

# FNN FORUM NETZTECHNIK / NETZBETRIEB IM VDE



**Leitfaden zur Bewertung der  
Zuverlässigkeit und  
Messbeständigkeit von  
Elektrizitätszählern und  
Zusatzeinrichtungen**



© **Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)**

Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

Telefon: +49 (0)30 3838687 0

Fax: +49 (0)30 3838687 7

E-Mail: [fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)

Internet: [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)

2. Ausgabe: November 2011

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b>	<b>6</b>
<b>2 Anforderungen an die Geräte</b>	<b>7</b>
2.1 Beeinflussungen durch magnetische Gleichfelder	7
2.2 Beeinflussungen durch magnetische Wechselfelder	7
2.3 Fehlerhafte Betriebszustände des Netzes	7
2.4 Gleichstromanteile im Netz	7
2.5 Gleichspannung im Netz	8
2.6 Wechselstörgrößen	8
2.6.1 Wechselrichter	8
2.6.2 Praxisgerechte EMV Anforderungen	10
2.6.3 PLC-Technik, Nahfunk, Funkrundsteuerung	10
2.7 Blitzschutz, Energetische Koordination	11
2.8 Isolations-/ Stoßspannungsfestigkeit	11
2.9 Lebensdauer, Zuverlässigkeit	11
2.10 Softwarequalität	12
<b>3 Prüfanforderungen und -aufbauten</b>	<b>13</b>
3.1 Störfestigkeit gegen äußere magnetische Gleichfelder	13
3.1.1 Prüfanforderungen	13
3.1.2 Prüfaufbau	13
3.2 Störfestigkeit gegen äußere magnetische Wechselfelder	14
3.2.1 Prüfanforderungen	14
3.2.2 Prüfaufbau	14
3.3 Fehlerhafte Betriebszustände des Netzes	14
3.3.1 Prüfanforderungen	14
3.3.2 Prüfaufbau	15
3.4 Gleichstromanteile im Netz	15
3.4.1 Prüfanforderungen	15
3.4.2 Prüfaufbau	15
3.5 Gleichspannung im Netz	16
3.5.1 Prüfanforderungen	16
3.5.2 Prüfaufbau	16
3.6 Wechselstörgrößen	16
3.6.1 Prüfanforderungen und Prüfaufbau für hochfrequente, symmetrische Ströme	16
3.7 Isolations-/ Stoßspannungsfestigkeit	20
3.7.1 Prüfanforderungen und Prüfbedingungen	20
3.7.2 Prüfgenerator für Stoßspannung 0,1/ 2000 µs	20
3.7.3 Kalibrierung des Generators	21
3.7.4 Prüfbedingungen und Prüfablauf	22
<b>4 Abkürzungen</b>	<b>23</b>

<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>24</b>
----------	-----------------------------------	-----------

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen unter Referenzbedingungen .....	14
Tabelle 2: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen bei unterbrochenem Nullleiter .....	15
Tabelle 3: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen bei Beaufschlagung mit Gleichstromanteilen..	15
Tabelle 4: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen bei überlagertem Störstrom .....	17
Tabelle 5: Eigenschaften des Stoßspannungsgenerators .....	20

## Bildverzeichnis

Bild 1: Aufteilung des Rippelstroms zwischen Netzimpedanz und internem Glättungskondensator .....	9
Bild 2: Prinzip der direkten Störgrößeneinkopplung .....	18
Bild 3: Prüfaufbau für direkte Einspeisung .....	19
Bild 4: Prüfaufbau für die Prüfung der Störfestigkeit von Elektrizitätszählern gegen hochfrequente Störströme .....	20
Bild 5: Schematische Darstellung der Leerlaufspannung des Stoßspannungsimpulses 0,1/2000 $\mu$ s (Der Impuls ist nicht maßstäblich dargestellt.) .....	21
Bild 6: Schematische Darstellung des Prüfaufbaus für die Stoßspannungsprüfung zwischen Leiter und Gehäuse (oder Bezugsmassefläche) mit einem 0,1/2000 $\mu$ s Impuls.....	22

## Vorwort

Im Zuge des Wandels von elektromechanischen zu elektronischen Zählern werden neue Methoden zur Bewertung der Zuverlässigkeit und Messbeständigkeit benötigt. Nicht nur die Technik selbst, sondern auch die Betriebsbedingungen, unter denen elektronische Messeinrichtungen eingesetzt werden, haben sich nachhaltig gewandelt. Diese sind gekennzeichnet durch:

- andere Gerätetechniken in den Messeinrichtungen,
- geänderte Netzverhältnisse und Einspeiseverfahren am Einbauort,
- größere Funktionalitäten in der Messeinrichtung und
- die Forderung nach höherer Resistenz gegen Manipulationen.

Der vorliegende Leitfaden zeigt, welchen unterschiedlichen Einflüssen und Wechselwirkungen Elektrizitätszähler und Zusatzeinrichtungen ausgesetzt sind und beschreibt die daraus resultierenden zusätzlichen Anforderungen.

Messeinrichtungen werden für den Einsatz im gesetzlichen Messwesen zertifiziert, wenn sie die MID- (z.B. Baumusterprüfungen) und/oder innerstaatlichen Anforderungen bestehen. Um bereits bekannte und bisher nicht bewertete Risiken für Messeinrichtungen auszuschließen oder einzuschränken, müssen geeignete Prüfverfahren ergänzt werden.

Dieser Leitfaden dient der Ergänzung bestehender technischer Normen und Produktstandards. Mit den hierin aufgeführten Prüfverfahren soll die Möglichkeit geschaffen werden, zeitnah die Zuverlässigkeit und Messbeständigkeit von innovativen Geräteneuentwicklungen nachzuweisen.

Im Folgenden werden die Problemstellungen und Lösungsansätze beschrieben. Dies soll kein statischer Prozess sein, sondern sich den neuen praxisgerechten Erkenntnissen anpassen. Die hier beschriebenen Prüfverfahren sollen eine systematische Bewertung der Messeinrichtungen ermöglichen und zur Entwicklung von Geräten führen, die im Betrieb resistent gegenüber Störgrößen sind.

## 1 Anwendungsbereich

Die hier enthaltenen Verfahren zur Überprüfung der Zuverlässigkeit und Messbeständigkeit von direkt angeschlossenen elektronischen ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Wirkverbrauchzählern gelten auch für

- Zusatzeinrichtungen
- Kommunikationsgeräte,
- Tarifsteuereinrichtungen,

installiert in folgenden Anlagen

- Haushalte (Netzanschluss),
- Gewerbe,
- Industrie,
- Erzeugungsanlagen.

In Technischen Gerätespezifikationen kann gefordert werden, dass die Geräte ausgewählte Einzeltests oder die beschriebenen Tests als Ganzes bestehen. Der Leitfaden gilt für Elektrizitätszähler gemäß der Messgeräte Richtlinie der EU 2004/22/EG [1] und den nationalen Bauartvorschriften. Für Zusatzeinrichtungen sind die Anforderungen sinngemäß zu übertragen.

## 2 Anforderungen an die Geräte

### 2.1 Beeinflussungen durch magnetische Gleichfelder

Die Energiekosten steigen weltweit, die technischen Parameter für Magnetmaterialien verbessern sich zunehmend und die Gerätetechnik ändert sich rasant. Vor diesem Hintergrund steigen auch die Anforderungen an die Höhe des Schutzniveaus, das die Messgeräte gegen Manipulationen durch Magnete erreichen sollen.

Es hat sich gezeigt, dass magnetische Gleichfelder auf die ferromagnetischen Bauteile und Schirmungen elektronischer Messgeräte einwirken und diese in ihrer Charakteristik verändern oder sättigen können.

Durch DC-Felder verursachte Effekte sind bei elektronischen Zählern meist reversibel.

### 2.2 Beeinflussungen durch magnetische Wechselfelder

Elektronische Messeinrichtungen können auch durch netzfrequente Wechselfelder gestört werden. Entweder verursachen Einkopplungen in die Sensorik nennenswerte Signalverschiebungen oder in Leiterbahnen induzierte Spannungen verfälschen die Signalflüsse auf Leiterkarten. Der Effekt ist entweder eine Fehlfunktion der Messeinrichtung oder ein verfälschter Messwert. Durch AC-Felder verursachte Effekte sind meist reversibel.

### 2.3 Fehlerhafte Betriebszustände des Netzes

Messeinrichtungen sind vor den Folgen fehlerhafter Betriebszustände zu schützen. Dazu zählt, dass Vierleiter-Zähler trotz fehlender oder nicht angeschlossener Nullleiter keine fehlerhaften Betriebszustände annehmen dürfen. Fehlerhafte Nullleiter werden in der Installation nicht sofort bemerkt.

Dieser Betriebszustand kann über Stunden und Tage bestehen bleiben, aber während des fehlerhaften Zustandes sollen keine signifikanten Fehlmessungen des Zählers verursacht werden.

Andere Fehlerfälle, z.B. Erdschlüsse in der Verteileranlage, führen in Abhängigkeit des verwendeten Erdungssystems zu temporären netzfrequenten Überspannungen zwischen den Leitern.

### 2.4 Gleichstromanteile im Netz

Lasten in Industrie und Haushalt sind nicht nur ohmsch, sondern können erhebliche, meist induktive Verschiebungen aufweisen. Gleichzeitig gibt es nichtlineare Verbraucher, die über einfach aufgebaute asymmetrische Gleichrichterschaltungen DC-Ströme (in Form von Halbwellenströmen) aufnehmen.

Das aktuelle Prüfverfahren auf Gleichstromtoleranz gemäß DIN EN 62053-21 [27] und DIN EN 50470-3 [9] berücksichtigt dieses Lastverhalten nicht. Dieses Prüfverfahren bestehen Messeinrichtungen, die mit speziellen einfachen Sensoren (z.B. nicht linearen Stromtransformatoren) aufgebaut sein können und nur für die Belastung mit Halbwellenstrom bei unverschobener Grundswingungskomponente ( $\cos \varphi = 1$ ) konstruiert sind. Reale Lasten verhalten sich anders und die Übertragungscharakteristik einfach

aufgebauter Stromsensoren ist im Falle einer Mischstrombelastung mit DC-Halbwellen und induktiven Strömen ungenügend.

Die Prüfbedingungen sollen den realen Lasten angepasst sein, um das Verhalten der Messeinrichtungen beurteilen zu können.

## 2.5 Gleichspannung im Netz

Lasten und Einspeisungen in Industrie und Haushalt sind zunehmend nichtlinear. Dazu gehören Umrichter oder getaktete Netzteile, die das Netz zunehmend mit asymmetrischen Strömen belasten. Einer der Effekte ist, dass mit Gleichströmen in den angeschlossenen Lasten zu rechnen ist.

Da das Niederspannungsnetz vom Hausanschluss bis zum Ortsnetztransformator eine Impedanz aufweist, führen solche Lastströme in der Versorgungsspannung und somit in der Messspannung des Elektrizitätszählers zu Gleichspannungsanteilen, die nicht vernachlässigbar sind. Messeinrichtungen werden im Zuge der MID- (z.B. Baumusterprüfungen) und/oder innerstaatlichen Zulassungen bisher nicht mit solchen Spannungsformen geprüft.

## 2.6 Wechselstörgrößen

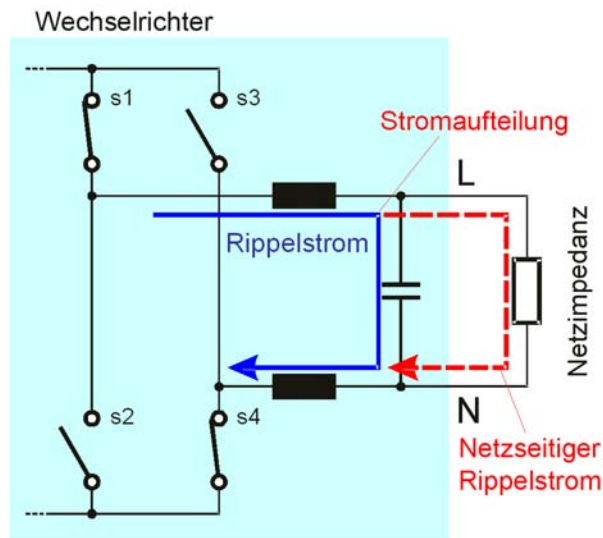
### 2.6.1 Wechselrichter

Mit der wachsenden Anzahl der dezentralen Einspeisungen, beispielsweise durch Photovoltaik-Anlagen, steigt auch die Zahl der Wechselrichter und Einspeisepunkte.

Wechselrichter werden üblicherweise mit getakteten Transistorbrücken betrieben, wobei die Brücke zwei Aufgaben hat. Sie soll einerseits den eingespeisten Strom durch Pulsweitenmodulation in eine sinusförmige Form bringen. Andererseits soll sie den Wechselrichter bei jedem Nulldurchgang der Netzspannung umpolen, damit abwechselnd die positive und die negative Halbwelle des sinusförmigen Stroms eingespeist werden kann. Bei Wechselrichtern mit Transformator ist diese Umpolung relativ unkritisch.

Da nur ein rein sinusförmiger Strom ins Netz eingespeist werden soll, folgt auf die Wechselrichterbrücke immer ein Glättungsfilter, welches je nach Wechselrichtertopologie z.B. aus einer Glättungsdrossel und einem netzparallelen Glättungskondensator bestehen kann (siehe Bild 1). Hierauf folgt zumeist noch ein EMV-Filter, um hochfrequente Störspannungen auf den zulässigen Pegel zu reduzieren.





**Bild 1: Aufteilung des Rippelstroms zwischen Netzimpedanz und internem Glättungskondensator**

Labor- und Vorortuntersuchungen belegen, dass manche Messeinrichtungen auf hochfrequente Stromanteile (Rippelstrom) in den Netzleitungen von Wechselrichtern reagieren. Dies tritt vor allem im Frequenzbereich von 2 kHz bis 150 kHz auf, in dem weder Immissions- noch Emissionsgrenzwerte für Wechselrichter und Messeinrichtungen gefordert sind. Der Frequenzbereich, in dem sowohl Störaussendung seitens der Wechselrichter auftritt, als auch Störfestigkeitsdefizite seitens der Messeinrichtung auftreten können, war normativ zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens noch nicht abgedeckt. Die Beeinflussungssituation mit einem von Frequenzumrichtern erzeugten symmetrischen Hochfrequenzstrom (Rippelstrom) wird auch durch keine der vorhandenen Grundnormen der Reihe DIN EN 61000-4-X nachgebildet. Daher wird in diesem Leitfaden ein Verfahren zur Nachbildung dieser Beeinflussungssituation im Labor vorgeschlagen und beschrieben.

### Stand der Normung

Normung Wechselrichter:

Für Wechselrichter existieren noch keine produktspezifischen Anforderungen bezüglich EMV. Es ist daher die DIN EN 61000er Reihe anzuwenden. Gemäß diesen Normen bestehen für Wechselrichter u.a. leitungsgebundene Störaussendungs-Grenzwerte im Frequenzbereich von 0 bis 2 kHz (Flicker nach DIN EN 61000-3-3/-11 [16] und Stromoberschwingungen gemäß DIN EN 61000-3-2/-12 [15]) sowie für den Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz (DIN EN 55022 [11]). Die Störfestigkeit gegen hochfrequente leitungsgebundene Störgrößen wird gemäß DIN EN 61000-4-6 [17] im Frequenzbereich 150 kHz bis 80 MHz geprüft. Neben den oben aufgeführten Prüfungen erfolgen auch noch Messungen der gestrahlten Störfeldstärke sowie Störfestigkeitsprüfungen gegen Spannungseinbrüche und Spannungsunterbrechung, gegen Entladung statischer Elektrizität, gegen Stoßspannungen, gegen schnelle Transienten sowie gegen gestrahlte elektromagnetische und magnetische Felder. Dezentrale Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz müssen außerdem nach der FGW TR-3 „Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz“ [43] geprüft werden. Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz müssen den Anforderungen gemäß der

VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4105 „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ [44] genügen.

Der Frequenzbereich zwischen 2 kHz und 150 kHz ist seitens der Störaussendungsanforderungen in den Fachgrundnormen der Reihe DIN EN 61000-6-X normativ nicht abgedeckt. Für ISM (Industrial, Scientific and Medicine) Geräte gibt es dagegen in der DIN EN 55011 [10] Anforderungen bezüglich der leitungs- und feldgebundenen Störaussendung im Frequenzbereich von 9 kHz bis 150 kHz.

Normung Elektrizitätszähler:

Störfestigkeitsprüfungen gegen leitungsgebundene Störungen, die durch Hochfrequenzfelder induziert werden, sind in den Normen DIN EN 62052-11 [24] (Punkt 7.5.5), DIN EN 50470-3 [9] (Punkt 8.7.7.15), DIN EN 50470-1 [7] (Punkt 7.4.8) sowie in der DIN EN 50470-2 [8] (Punkt 8.7.7.14) gefordert. In allen Fällen wird gemäß der DIN EN 61000-4-6 [17] geprüft.

Die Prüfung erfolgt im Frequenzbereich 150 kHz bis 80 MHz, wobei die Frequenzschrittweite logarithmisch ansteigt.

Im Frequenzbereich von 2 kHz bis 150 kHz finden keine Störfestigkeitsprüfungen statt. Der Frequenzbereich, in dem sowohl Störaussendung seitens der Wechselrichter, als auch Störfestigkeitsdefizite seitens einzelner Messeinrichtungen auftreten, ist normativ nicht abgedeckt.

### **2.6.2 Praxisgerechte EMV Anforderungen**

Andere elektronische Geräte mit Netzanschluss, z.B. Haushaltsgeräte, werden im Vergleich zu Messeinrichtungen praxisgerechteren EMV-Tests unterzogen. Zwischenzeitlich liegen u.a. ein Antrag der Bundesnetzagentur zur Überarbeitung der Zählernormen und Forderungen nach erhöhter EMV-Festigkeitsklasse gemäß MID bei bestimmten Anwendungen (z.B. PV-Anlagen) vor.

Um Messeinrichtungen bezüglich ihrer Störfestigkeit gegen Gleichtaktströme unter reproduzierbaren Bedingungen zu prüfen, ist auf Grund der bisherigen Erfahrungen und Messergebnisse die Anwendung der DIN EN 61000-4-16 [18] nicht erforderlich.

### **2.6.3 PLC-Technik, Nahfunk, Funkrundsteuerung**

Der Einsatz von Kommunikationsmodulen oder Modems mit PLC-Technik in oder neben den Messgeräten erfordert eine Gerätetechnik, die aufeinander abgestimmt ist. Z. B. müssen die Impedanzen in den Spannungs- und Stromzweigen der Geräte so gewählt werden, dass der Nutzsignalpegel des PLC Signals ausreichend erhalten bleibt. Außerdem sind die Messeinrichtungen so zu konstruieren, dass sie elektromagnetisch verträglich sind. Die bei der PLC-Übertragungstechnik eingesetzten Sendesignale dürfen die Messtechnik nicht beeinflussen. Mittlerweile wird die PLC-Übertragungstechnik großflächig und engmaschig eingesetzt. Die Kommunikation zwischen den Geräten führt zu erhöhten Nutzpegeln auf dem Trägermedium (Stromnetz), die bisher in dieser Größenordnung nicht vorhanden war. Die Signale werden vom Kommunikationsgerät als Nutzpegel betrachtet, sind aber auch gleichzeitig für andere am Netz angeschlossene Geräte sowie für die Elektrizitätszähler als Störpegel zu bewerten.

## 2.7 Blitzschutz, Energetische Koordination

Die einschlägigen Installationsrichtlinien ermöglichen den Einsatz von Blitzschutzeinrichtungen im Vorzählerbereich und/oder im gezählten Bereich. Da die Blitzstoßstromtragfähigkeit und Blitzspannungsfestigkeit solcher Schutzeinrichtungen der DIN VDE 0100-534 [6] entsprechen, wäre für den Fall des nachgeschalteten Schutzes auch die Messeinrichtung mit dem Blitzstoßstrom und der Blitzspannung belastet. Elektrizitätszähler werden entsprechend der Normenreihe DIN EN 50470 [7], [8], [9] konstruiert und sind nicht für solche Belastungen ausgelegt.

Die Belastung eines Gerätes in einer blitzstromgefährdeten Umgebung ist gekennzeichnet durch:

- die Stromtragfähigkeit des Messstromkreises bezüglich Blitzströmen und
- die Festigkeit des Spannungseingangs gegenüber der Energie des Blitzstroms.

Zähler oder Zusatzeinrichtungen und Blitzschutzeinrichtungen können in der Installation nebeneinander installiert, aber untereinander nicht koordiniert sein. Dieser Konflikt kann durch die Beschreibung von Prüfanforderungen nicht gelöst werden. In Praxis sind bisher auch keine nennenswerten Ausfälle bekannt. Deshalb werden in diesem Leitfaden keine Prüfanforderungen und -aufbauten beschrieben.

## 2.8 Isolations-/ Stoßspannungsfestigkeit

Die Messeinrichtungen müssen unter bestimmungsgemäßen Einsatzbedingungen, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Umgebungsbedingungen und Spannungen, ausreichende Isolationseigenschaften beibehalten. Zur Sicherstellung einer anforderungsgerechten Isolation wird eine Stoßspannungsfestigkeit von 7 kV und einer Energie von 1 J (1 Ws) angestrebt. Ein entsprechender Normungsvorschlag wurde im DKE K 461 eingebracht.

Es wird auf das FNN-Lastenheft EDL [45] verwiesen.

## 2.9 Lebensdauer, Zuverlässigkeit

Zur Vorhersage der Zuverlässigkeit elektronischer Messeinrichtungen sind aussagekräftige Prüfungen oder Berechnungsmodelle erforderlich. Zweck dieser Prüfungen ist, neue Messeinrichtungen vor ihrer Verwendung bezüglich ihrer Lebenserwartung bzw. Zuverlässigkeit einschätzen zu können. Ist die Kenngröße „Zuverlässigkeit“ bestimmt, wird ein System notwendig, den Erhalt der Qualität zu gewährleisten und die Änderungen zu dokumentieren.

Die Lebensdauer im Sinne des Produktentwurfs und unter Einhaltung der Eichfehlergrenzen sollte größer als 20 Jahre sein. Das gilt nicht im Sinne einer Garantie.

Es wird auf IEC/TR 62059-21 [32], DIN EN 62059-31 [33], DIN EN 62059-41 [34] und DIN IEC 61709 [23] verwiesen.

Prüfanforderungen und -aufbauten werden in diesem Leitfaden nicht beschrieben.

## **2.10 Softwarequalität**

Die Firmware ist ein qualitätsbestimmender Bestandteil der Messeinrichtung. Für innerstaatliche Bauartprüfungen wird die Konformität zu den Anforderungen der PTB-A 50.7 [38] gefordert. Für MID-Messeinrichtungen gilt der WELMEC-Guide.

Prüfanforderungen und -aufbauten werden in diesem Leitfaden nicht beschrieben.

### 3 Prüfanforderungen und -aufbauten

Für die einzelnen Störphänomene werden Prüfanforderungen und -aufbauten beschrieben. Dabei wird soweit möglich auf bereits definierte Prüfgeräte, Prüfverfahren und Prüfaufbauten in den EMV-Grundnormen, Fachgrundnormen und Produktnormen verwiesen. Für einige der Störgrößen (symmetrischer, hochfrequenter Strom) sind im interessierenden Frequenzbereich bisher keine Prüfverfahren definiert worden. Für die Beschreibung und Prüfbarkeit dieser Größen ist die Einbindung von Behörden, Forschungs- und EMV-Laboren erforderlich.

In den folgenden Kapiteln werden die Produktnormen für Messeinrichtungen referenziert. Die Prüfungen für Zusatzgeräte sind sinngemäß durchzuführen.

#### 3.1 Störfestigkeit gegen äußere magnetische Gleichfelder

##### 3.1.1 Prüfanforderungen

Das magnetische Gleichfeld wird mit einem Dauermagneten erzeugt, dessen magnetischer Werkstoff aus einer Neodym-Eisen-Bor-Legierung (Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 280/167 nach DIN IEC 60404-8-1 [13]) besteht. Die Remanenz (remanente Induktion) des Werkstoffes ist mit 1200 mT angegeben. Die Ermittlung der Remanenz erfolgt gemäß DIN EN 60404-5 [12]. Die Abmessungen des Magneten betragen 75 x 50 x 25 mm, wobei die Polfläche 75 x 50 mm misst. Die Oberflächenflussdichte senkrecht über der Mitte der Polfläche ergibt sich dabei zu ca. 380 mT ± 10 mT. Dieses magnetische Feld muss auf alle unter Nennbetriebsbedingungen zugänglichen Gehäuseflächen des Prüflings einwirken.

##### 3.1.2 Prüfaufbau

Die Prüfung wird gemäß den in DIN EN 50470 [7], [8], [9] vorgegebenen Betriebsbedingungen durchgeführt. Nach Vorwärmung wird der Prüfling an allen unter Nennbetriebsbedingungen zugänglichen Gehäuseflächen mit o.g. Permanentmagneten jeweils für den Zeitraum eines Prüfzyklus beaufschlagt. Die Polfläche des Magneten wird dabei auf die Fläche des Prüflings aufgebracht. Zum Schutz der Gehäusefläche darf eine Zwischenlage aus nichtmagnetischem Material mit einer maximalen Dicke von 1 mm verwendet werden. Dabei ist der Punkt, in dem der Einfluss des Permanentmagneten auf das Messergebnis am größten ist, auszuwählen. Die Spannungs- und Zusatzkreise liegen an Referenzspannung bzw. Nennspannung; die Stromkreise werden mit  $I_{tr}$ ,  $I_{ref}$  und  $I_{max}$  gespeist. Nach Anlegen des Permanentmagneten an die äußeren Gehäuseflächen darf der Prüfling unter Referenzbedingungen die in DIN EN 50470-3 [9], Tabelle 9 (Äußeres magnetisches Gleichfeld) angegebenen kritischen Änderungswerte nicht überschreiten.

Während der Prüfung darf der Prüfling die zusätzliche Messabweichung gemäß Tabelle 1 nicht überschreiten.

Nach der Beeinflussung mit dem Magnetfeld muss der Prüfling die Eichfehlergrenzen einhalten.

Stromstärke	Leistungsfaktor	Maximal zulässige Zusatzmessabweichung in Klasse [%]	
		A	B
$I_{tr}$	$\cos \varphi = 1$	3	2
$I_{ref}$	$\cos \varphi = 1$	3	2
$I_{max}$	$\cos \varphi = 0,5$	3	2

**Tabelle 1: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen unter Referenzbedingungen**

### 3.2 Störfestigkeit gegen äußere magnetische Wechselfelder

#### 3.2.1 Prüfanforderungen

Das magnetische Wechselfeld wird mit einer Induktionsspule gemäß DIN EN 50470-1 [7], Anhang E erzeugt, indem sie mit Wechselstrom mit energietechnischer Frequenz (50 Hz) erregt wird. Ersatzweise kann ein M55-Trafo-Kern, unter Verwendung von Dynamoblech III, benutzt werden. Das Produkt aus Stromstärke und Windungszahl (Stromwindungszahl) soll dabei 1.000 Amperewindungen betragen. Dieses magnetische Feld muss auf alle unter Nennbetriebsbedingungen zugänglichen Gehäuseflächen des Prüflings einwirken.

#### 3.2.2 Prüfaufbau

Die Prüfung wird gemäß den in DIN EN 50470-1 [7] vorgegebenen Betriebsbedingungen durchgeführt. Nach Vorwärmung wird der Prüfling an allen Gehäuseflächen mit o.g. Wechselstromspule jeweils für den Zeitraum eines Prüfzyklus beaufschlagt. Die Polfläche des Magneten wird dabei unmittelbar auf die Fläche des Prüflings aufgebracht. Dabei ist der Punkt, in dem der Einfluss der Wechselstromspule auf das Messergebnis am größten ist, auszuwählen (Rückseite ausgenommen). Die Spannungs- und Zusatzkreise liegen an Referenzspannung bzw. Nennspannung, die Stromkreise werden mit  $I_{tr}$ ,  $I_{ref}$  und  $I_{max}$  gespeist.

Nach Anlegen der Wechselstromspule an die äußeren Gehäuseflächen darf der Prüfling unter Referenzbedingungen die in DIN EN 50470-3 [9], Tabelle 9 (Äußere netzfrequente Magnetfelder) angegebenen kritischen Änderungswerte nicht überschreiten.

Während der Prüfung darf der Prüfling die zusätzliche Messabweichung gemäß Tabelle 1 nicht überschreiten.

### 3.3 Fehlerhafte Betriebszustände des Netzes

#### 3.3.1 Prüfanforderungen

Diese Prüfung gilt nur für Mehrphasenzähler mit drei Messwertaufnehmern und mehrphasig versorgte Messgeräte. Die Prüfung wird durch Unterbrechung des Nulleiters vorgenommen.

### 3.3.2 Prüfaufbau

Die Prüfung wird gemäß den in DIN EN 50470-3 [9] genannten Referenzbedingungen durchgeführt. Die Prüfung muss durch Unterbrechung des Nulleiters vorgenommen werden.

Während der Prüfung darf der Prüfling die zusätzliche Messabweichung gemäß Tabelle 2 nicht überschreiten.

Stromstärke	Leistungsfaktor	Maximal zulässige Zusatzmessabweichung in Klasse [%]	
		A	B
$I_{\text{ref}}(L1, L3)$	$\cos \varphi = 1$	4	2
$I_{\text{ref}}(L1, L3)$	$\cos \varphi = 0,5$ i	4	2

**Tabelle 2: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen bei unterbrochenem Nulleiter**

## 3.4 Gleichstromanteile im Netz

### 3.4.1 Prüfanforderungen

Die Prüfungen auf Einfluss von Gleichstromanteilen und geradzahligen Oberschwingungen müssen mit der in Bild C.1 aus der DIN EN 50470-3 [9] gezeigten Schaltung durchgeführt werden oder mit einer Einrichtung, die in der Lage ist, die geforderte Kurvenform des Stromes zu erzeugen. Der Klirrfaktor der Spannung muss dabei entsprechend Pkt. 8.7.7.8 der DIN EN 50470-3 [9] weniger als 1 % betragen.

Der Wert der unverzerrten Stromstärke soll dabei bei Leistungsfaktor 1  $I_{\text{max}}/\sqrt{2}$  entsprechen.

Abweichend zur DIN EN 50470-3 [9] soll eine zusätzliche Messabweichung bei Leistungsfaktor 0,5i der unverzerrten Stromstärke ermittelt werden. Der Wert soll ebenfalls  $I_{\text{max}}/\sqrt{2}$  betragen.

### 3.4.2 Prüfaufbau

Der Prüfling wird an die Schaltung nach Bild C.1 aus der DIN EN 50470-3 [9] angeschlossen. Die Prüfungen werden gemäß den in DIN EN 50470-3 [9] genannten Referenzbedingungen und der in Tabelle 3 aufgeführten zusätzlichen Betriebsbedingung durchgeführt.

Stromstärke	Leistungsfaktor der unverzerrten Kurvenform	Maximal zulässige Zusatzmessabweichung in Klasse [%]	
		A	B
$I_{\text{max}} / \sqrt{2}$	$\cos \varphi = 1$	6	3
$I_{\text{max}} / \sqrt{2}$	$\cos \varphi = 0,5$ i	6	3

**Tabelle 3: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen bei Beaufschlagung mit Gleichstromanteilen**

Während der Prüfung darf der Prüfling die zusätzliche Messabweichung gemäß Tabelle 3 nicht überschreiten.

### 3.5 Gleichspannung im Netz

#### 3.5.1 Prüfanforderungen

Der Prüfling wird mit 115 % Versorgungsspannung und zusätzlich überlagerter DC-Komponente geprüft. Die Prüfung wird durch Nachweis der Leerlaufbedingung durchgeführt.

Der Prüfling wird entsprechend Pkt. 8.7.9 DIN EN 50470-3 [9] betrieben. Dabei ist der AC-Versorgungsspannung ein DC-Anteil von 1V überlagert. Die Überlagerung erfolgt jeweils einphasig sowie dreiphasig.

#### 3.5.2 Prüfaufbau

Die Versorgungsspannung 115 %  $V_{ref}$  wird mit einem Offset von 1 V DC überlagert.

Der Prüfling hat bestanden, wenn die Leerlaufbedingung innerhalb der Mindestprüfdauer eingehalten wird.

### 3.6 Wechselstörgrößen

#### 3.6.1 Prüfanforderungen und Prüfaufbau für hochfrequente, symmetrische Ströme

##### 3.6.1.1 Prüfanforderungen

Um Elektrizitätszähler bezüglich ihrer Störfestigkeit gegen symmetrisch eingespeiste, hochfrequente Ströme im Strommesspfad unter reproduzierbaren Bedingungen zu prüfen, ist ein hochfrequenter Strom im Strompfad dem 50-Hz-Laststrom zu überlagern. Dazu sind zwei mögliche Prüfaufbauten beschrieben.

Die Prüfung ist bei allen für die in der Tabelle 4 genannten Frequenzen durchzuführen. Dies sollte in Form eines Frequenz-Scans mit definierter Verweilzeit gemäß DIN EN 50470-3 (8.2 „Wiederholgenauigkeit“) [9] auf den einzelnen Frequenzen erfolgen.

Der Frequenzbereich muss mit Frequenzschritten mit einer Schrittweite von 1 % der vorhergehenden Frequenz (zu Beginn der Prüfung: 1 % der Ausgangsfrequenz) durchlaufen werden.

Der tatsächlich auftretende Prüfstrom muss kalibriert werden. Dies kann z.B. vor der Prüfung durch Messung des im Prüfaufbau auftretenden hochfrequenten Stroms erfolgen.

Die Verweilzeit muss so gewählt werden, dass für jeden Frequenzpunkt die Erfassung mindestens eines Zähl-Impulses möglich ist. Die Erfassung kann beispielsweise mit Hilfe eines digitalen Impulszählers erfolgen, welcher wahlweise mit der S0-Schnittstelle oder mit dem optischen Impuls-Ausgang des Elektrizitätszählers verbunden ist. Bei jeder Störfrequenz muss eine Erfassung der Impulse des Zählers und der Daten des Prüfzählers oder Power-Analyzers stattfinden. Dies ist erforderlich, damit auch Beeinflussungen bemerkt werden, die nur in kleinen Frequenzintervallen zu fehlerhaften Messergebnissen führen. Dies ist vor allem bei einer schmalbandigen Reaktion des Elektrizitätszählers auf die Störgrößen möglich. Eine ausreichende Störfestigkeit der Messeinrichtung (Optischer Sensor, S0-Schnittstelle) muss sichergestellt sein. Dies ist im Prüfaufbau sicherzustellen. Die optische Aufnahme der Zählimpulse sollte gegenüber der elektrischen (galvanischen) Verbindung über die S0-Schnittstelle bevorzugt werden, da somit eine galvanische Trennung erfolgt.



Die Widerstandslast ist so zu wählen, dass der 50-Hz-Referenzstrom ( $I_{ref}$ ) gemäß EN 50470-1 [7] durch den Elektrizitätszähler fließt. Es ist sicherzustellen, dass durch den 50-Hz-Strom weder der Zähler, noch der Prüfzähler oder der Power-Analyzer überlastet werden. Da die Größe der Last das Impuls-Intervall des Elektrizitätszählers beeinflusst, muss die Verweilzeit gegebenenfalls so angepasst werden, dass bei jeder angelegten Frequenz der Prüfstörgröße eine Ablesung des aktuellen Messwertes des Elektrizitätszählers erfolgen kann.

Die Prüfung muss mindestens an einer Phase des Elektrizitätszählers durchgeführt werden. Die Versorgung der nicht geprüften Phasen mit Netzspannung erfolgt gemäß Anforderungen des Herstellers (siehe Bild 4). Eine Widerstandsbelastung der nicht untersuchten Phasen muss jedoch vermieden werden.

### 3.6.1.2 Prüfaufbau

Die Prüfung muss so aufgebaut werden, dass ein hochfrequenter, symmetrischer Störstrom einem 50-Hz-Laststrom auf einer Phase des Zählers überlagert werden kann. Dies kann mit den nachfolgend beschriebenen Prüfaufbauten realisiert werden. Zu kalibrierende Größe ist der dem 50-Hz-Laststrom überlagerte hochfrequente, symmetrische Strom, der entsprechend Tabelle 4 angegebenen Frequenz und Stromstärke. Der hochfrequente Strom ist sinusförmig ohne Modulation in den Elektrizitätszähler einzuspeisen.

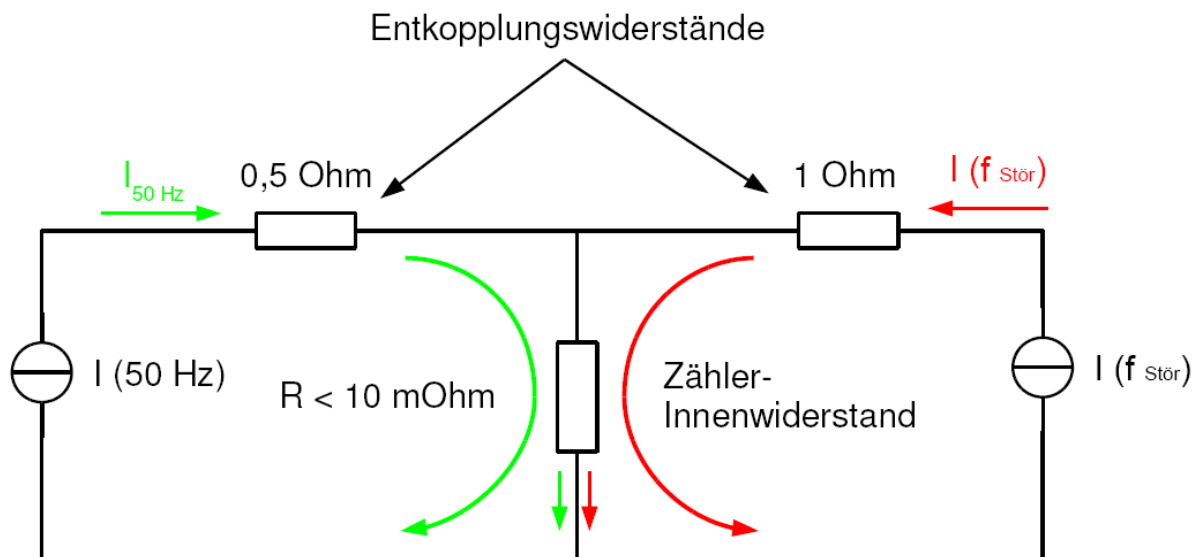
Während der Prüfung darf der Prüfling die zusätzliche Messabweichung gemäß Tabelle 4 nicht überschreiten.

Störung durch	Frequenzbereich	Störstrom	Netzstrom	$\cos \varphi$	Maximal zulässige Zusatzmessabweichung in Klasse [%]	
					A	B
Wechselrichter	2 bis 25 kHz	Rippelstrom $2 A_{eff}$	10 A	1	3	2
Wechselrichter	> 25 bis 150 kHz	Rippelstrom $1 A_{eff}$	10 A	1	3	2

**Tabelle 4: Maximal zulässige Zusatzmessabweichungen bei überlagertem Störstrom**

#### 3.6.1.2.1 Prüfaufbau mit direkter Einspeisung

Bei diesem Prüfaufbau wird über den Zähler-Innenwiderstand, der naturgemäß sehr gering ist (einige Milliohm), ein hochfrequenter Strom in den Strompfad eingekoppelt. Der Strom wird über einen Entkopplungswiderstand von ca. 1 Ohm von einem Verstärker eingespeist. Abhängig vom Verstärker sind hohe Störströme erzeugbar. Über einen zweiten Zweig wird der 50-Hz-Laststrom eingespeist. Das Prinzip ist in Bild 2 dargestellt.



**Bild 2: Prinzip der direkten Störgrößeneinkopplung**

Der Vorteil des direkten Verfahrens besteht darin, dass kein Koppel-Entkoppel-Netzwerk, sondern nur Entkopplungswiderstände notwendig ist und die in der Zählerprüftechnik üblichen synthetischen Prüfverfahren (Strom und Spannung werden von unterschiedlichen Quellen erzeugt) verwendet werden kann. Es ist also keine reale 50-Hz-Last erforderlich, da Strom- und Spannungskreise entkoppelt sind. So wird die Spannungsquelle nur unwesentlich belastet und die Stromquelle muss lediglich die für den Entkopplungswiderstand (hier 0,5 Ohm) erforderliche Leistung und Spannung aufbringen. Ergebnis ist, dass wesentlich kostengünstigere 50-Hz-Quellen verwendet werden können. Die zur Erzeugung des 50-Hz-Laststromes verwendete Quelle muss nur eine geringe Leistung aufweisen. Im Wesentlichen müssen die Verluste im Entkopplungswiderstand ( $10 \text{ A bei } 0,5 \text{ Ohm} = 50 \text{ Watt}$ ) abgedeckt werden. Die Quelle sollte aber eine gute Konstanz und einen geringen Klirrfaktor ( $< 1 \%$ ) aufweisen um den Fehler des Zählers korrekt ermitteln zu können. Da bei der Prüfung nur ein relativer (zusätzlicher) Fehler von Interesse ist, muss die Prüfeinrichtung vor allem während der Prüfung konstant sein. Die absolute Genauigkeit ist nicht wesentlich.

Eine Beeinflussung der 50-Hz-Quelle durch den hochfrequenten Strom ist durch die Entkopplungswiderstände weitgehend unwahrscheinlich. Dennoch sollte der Aufbau daraufhin untersucht werden und ein Einfluss vor Beginn der Prüfung durch geeignete Überprüfungen ausgeschlossen werden.

Ein Beispiel für einen Prüfaufbau ist in Bild 3 gezeigt.

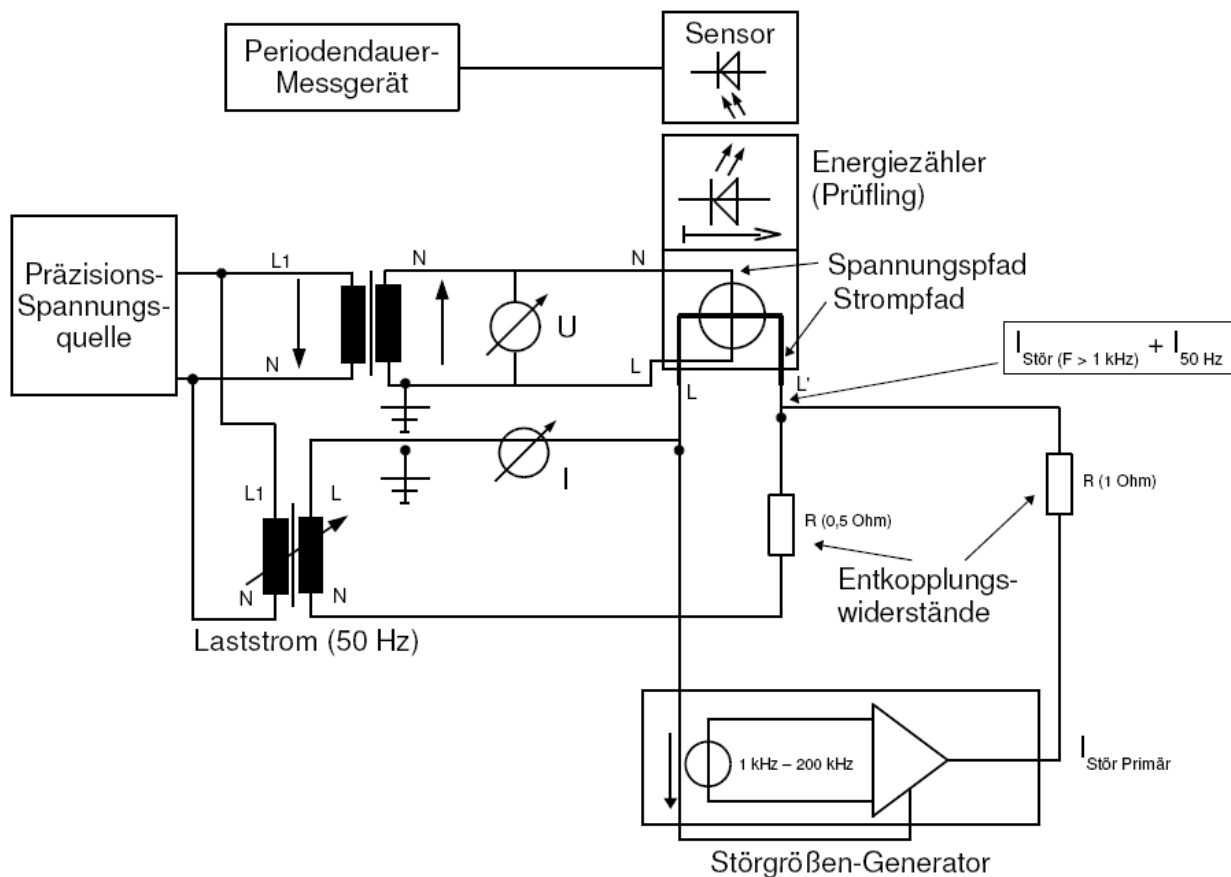


Bild 3: Prüfaufbau für direkte Einspeisung

### 3.6.1.2.2 Prüfaufbau mit Einspeisung über Koppel-Entkoppelnetzwerk

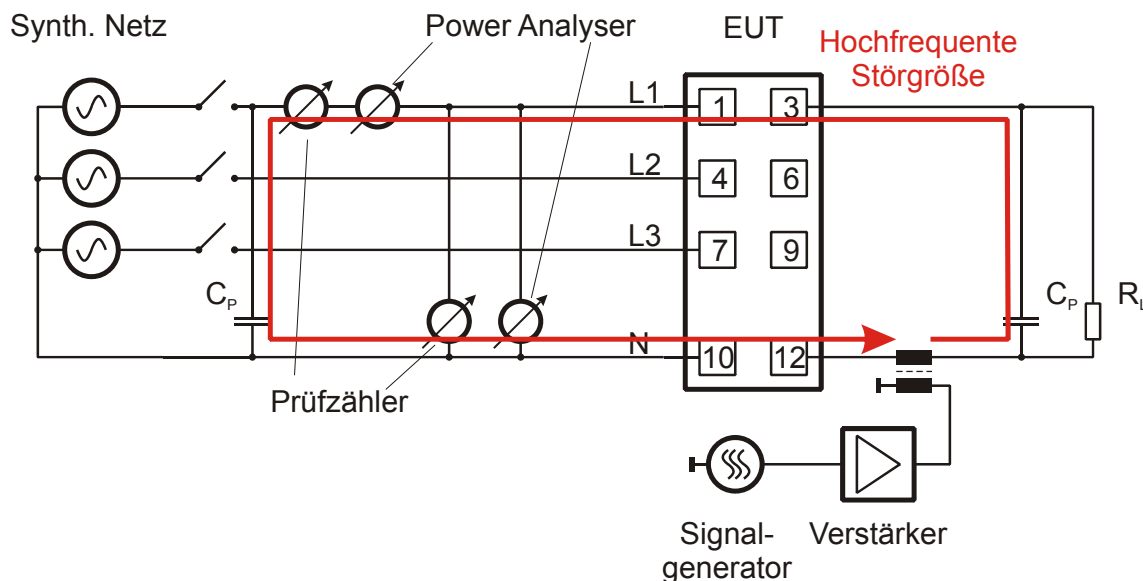
Es ist ein spezielles Koppel-Entkoppel-Netzwerk aufzubauen, welches über einen Anpassungstrafo einen festgelegten Störstrom im Frequenzbereich von 2 kHz bis 150 kHz bei einer maximalen Strom-Amplitude von bis zu 10 Ass ermöglicht.

Der Prüfaufbau ist in Bild 4 dargestellt. Während der Prüfung fließt ein Netz-Strom gemäß Tabelle 4 vom synthetischen Netz durch den Zähler in einen Verbraucher-Widerstand. Die im Widerstand umgesetzte Energie wird vom Zähler erfasst. Auf der Verbraucherseite wird über den Anpassungstrafo des Koppel-Netzwerks ein hochfrequenter Strom in eine Phase des Elektrizitätszählers eingekoppelt.

Um eine möglichst hohe Stromamplitude zu erzielen, wird sowohl die für den Störstrom in Reihe liegende Last, als auch die Netzspannungsquelle kapazitiv (siehe  $C_p$  in Bild 4) überbrückt. Die tatsächlich an den Widerstand gelieferte Energie wird mit einem Prüfzähler gemessen.

Das synthetische Netz muss eine konstante Netzspannung mit niedrigem Oberschwingungsgehalt und ausreichender Belastbarkeit liefern. Hinzu kommt, dass die Quelle ihrerseits keine Taktungsreste in den Prüfaufbau einspeisen darf. Die Quelle darf nicht durch den hochfrequenten Prüfstrom beeinflusst werden. Gegebenenfalls müssen externe Filter verwendet werden, um diese Bedingungen zu erfüllen.

Da der Einkoppeltrafo Stromimpulse der Sekundärseite auch auf die Primärseite des Trafos transformiert, müssen gegebenenfalls Schutzelemente zwischen Verstärker und Trafo eingefügt werden, um Schäden am Verstärker zu vermeiden.



**Bild 4: Prüfaufbau für die Prüfung der Störfestigkeit von Elektrizitätszählern gegen hochfrequente Störströme**

### 3.7 Isolations-/ Stoßspannungsfestigkeit

#### 3.7.1 Prüfanforderungen und Prüfbedingungen

Die Stoßspannungsfestigkeit muss mit dem in DIN EN 50470-1 (Abschnitt 7.3.3) angegebenen und zusätzlich mit dem im Folgenden beschriebenen Stoßspannungsimpuls 0,1/2000  $\mu$ s durchgeführt werden.

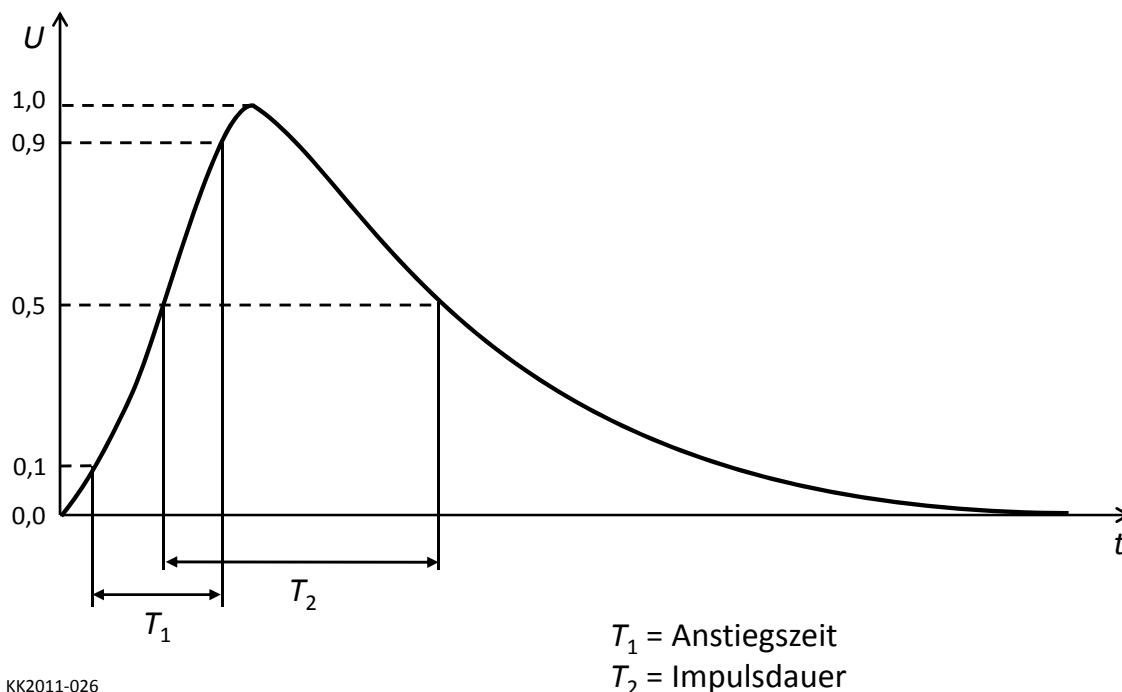
#### 3.7.2 Prüfgenerator für Stoßspannung 0,1/ 2000 $\mu$ s

Der Generator zur Erzeugung der Stoßspannung muss folgende Eigenschaften aufweisen:

Generatorausgangsspannung im Leerlauf	
Wellenform der Stoßspannung	Doppelt exponentiell
Anstiegszeit (10 % auf 90 %)	0,1 $\mu$ s ( $\pm$ 20 %)
Impulsdauer ( 50 %):	2.000 $\mu$ s ( $\pm$ 20 %)
Amplitude der Stoßspannung im Leerlauf ( $\geq$ 20 M $\Omega$ , < 20 pF)	4 kV bis 8 kV ( $\pm$ 7,5 %) Einstellbar in Schritten von 100 oder 500 V
Impedanz des Generators	50 $\Omega$
Polarität	Positiv und Negativ
Maximale Repetitionsfrequenz der Stoßspannungspulse	$\geq$ 0,2 Hz
Energie der Quelle bei 7 kV Ladespannung	1 Joule ( $\pm$ 10 %)
Generatorausgangsspannung bei Abschluss mit 50 $\Omega$ am Ausgang	
Amplitude der Stoßspannung	50 % der Amplitude im Leerlauf ( $\pm$ 10 %)
Impulsdauer ( 50 %)	2,77 $\mu$ s ( $\pm$ 20 %)

**Tabelle 5: Eigenschaften des Stoßspannungsgenerators**

Der Generator ist mit der leitfähigen Oberfläche, auf der die Prüfung durchgeführt wird, mit einem kurzen Leiter (max. 10 cm Länge) zu verbinden. Die leitfähige Oberfläche ist mit Schutz Erde zu verbinden.



**Bild 5:** Schematische Darstellung der Leerlaufspannung des Stoßspannungsimpulses 0,1/2000 µs (Der Impuls ist nicht maßstäblich dargestellt.)

### 3.7.3 Kalibrierung des Generators

Die Kalibrierung des Generators erfolgt durch eine Verifizierung der Parameter der Impulsform im Leerlauf und bei einer ohmschen Last von 50 Ω. Die Kalibrierung erfolgt direkt am Ausgang des Generators mit einer maximalen Länge des Verbindungskabels vom Generatorausgang zum Tastkopf oder zum 50 Ohm-Abschluss von 10 cm. Geeignete Adapter können verwendet werden. Der verwendete Hochspannungstastkopf muss eine Bandbreite  $\geq 40$  MHz aufweisen.

Die Kalibrierung muss bei 4 kV und 7 kV Leerlaufspannung erfolgen. Wird ein Prüfgenerator mit einem erweiterten Prüfspannungsbereich (z. B. 10 kV) verwendet, dann muss die Kalibrierung zusätzlich bei der maximalen Amplitude der Leerlaufspannung erfolgen.

Die Kalibrierung muss im vom Hersteller des Prüfgenerators empfohlenen zeitlichen Abstand wiederholt werden. Ist keine Empfehlung des Herstellers vorhanden, dann muss im Abstand von einem Jahr eine Kalibrierung durchgeführt werden.

Zwischen den Kalibrierzeitpunkten kann eine Überwachung der Impulsform mit einem nicht kalibrierten Teiler erfolgen.

Anmerkung: Bei der Messung der Impulsform im Leerlauf mit einem Tastkopf mit einer Impedanz  $\geq 20 \text{ M}\Omega$  und einer Kapazität  $< 10 \text{ pF}$  ist gewährleistet, dass sich die Impulsbreite aufgrund der zusätzlichen Belastung um weniger als 0,4 % verkleinert.

### 3.7.4 Prüfbedingungen und Prüfablauf

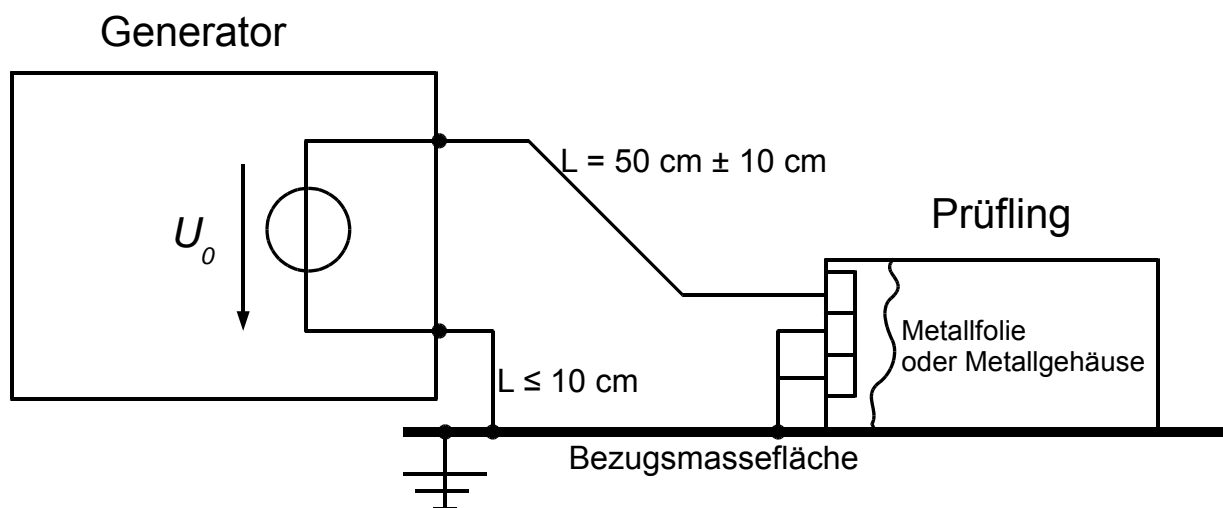
Für die Durchführung der Prüfung der Stoßspannungsfestigkeit mit dem zusätzlichen Stoßspannungsimpuls  $0,1/2000 \mu\text{s}$  gelten die Anforderungen und Prüfbedingungen für die Stoßspannungsprüfung gemäß DIN EN 50470-1 Abschnitt 7.3.3 [7] mit nachfolgenden Ergänzungen oder Änderungen.

Als Prüfpegel wird eine (Leerlauf-) Stoßspannungsamplitude von 7 kV festgelegt. Die Spannungsimpulsform  $0,1/2000 \mu\text{s}$  muss mit einem Generator wie in Abschnitt 3.7.2 beschrieben erzeugt werden.

Bei jeder Prüfung muss die Stoßspannung zehnmal mit einer Polarität und dann mit der anderen Polarität angelegt werden. Die Zeit zwischen zwei Stoßspannungsimpulsen muss 10 s betragen.

Die Länge des Verbindungskabels vom Generatorausgang zu den Anschlussklemmen muss  $50 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$  betragen. Das Verbindungskabel vom Masseanschluss des Generators zur Bezugsmassefläche (Leitende Oberfläche) muss kleiner/gleich 10 cm sein.

Prüflinge (Zähler), die auf einer Adapterplatte betrieben werden und keine direkten Anschlussklemmen aufweisen (z. B. auf eine Klemmenplatte steckbare Zähler mit Stecksocket) müssen mit einer geeigneten Adapterplatte geprüft werden. Die Prüfspannung ist an die Klemmen der Adapterplatte anzulegen.



**Bild 6:** Schematische Darstellung des Prüfaufbaus für die Stoßspannungsprüfung zwischen Leiter und Gehäuse (oder Bezugsmassefläche) mit einem  $0,1/2000 \mu\text{s}$  Impuls.

## 4 Abkürzungen

Für physikalische Messgrößen und Einheiten gelten die in DIN 1301, Teil 1 [5] getroffenen Festlegungen.

AC	Alternate Current, engl. für Wechselstrom
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
DC	Direct Current, engl. Bezeichnung für Gleichstrom
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
(E) DIN	Entwurf einer Norm des DIN
EN	Europäische Norm
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EUT	Equipment under test (Prüfling)
FNN	Forum Netztechnik /Netzbetrieb im VDE (FNN)
IEC	International Electrotechnical Commission
ISM	Industrial, Scientific and Medicine
ISO	Internationale Organisation für Normung
MID	Measuring Instruments Directive (Europäische Messgeräte-richtlinie)
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
ÜSE (SPD)	Überspannungs-Schutzeinrichtungen (surge protective device)
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW – e.V.
VDN	Verband der Netzbetreiber e.V.

## 5 Literaturverzeichnis

Die folgenden z. T. zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Leitfadens dienlich. Die Dokumente sind in ihrer aktuellen Fassung (einschließlich aller Änderungen) gültig.

- [1] RICHTLINIE 2004/22/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 31. März 2004 über Messgeräte
- [2] Gesetz über das Meß- und Eichwesen (Eichgesetz – EichG) vom 23.03.1992; zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 3.7.2008 I 1185
- [3] Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (Einheiten- und Zeitgesetz – EinhZeitG); vom 22.02.1985; zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 3.7.2008 I 1185
- [4] Verordnung über die Einführung der mitteleuropäischen Sommerzeit ab dem Jahr 2002 (SoZV) vom 12. Juli 2001, BGBl I 2001 S. 1591
- [5] DIN 1301-1 Einheiten - Teil 1: Einheitenamen, Einheitenzeichen
- [6] DIN VDE 0100-534; VDE 0100-534:2009-02  
Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Trennen, Schalten und Steuern - Abschnitt 534: Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE) (IEC 60364-5-53:2001/A1:2002 (Hauptabschnitt 534), modifiziert)  
Deutsche Übernahme HD 60364-5-534:2008
- [7] DIN EN 50470-1; VDE 0418-0-1:2007-05  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Prüfbedingungen - Messeinrichtungen (Genauigkeitsklassen A, B und C)  
Deutsche Fassung EN 50470-1:2006  
  
DIN EN 50470-1 Berichtigung 1; VDE 0418-0-1 Berichtigung 1:2008-06  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Prüfbedingungen - Messeinrichtungen (Genauigkeitsklassen A, B und C); Deutsche Fassung EN 50470-1:2006, Berichtigung zu DIN EN 50470-1 (VDE 0418-0-1):2007-05
- [8] DIN EN 50470-2; VDE 0418-0-2:2007-05  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Teil 2: Besondere Anforderungen - Elektromechanische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen A und B  
Deutsche Fassung EN 50470-2:2006
- [9] DIN EN 50470-3; VDE 0418-0-3:2007-05  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Teil 3: Besondere Anforderungen - Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen A, B und C  
Deutsche Fassung EN 50470-3:2006
- [10] DIN EN 55011 ( VDE 0875 Teil 11 ):2003-08  
Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 11:1997, modifiziert + A1:1999 + A2:2002)  
Deutsche Fassung EN 55011:1998 + A1:1999 + A2:2002
- [11] DIN EN 55022 ( VDE 0878 Teil 22 ):2008-05  
Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreeigenschaften - Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 22:2005 modifiziert+ A1:2005); Deutsche Fassung EN 55022:2006 A1:2007
- [12] DIN EN 60404-5 (IEC 60404-5:1993 + A1:2007):2008-05  
Magnetische Werkstoffe - Teil 5: Dauermagnetwerkstoffe (hartmagnetische Werkstoffe) - Verfahren zur Messung der magnetischen Eigenschaften  
Deutsche Fassung EN 60404-5:2007
- [13] DIN IEC 60404-8-1  
Magnetische Werkstoffe - Teil 8-1: Anforderungen an einzelne Werkstoffe - Hartmagnetische Werkstoffe (Dauermagnete) (IEC 60404-8-1:2001 + A1:2004):2005-08
- [14] DIN EN 60514; VDE 0418-6:1995-07  
Annahmeprüfung von Wechselstrom-Wirkverbrauchszählern der Klasse 2 (IEC 60514:1975, modifiziert)  
Deutsche Fassung EN 60514:1995



- [15] DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2):2010-03  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 3-2: Grenzwerte - Grenzwerte für  
Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangstrom  $\leq 16$  A je Leiter)  
(IEC 61000-3-2:2005+A1:2008 +A2:2009)  
Deutsche Fassung EN 61000-3-2:2006+A1:2009 + A2:2009
- [16] DIN EN 61000-3-3 (VDE 0838-3):2009-06  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), - Teil 3-3: Grenzwerte - Begrenzung von  
Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-  
Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom = 16 A je Leiter, die keiner  
Sonderanschlussbedingung unterliegen (IEC 61000-3-3:2008)  
Deutsche Fassung EN 61000-3-3:2008
- [17] DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2009-12  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren; Störfestigkeit gegen  
leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2008)  
Deutsche Fassung EN 61000-4-6:2008
- [18] DIN EN 61000-4-16 (VDE 0847-4-16):2005-04  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-16: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der  
Störfestigkeit gegen leitungsgeführte, asymmetrische Störgrößen im Frequenzbereich von 0 Hz bis  
150 kHz (IEC 61000-4-16:1998 + A1:2001)  
Deutsche Fassung EN 61000-4-16:1998 +A1:2004
- [19] DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1):2007-10  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-1: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für  
Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-1:2005)  
Deutsche Fassung EN 61000-6-1:2007
- [20] DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2006-03  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für  
Industriebereich (IEC 61000-6-2:2005)  
Deutsche Fassung EN 61000-6-2:2005
- [21] DIN EN 61000-6-3 (VDE 0839-6-3):2007-09  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6.3: Fachgrundnormen Störaussendung für  
Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-3:2006)  
Deutsche Fassung EN 61000-6-3:2007
- [22] DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4):2007-09  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für  
Industriebereich (IEC 61000-6-4:2006)  
Deutsche Fassung EN 61000-6-4:2007
- [23] DIN IEC 61709  
Bauelemente der Elektronik - Zuverlässigkeit - Referenzbedingungen für Ausfallraten und  
Beanspruchungsmodelle zur Umrechnung (IEC 56/1264/CD:2008)
- [24] DIN EN 62052-11; VDE 0418-2-11:2003-11  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Prüfbedingungen -  
Teil 11: Messeinrichtungen (IEC 62052-11:2003)  
Deutsche Fassung EN 62052-11:2003
- [25] DIN EN 62052-21; VDE 0418-2-21:2005-06  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Prüfbedingungen -  
Teil 21: Einrichtungen für Tarif- und Laststeuerung (IEC 62052-21:2004)  
Deutsche Fassung EN 62052-21:2004
- [26] DIN EN 62053-11; VDE 0418-3-11:2003-11  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Besondere Anforderungen - Teil 11: Elektromechanische  
Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,5, 1 und 2 (IEC 62053-11:2003)  
Deutsche Fassung EN 62053-11:2003
- [27] DIN EN 62053-21; VDE 0418-3-21:2003-11  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Besondere Anforderungen - Teil 21: Elektronische  
Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 1 und 2 (IEC 62053-21:2003)  
Deutsche Fassung EN 62053-21:2003

- [28] DIN EN 62053-22; VDE 0418-3-22:2003-11  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Besondere Anforderungen - Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchsähler der Genauigkeitsklassen 0,2 S und 0,5 S (IEC 62053-22:2003)  
Deutsche Fassung EN 62053-22:2003
- [29] DIN EN 62053-23; VDE 0418-3-23:2003-11  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Besondere Anforderungen - Teil 23: Elektronische Blindverbrauchsähler der Genauigkeitsklassen 2 und 3 (IEC 62053-23:2003)  
Deutsche Fassung EN 62053-23:2003
- [30] DIN EN 62054-21; VDE 0419-4-21:2005-06  
Wechselstrom-Elektrizitätszähler - Tarif- und Laststeuerung - Teil 21: Besondere Anforderungen an Schaltuhren (IEC 62054-21:2004)  
Deutsche Fassung EN 62054-21:2004
- [31] DIN EN 62056-61  
Messung der elektrischen Energie - Zählerstandsübertragung, Tarif- und Laststeuerung - Teil 61: Object Identification System (OBIS) (IEC 62056-61:2006); Deutsche Fassung EN 62056-61:2007; (siehe auch VDEW-Materialie M-13/2003)
- [32] IEC/TR 62059-21  
Electricity metering equipment - Dependability - Part 21: Collection of meter dependability data from the field; 2002-03
- [33] DIN EN 62059-31-1; VDE 0418-9-31-1:2009-07  
Elektrizitätszähler - Zuverlässigkeit - Teil 31-1: Zeitraffende Zuverlässigkeitsprüfung - Temperatur und Luftfeuchte erhöht (IEC 62059-31-1:2008)  
Deutsche Fassung EN 62059-31-1:2008
- [34] DIN EN 62059-41; VDE 0418-9-41:2007-01  
Elektrizitätszähler - Zuverlässigkeit - Teil 41: Zuverlässigkeitsvorhersage (IEC 62059-41:2006)  
Deutsche Fassung EN 62059-41:2006
- [35] DIN EN 62305-4; VDE 0185-305-4:2010-03  
Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (IEC 81/338/CDV:2009); Deutsche Fassung FprEN 62305-4:2009
- [36] Verzeichnis der Vorschriften und anerkannten Regeln der Technik nach der Eichordnung, Stand 20.07.2007, siehe [www.ptb.de](http://www.ptb.de)
- [37] PTB-A 20.1 „Messgeräte für Elektrizität“ Elektrizitätszähler und deren Zusatzeinrichtungen, Dezember 2001
- [38] PTB-A 50.7 „Anforderungen an elektronische und softwaregesteuerte Messgeräte und Zusatzeinrichtungen für Elektrizität, Gas, Wasser und Wärme“, April 2002; Anhang PTB-A 50.7-3 „Software-Anforderungen an Messgeräte und Zusatzeinrichtungen gemäß PTB-A 50.7 Geräteklasse 3: Gerät mit Software-Trennung“, April 2002
- [39] PTB-Prüfregeln, Band 6 Elektrizitätszähler und Zusatzeinrichtungen, 3. Auflage 1998
- [40] Technische Anschlussbedingungen TAB 2007, Stand: Juli 2007, VDN
- [41] Überspannungs-Schutzeinrichtungen, Richtlinie für den Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 in Hauptstromversorgungssystemen, 2. Auflage 2004, VDN
- [42] Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) Institut für Solare Energieversorgungstechnik Verein an der Universität Kassel e.V., Institutsteil Kassel; Dipl.- Ing. Jörg Kirchhof: Prüfung an Energiezählern
- [43] FGW TR-3 „Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz“
- [44] VDE-AR-N 4105 „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“, August 2011
- [45] Lastenheft EDL – Elektronische Haushaltszähler – Funktionale Merkmale und Protokolle; FNN, Version 1.1, Mai 2011