

AVA Documents
Document Sharing Hub

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 60868-0:1993, in den der Technische Bericht IEC 868-0, Ausgabe 1991, „Flickermeter. Part 0: Evaluation of flicker severity“, unverändert übernommen worden ist.

Der Technische Bericht wurde vom SC 77A, „Low-frequency phenomena“, der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Die Zuständigkeit auf Europäischer Ebene obliegt dem CENELEC TC 110 „Electromagnetic compatibility (EMC)“.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.1, „Niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen“, der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig. Dieses hat die Übernahme des Technischen Berichts als Europäische Norm EN 60868-0 unterstützt.

Die Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation von Flickermetern ist in der IEC 868:1986 + Amendment 1:1990 enthalten und wurde als EN 60868:1993 übernommen (siehe DIN EN 60868 (VDE 0846 Teil 2/03.94)).

Hinweis zu Seite 4, Abschnitt 1, der EN 60868-0:1993:

Der im vorletzten Absatz (erster Spiegelstrich) genannte Block 4 wird in DIN EN 60868 (VDE 0846 Teil 2) definiert.

Der Zusammenhang zwischen den in dieser Norm zitierten IEC-Publikationen und den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben:

IEC	EN	siehe DIN
555-3	EN 60555-3	siehe DIN VDE 0838-3/06.87 ¹⁾
UIE, Juli 1988		

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise in nationalen Zusätzen:

DIN VDE 0838-3

Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen, die durch Haushaltgeräte und durch ähnliche elektrische Einrichtungen verursacht werden – Teil 3: Spannungsschwankungen (IEC 555-3 (1982 – 1. Ausgabe)) – Deutsche Fassung EN 60555-3 Teil 3, Ausgabe 1987

DIN EN 60868 (VDE 0846 Teil 2)

Flickermeter – Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation (IEC 868:1986 + A1:1990); Deutsche Fassung EN 60868:1993

Internationale Patentklassifikation

A 61 B 005/16

G 06 F 015/42

1) Vorgesehen als Ersatz: DIN EN 60555-3 (VDE 0838 Teil 3)

DK 621.317.7

Deskriptoren: Metrologie, Meßgeräte, Flickermeter, Ermittlung, Statistik, Genauigkeit, Verifizierung, Prüfung

Deutsche Fassung

Flickermeter

Teil 0: Beurteilung der Flickerstärke
(IEC 868-0:1991)

Flickermeter
Part 0: Evaluation of flicker severity
(IEC 868-0:1991)

Flickermètre
Partie 0: Evaluation de la sévérité du flicker
(CEI 868-0:1991)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1992-12-09 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Das CENELEC-Fragebogenverfahren zur unveränderten Annahme der Internationalen Norm IEC 868-0:1991 ergab, daß für die Annahme als Europäische Norm keine gemeinsamen Abänderungen notwendig waren.

Das Referenzdokument wurde danach den CENELEC-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt und von CENELEC am 9. Dezember 1992 als EN 60868-0 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Ankündigung der EN auf nationaler Ebene (doa): 1993-06-01
- spätestes Datum der Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm (dop): 1993-12-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1993-12-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt. In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 868-0:1991 wurde von CENELEC als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Inhalt

	Seite
1 Statistische Berechnungen	3
2 Ermittlung der Kurzzeit-Flickerstärke	4
2.1 Wahl des Mehrpunkt-Algorithmus	4
2.2 Überprüfung der P_{st} -Ermittlung in der Praxis	4
2.3 Übereinstimmung zwischen vereinfachten Berechnungsverfahren und Messung	6
3 Genauigkeit der P_{st}-Wert-Ermittlung	6
4 Interpolation	7
4.1 Lineare Interpolation	7
4.2 Nichtlineare Interpolation	7
4.3 Pseudo-Nullpunkt-Extrapolation	8
5 Glättung des Quantils	8
6 Nichtlineare Klassierung	9
7 Funktionsprüfungen einschließlich Klassierer	9
8 Ermittlung der Langzeit-Flickerstärke	10
9 Literatur	11
Bilder	13
Anhang ZA (normativ) Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen der entsprechenden europäischen Publikationen	22

1 Statistische Berechnungen

Das UIE/IEC-Flickermeter simuliert den Prozeß der physiologischen visuellen Wahrnehmung und gibt eine zuverlässige Aussage über die Reaktion eines Beobachters auf jeden beliebigen Flickertyp, unabhängig von der Störquelle.

Das Flickermeter zeigt einzelne und aufeinanderfolgende Flickerereignisse in Bemerkbarkeitseinheiten an. Für die Ermittlung des Ausgangswertes ist ein Verfahren erforderlich, das den Flickerpegel sowohl für regelmäßig als auch für regellos auftretende Spannungsänderungsverläufe ermittelt. An der Bemerkbarkeitsschwelle liefert das Meßgerät am Ausgang eine Einheit.

Unter Einbeziehung der UIE wurde ein einheitliches Verfahren für die Flickerberechnung entwickelt, die eine Berechnungsvorschrift benutzt, die bei beliebigen Arten von Lastschwankungen angewandt werden kann. Die Festlegung der Grenzwerte, für die von unterschiedlichen Arten von Geräten erzeugte Störaussendung, ist die Aufgabe der zuständigen Normungsgremien.

Um den Mechanismen der Wahrnehmung und der Entstehung einer Störwirkung gerecht zu werden, ist der Flicker über ein geeignetes repräsentatives Zeitintervall zu ermitteln. Durch die zufallsbedingte Natur von Flicker, der durch einige Lasten hervorgerufen wird, ist anzunehmen, daß sich während dieser Zeit der momentane Pegel stark und unvorherbestimmbar verändert. Es besteht daher die Notwendigkeit, nicht nur den maximal erreichten Pegel zu überprüfen, sondern auch die Häufigkeit, mit der innerhalb einer signifikanten Beobachtungszeit ein beliebiger gegebener Flickerpegel überschritten wurde. Um alle Fälle zu berücksichtigen, ist eine statistische Betrachtung erforderlich. Dies erfordert die Festlegung einer Funktion, die für die Beobachtungszeit den Wert der Flicker-Empfindung und die zugehörige prozentuale Dauer in Beziehung setzt.

Die Festlegung dieser Funktion geschieht in folgenden Schritten:

- Zuerst wird der gemessene momentane Pegel der Flicker-Empfindung am Ausgang von Block 4 des Flickermeters entsprechend diesem Wert klassiert. Damit erhält man die Häufigkeitsfunktion.
- Nach Ablauf der Beobachtungszeit wird die Summenhäufigkeitsfunktion (SHF) bestimmt.

Dieses Verfahren wird als Verweildauer-Klassierung bezeichnet (**Bild 1**).

Bild 2 zeigt die graphische Darstellung einer SHF-Kurve. Der Übersichtlichkeit halber wurde nur eine geringe Anzahl von Klassen zugrunde gelegt.

In den **Bildern 3 bis 5** sind Beispiele von Summenhäufigkeits-(SHF-)Kurven für unterschiedliche störende Lasten angegeben. Es ist zu erkennen, daß sich die Kurvenformen voneinander unterscheiden. Trotzdem ist ein allgemeines Kriterium in einer kurzen und aussagekräftigen Art zu deren Beschreibung notwendig, um die Flickerstärke quantitativ und objektiv zu ermitteln. Alle SHF-Kurven, die einer standardisierten Verteilungsfunktion, wie z. B. der Gauß-Verteilung folgen, können durch wenige Parameter, wie Mittelwert, Streuung usw., charakterisiert werden. Da dies nicht der Fall ist, wurde ein Mehrpunkt-Verfahren entwickelt, das beliebige SHF-Kurven charakterisiert.

Ein geeignetes Verfahren, das bei verschiedenen SHF-Kurvenformen benutzt werden kann, wird nachfolgend angegeben:

$$P_{st} = \sqrt{K_1 P_1 + K_2 P_2 + \dots K_n P_n}$$

Darin bedeuten:

- P_{st} Kurzzeit-Flickerstärke;
 K_1 bis K_n Wichtungskoeffizienten und
 P_1, P_2 bis P_n Werte der SHF-Kurve mit einer festgelegten Überschreitungswahrscheinlichkeit.

Die Wichtungskoeffizienten wurden in einer solchen Weise berechnet, wie es für die korrekte Ermittlung der Flickerstärke für einen großen Frequenzbereich bei rechteckförmiger Modulation der Eingangsspannung erforderlich war. Das Übertragungsverhalten bei anderen Kurvenformen wurde ebenfalls berücksichtigt.

Eine stabile Lösung erhält man bei der Berücksichtigung von fünf Kurvenpunkten oder Quantilen. Dies sind:

- $P_{0,1}$ ist der Pegel, der nur in 0,1 % der Beobachtungszeit überschritten wird,
 P_1 ist der Pegel, der nur in 1 % der Beobachtungszeit überschritten wird,
 P_3 ist der Pegel, der nur in 3 % der Beobachtungszeit überschritten wird,
 P_{10} ist der Pegel, der nur in 10 % der Beobachtungszeit überschritten wird,
 P_{50} ist der Pegel, der nur in 50 % der Beobachtungszeit überschritten wird.

Der 50%-Bezugspunkt ist der Median des Flickerpegels, der einen Anhaltspunkt für die Größenordnung der Störgröße gibt. Die anderen Punkte wurden in Richtung zum unteren Ende der Wahrscheinlichkeitsskala gewählt, um die größeren Wahrnehmungspegel angemessen zu wichten, da diese für die Ermittlung der Störstärke eine größere Bedeutung haben.

Es ist anzumerken, daß der innerhalb des gewählten Zeitintervalls auftretende maximale Flickerpegel nicht berücksichtigt wird, da ein einzelner Spitzenwert von sehr kurzer Dauer nicht repräsentativ für eine Flickererscheinung sein kann. Die Grundlage für die Anwendung des SHF-Konzepts ist, daß die zu einem gegebenen Pegel gehörende Zeit eher eine nützliche Aussage liefert; die Wahl von 0,1 % als das minimale Quantil berücksichtigt in angemessener Weise große, seltene Flickeramplituden.

Ein geeignetes Beobachtungsintervall ist zu wählen. Dieses kann entsprechend der Betriebsperiode eines bestimmten störenden Gerätes gewählt werden. Es ist aber wünschenswert, eine einheitliche Zeit einzuführen, unabhängig von einem bestimmten Typ der zu betrachtenden Störquelle.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig, die Physiologie der Flickerwahrnehmung sowie die Ergebnisse der Personenversuche erneut zu betrachten und zu versuchen, herauszufinden, welches Zeitintervall angemessen ist, um die Reaktion eines durchschnittlichen Beobachters auf eine große Anzahl von Flickercharakteristiken wiederzugeben.

Als ein guter Kompromiß wurde ein Intervall von 10 min ausgewählt. Es ist lang genug, um zu vermeiden, daß einzelnen Spannungsänderungen eine zu große Bedeutung gegeben wird. Es ist auch lang genug, damit ein unbeteiligter Beobachter die Störung und deren Fortdauer bemerkt, aber gleichzeitig ist es kurz genug, um eine detaillierte Charakterisierung eines störenden Gerätes mit einer lang andauernden Betriebsdauer zu erlauben. Es ist ein besonderer Vorteil, daß dasselbe Intervall die in IEC 555-3 festgelegte Beobachtungszeit ist.

2 Ermittlung der Kurzzeit-Flickerstärke

2.1 Wahl des Mehrpunkt-Algorithmus

Um einen geeigneten Mehrpunkt-Algorithmus zu finden, mußte ein anderes Problem gelöst werden, nämlich die Beziehung der Mehrpunkt-Berechnung zur Flickerstärke.

Eine begrenzte Anzahl von Versuchsergebnissen über die menschliche subjektive Reaktion waren verfügbar. Diese konnten dazu verwendet werden, die Flickerstärke mit der nichtlinearen SHF-Kurve in Beziehung zu setzen. Untersuchungen der in früheren Arbeiten durchgeführten Messungen der menschlichen subjektiven Reaktion zeigten allerdings, daß die Grenzkurve aus IEC 555-3 (Bild 6a) im höheren Frequenzbereich sehr gut mit den Versuchsergebnissen übereinstimmte, die die Flickerstärke zu den Verbraucherbeschwerden bei rechteckförmiger Kurvenform der Störgröße in Beziehung setzen.

Auf der anderen Seite stellte sich heraus, daß der Abschnitt der Grenzkurve im Bereich von 1 bis 0,1 Änderungen je Minute kein gutes Maß für die Flickerstärke ist, da die 3%-Grenze für Spannungsänderungen aus anderen Gründen als zur Begrenzung der Flickerstörwirkung eingeführt werden mußte. Ein realistischer Ansatz für die Flickerberechnung erfordert die Verlängerung der Grenzkurve bis zu 7,5 % Spannungsänderung bei 0,1 Änderungen je Minute (Bild 6b). Deshalb wurde beschlossen, den Mehrpunkt-Algorithmus aus dieser modifizierten Übertragungsfunktion für rechteckförmige Spannungsänderungen zu bestimmen und anschließend dessen Gültigkeit anhand der Ergebnisse von nachträglichen Messungen der menschlichen subjektiven Reaktion zu prüfen.

Für die K-Koeffizienten erhielt man die folgenden Werte:

$K = 0,0314$ für 0,1%-Pegel,
 $K = 0,0525$ für 1%-Pegel,
 $K = 0,0657$ für 3%-Pegel,
 $K = 0,28$ für 10%-Pegel,
 $K = 0,08$ für 50%-Pegel.

Alle gewählten Koeffizienten sind positiv. Damit ist sichergestellt, daß die resultierenden Werte für die Flickerstärke stabil bleiben. Das bedeutet, daß sie abhängig von der Variation der Spannungsänderungen je Minute nicht schwingen.

Für das festgelegte Kurzzeit-Intervall von 10 Minuten wurde daher die Flickerstärke durch die folgende Gleichung ausgedrückt:

$$P_{st} = \sqrt{0,0314 P_{0,1} + 0,0525 P_1 + 0,0657 P_3 + 0,28 P_{10} + 0,08 P_{50}}$$

Um die Genauigkeit dieser Flickerstärke-Ermittlung zu überprüfen und um sicherzustellen, daß die Ergebnisse stabil für regelmäßige Schwankungen sind, wurde der Mehrpunkt-Algorithmus zur Berechnung jedes in der IEC-Tabelle gegebenen Grenzwertes für das festgelegte 10-Minuten-Intervall benutzt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 in der Spalte „ungeglättet“ und in Bild 6a eingetragen.

Aus Bild 6a entnimmt man, daß die größte Differenz zwischen der (Flicker-)Stärkekurve und dem rechten Teil der IEC-Grenzkurve etwa 10 % beträgt. Dies ist ein zufriedenstellendes Ergebnis. Eine noch bessere Anpassung ist nicht möglich. Der Grund dafür ist wahrscheinlich die empirische Herkunft der IEC-Kurve. Die Genauigkeit einer solchen Kurve ist bekanntlich begrenzt, und sie eignet sich deswegen nicht für eine exakte mathematische Darstellung.

2.2 Überprüfung der P_{st} -Ermittlung in der Praxis

Die nächste Forderung war der Nachweis, daß der Mehrpunkt-Algorithmus korrekte Aussagen für unterschiedliche Arten von Störungen der Versorgungsspannung gibt. Die erste Prüfung bezog sich auf Störungen durch Lichtbogenöffnen. Die Ergebnisse wurden an der Bezugsspannung geprüft, die man vom ERA-Flickermeter erhielt. Es war eine gute Korrelation zwischen den Ergebnissen bei unterschiedlichen Installationen vorhanden.

Danach wurde entschieden, Korrelation bei Störungen im Zusammenhang mit Motoranläufen nachzuweisen. Dieser Nachweis wurde im Vereinigten Königreich durch Versuche geführt, wie Personen subjektiv reagieren. Dabei wurden simulierte Formen von Störkurven verwendet und die Versuchsbedingungen wurden so festgelegt,

Tabelle 1: Vergleich der nach IEC 555-3 zulässigen Spannungsänderungen mit den Werten, die eine Einheit Flickerstärke ($P_{st} = 1$) für verschiedene Spannungsänderungen je Minute ergeben, für den ungeglätteten und geglätteten 5-Punkte-Algorithmus

Spalte 1 Änderungen je Minute	Spalte 2 Relative Spannungs- änderungen $\Delta U/U$ in %	Spalte 3 Spannungsänderung für eine Einheit Flicker ($P_{st} = 1$) $\Delta U/U$ in %		Spalte 4 Prozentuale Abweichung $\frac{\text{Spalte 3} - \text{Spalte 2}}{\text{Spalte 2}} \times 100 \%$	
		Ungeglättet	Geglättet	Ungeglättet	Geglättet
0,1	3,00	7,46	7,391	–	–
0,2	3,00	4,52	4,584	–	–
0,3	3,00	3,88	3,842	–	–
0,4	3,00	3,52	3,540	–	–
0,5	3,00	3,34	3,350	–	–
0,6	3,00	3,14	3,196	–	–
0,76	3,00	2,97	2,979	–1,0	–0,7
0,84	2,90	2,90	2,867	0,0	–1,1
0,95	2,80	2,79	2,765	–0,3	–0,4
1,06	2,70	2,70	2,679	0,0	–0,8
1,20	2,60	2,60	2,579	0,0	–0,8
1,36	2,50	2,49	2,484	–0,4	–0,6
1,55	2,40	2,38	2,394	–0,8	–0,3
1,78	2,30	2,26	2,294	–1,7	–0,3
2,05	2,20	2,16	2,193	–1,8	–0,3
2,39	2,10	2,07	2,091	–1,4	–0,4
2,79	2,00	1,97	1,989	–1,5	–0,6
3,29	1,90	1,88	1,893	–1,0	–0,4
3,92	1,80	1,78	1,789	–1,1	–0,6
4,71	1,70	1,70	1,679	0,0	–1,2
5,72	1,60	1,57	1,571	–1,9	–1,8
7,04	1,50	1,47	1,456	–2,0	–2,9
8,79	1,40	1,37	1,348	–2,1	–3,7
11,16	1,30	1,24	1,244	–4,6	–4,3
14,44	1,20	1,14	1,150	–5,0	–4,2
19,10	1,10	1,04	1,062	–5,5	–3,5
26,60	1,00	0,97	0,975	–3,0	–2,5
32,00	0,95	0,93	0,942	–2,1	–0,8
39,00	0,90	0,89	0,906	–1,1	–0,7
48,70	0,85	0,86	0,866	+1,2	+1,9
61,80	0,80	0,83	0,824	+3,8	+3,0
80,50	0,75	0,78	0,782	+4,0	+4,3
110,00	0,70	0,72	0,725	+2,9	+3,6
175,00	0,65	0,63	0,635	–3,1	–2,3
275,00	0,60	0,55	0,551	–8,3	–8,2
380,00	0,55	0,50	0,500	–9,1	–9,1
475,00	0,50	0,48	0,476	–4,0	–4,8
580,00	0,45	0,43	0,423	–4,4	–6,0
690,00	0,40	0,37	0,367	–7,5	–8,25
795,00	0,35	0,32	0,321	–8,6	–8,3
1052,00	0,29	0,28	0,276	–1,1	–4,8
1180,00	0,30	0,29	0,283	–3,3	–5,7
1400,00	0,35	0,33	0,331	–5,7	–5,4
1620,00	0,40	0,40	0,402	0,0	+0,5
1800,00	0,45	0,47	0,480	+4,4	+6,7

daß sie 6 Änderungen je Minute repräsentierten. Die Messungen wurden auch bei rechteckförmigen Störvorgängen durchgeführt. Die vom Flickermeter gelieferten Ergebnisse stimmten mit den subjektiven Aussagen überein, und wie sich zeigte, lagen die zu den rechteckförmigen Spannungsänderungen gehörenden Amplituden sehr nahe an der IEC-Kurve.

Weitere Erfahrungen mit der Ermittlung der Flickerstärke zeigten, daß, falls eine Änderung der Kurve für gleiche Flickerstärke als eine Funktion der Frequenz der Spannungsschwankung notwendig wäre, die P_{st} -Koeffizienten einfach verändert werden können, um die neue Kurve anzupassen.

Deshalb wurde von der UIE vorgeschlagen, diese Mehrpunkt-Berechnung der Flickerstärke nicht nur für Haushalt- und ähnliche Geräte unter den Prüfbedingungen nach IEC 555-3 zu verwenden, sondern die gleiche Berechnung sollte auch bei Spannungsschwankungen angewandt werden, die von industriellen Anlagen einschließlich Lichtbogenöfen verursacht werden.

Die Maßzahl P_{st} wurde nur mit dem Ziel vorgeschlagen, den Pegel der Flickerstärke zu eichen; sein Hauptzweck ist es, ein internationales Verfahren für die Flickerstärke-Berechnung zu liefern. Die UIE schlägt keine Grenzwerte für P_{st} vor; dies liegt anerkanntermaßen in der Verantwortung der verschiedenen internationalen und nationalen Normungskomitees.

Die UIE sieht es jedoch als ihre Aufgabe an, einige Hinweise darüber zu geben, wie das Flickermeter für die Ermittlung der Grenzwerte der Flickerstärke eingesetzt werden kann.

Ein Grenzwert für P_{st} kann je nach Anwendungsfall größer oder kleiner als 1 gewählt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in Laborversuchen eine bedeutende Anzahl von Beobachtern Flicker als störend einstufen, wenn $P_{st} = 1$ ist.

2.3 Übereinstimmung zwischen vereinfachten Berechnungsverfahren und Messung

Die oben erwähnte Differenz zwischen der ($P_{st} = 1$)-Kurve und dem rechten Teil der IEC-555-Kurve führt zu einer kleinen Abweichung (maximal 10 %) zwischen vereinfachten Berechnungsverfahren und Messung.

In der derzeitigen Praxis wird ein vereinfachtes Berechnungsverfahren als ein erster Schritt benutzt; im Zweifelsfall werden Messungen durchgeführt (wenn die Ergebnisse innerhalb von 10 % des Grenzwertes liegen). Dies kann jedoch zu Problemen führen, wenn die Messungen schwierig oder sogar unmöglich durchzuführen sind.

Als eine bessere Lösung empfiehlt die UIE der IEC, den rechten Teil der IEC-555-Grenzkurve geringfügig anzupassen, damit sie identisch mit der ($P_{st} = 1$)-Kurve ist. P_{st} -Messungen (mit der Zusatzforderung, daß die Spannungsänderungen in keinem Fall 3 % überschreiten) werden dann mit dem analytischen Verfahren identische Ergebnisse liefern.

3 Genauigkeit der P_{st} -Wert-Ermittlung

Das Klassierverfahren zur Ermittlung der SHF kann Fehler hervorrufen, da bei der technischen Ausführung des Blocks zur statistischen Berechnung die Anzahl der Klassen als Folge der Auflösung der in digitalen und analogen Flickermetern eingesetzten Digital/Analog-Wandler begrenzt ist.

Dies bedeutet im allgemeinen, daß der zu einem gewählten Quantil P_k ($k = 0,1; 1; 3; 10; 50$) gehörende wahre Wert des Pegels nicht direkt gegeben ist, sondern zwischen zwei bekannten Werten der klassierten Verteilung liegt.

Für den Fall, daß jedes Quantil P_k aus dem Mittelwert der zugehörigen Klasse bestimmt wurde, beträgt der maximale Klassierfehler für P_k :

$$|\epsilon_{i_{\max}}| = \frac{1}{2} \frac{F_s}{N}$$

Darin bedeuten:

N die Anzahl der Klassen des Klassierers

F_s der Meßbereich.

Unter der Annahme, daß alle Quantile mit dem Endpunkt eines Klassenintervalls zusammenfallen, erhält man für den berechneten P_{st} -Wert:

$$P_{st} = \sqrt{P_{st_{\text{wahr}}}^2 \pm \frac{1}{2} \frac{F_s}{N} \sum_{i=1}^5 K_i} = \sqrt{P_{st_{\text{wahr}}}^2 \pm 0,2548 \frac{F_s}{N}}$$