergleichsmessung bei einem Spannungswert	60
Tabelle B.2 – Summe der Ergebnisse für $h = 5$ Spannungswerte ($V_{X\text{max}} = 500 \text{ kV}$)	60
Tabelle B.3 – Unsicherheitsbudget des festgelegten Maßstabsfaktors F_X	61
Tabelle B.4 – Unsicherheitsbudget des festgelegten Maßstabsfaktors F	63
Tabelle B.5 – Kalibrierergebnis für die Stirnzeit T_1 und die Abweichungen	64
Tabelle B.6 – Unsicherheitsbudget für die Stirnzeitabweichung $\Delta T_{1\text{cal}}$	65