

Hochspannungs-PrüftechnikOszilloskope und Scheitelspannungsmeßgeräte
für Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen**VDE 0432**
Teil 5

Diese auch von Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

High-voltage test techniques;
Oscilloscope and peak voltmeters for impulse test

Zusammenhang mit der von der International Electrotechnical Commission (IEC) herausgegebenen Internationalen Norm IEC 790, Ausgabe 1984, „Oscilloscopes and peak voltmeters for impulse test“, siehe Erläuterungen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. März 1987.

Entwurf war veröffentlicht als DIN IEC 42(CO)34/VDE 0432 Teil 5/11.83.

Inhalt

	Seite		Seite
Hauptabschnitt eins – Allgemeines		Hauptabschnitt zwei – Oszilloskope für Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen	
1 Anwendungsbereich	2	7 Allgemeines	4
2 Zweck	2	7.1 Schreibgeschwindigkeit	5
3 Betriebsbedingungen	2	7.2 Sprungantwort und Anstiegszeit	5
3.1 Bereich der Betriebsbedingungen	2	7.3 Frequenzgang	5
3.2 Referenzbedingungen	3	8 Genauigkeitsanforderungen	5
4 Begriffe	3	8.1 Allgemeines	5
4.1 Übertragungseigenschaften	3	8.2 Anforderungen an die Übertragungseigenschaften	5
4.2 Maßstabsfaktor	3	8.3 Anforderungen an die Genauigkeit der Kalibriereinrichtung	5
4.3 Ablenkkoeffizienten	3	8.4 Anforderungen an die Linearität	5
4.4 Nennwerte der Ablenkkoeffizienten	3	8.5 Anforderungen an die Stabilität	5
4.5 Nichtlinearität	3	8.6 Anforderungen an die Überlagerungen	6
4.6 Instabilität	3	8.7 Anforderungen an die Genauigkeit der Ablesung	6
4.7 Meßbereich	3	8.8 Grenzen der zulässigen Störbeeinflussung	6
4.8 Sollwert der Ablenkung oder Soll-Endwert	3	9 Prüfbericht über die Eigenschaften der Meßeinrichtung	6
4.9 Nutzbarer Meßbereich	3	10 Empfohlenes Verfahren für Messungen mit Oszilloskopen	6
4.10 Aufheizzeit	3		
4.11 Absoluter und relativer Fehler	4		
4.12 Einzelfehler und Gesamtfehler	4		
5 Kenngrößen	4		
6 Eigenschaften der Eingangsschaltung	4		

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

	Seite		Seite
Hauptabschnitt drei – Scheitelspannungsmeßgeräte für Stoßspannungsprüfungen		Empfehlungen für Messungen mit Scheitelspannungsmessern	8
11 Allgemeines	7	Anhänge	
12 Genauigkeitsanforderungen	7	Anhang A – Besondere Empfehlungen für Oszilloskope	9
12.1 Allgemeines	7	Anhang B – Vorkehrungen beim Gebrauch von Meßgeräten, die nicht speziell für Stoßspannungsmessungen ausgelegt sind (gewöhnliche Meßgeräte)	10
12.2 Anforderungen an die Übertragungseigenschaften	7	Anhang C – Verfahren für die Prüfung der Kenngrößen	10
12.3 Anforderungen an die Genauigkeit der Kalibriereinrichtung	7	Anhang D – Prüfung der Störbeeinflussung	12
12.4 Anforderungen an die Linearität	7	Bilder	14
12.5 Anforderungen an die Stabilität	7		
12.6 Anforderungen an die Speicherzeit	7		
12.7 Grenzen der zulässigen Störbeeinflussung	7		
13 Prüfbericht über die Eigenschaften der Meßeinrichtung	7		

Hauptabschnitt eins – Allgemeines

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für analoge Oszilloskope und Scheitelspannungsmeßgeräte, die bei Prüfungen mit hohen Stoßspannungen und hohen Stoßströmen eingesetzt werden. Sie enthält Angaben über die spezifischen Kenngrößen und Kalibrierungen zur Erfüllung der in DIN VDE 0432 Teil 3 geforderten Meßunsicherheiten.

Allgemeine Anforderungen an Meßgeräte werden in DIN IEC 351 Teil 1 und DIN 43745 (= IEC 359) behandelt, sie sind nicht Gegenstand der vorliegenden Norm.

2 Zweck

Zweck dieser Norm ist es,

- besondere Begriffe für die Messung von Stoßspannungen und Stoßströmen mit Oszilloskopen und Scheitelspannungsmeßgeräten zu definieren;
- die Anforderungen an diese Meßgeräte festzulegen, damit die für Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen gestellten Forderungen erfüllt werden können;
- Prüfungen und Verfahren anzugeben, mit denen sich die gestellten Forderungen erfüllen lassen.

3 Betriebsbedingungen

3.1 Bereich der Betriebsbedingungen

Unter den in Tabelle 1 angegebenen Bereichen der Betriebsbedingungen kann erwartet werden, daß die Meßgeräte zufriedenstellend arbeiten und die Genauigkeitsanforderungen nach der Kalibrierung eingehalten werden.

Jede Ausnahme von den in der Tabelle 1 angegebenen Werten soll ausdrücklich und klar festgehalten werden mit der Angabe, daß es sich um eine Ausnahme handelt.

Falls ein Meßgerät unter anderen Bedingungen betrieben wird, als in der Tabelle 1 angegeben ist, können besondere Vorkehrungen notwendig werden.

Der Netzspannung können transiente Überspannungen überlagert sein; es müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, die verhindern, daß diese Überspannungen die Funktion des Meßgerätes beeinträchtigen.

Bei Batteriebetrieb des Meßgerätes

- muß dieses unter den in Tabelle 1 angegebenen Umgebungsbedingungen betrieben werden können,
- muß der Hersteller die zu erwartende Lebensdauer angeben für die Bezugstemperatur und die beiden Extremwerte der zulässigen Umgebungstemperatur,
- muß der Hersteller den Bereich der Batteriespannung angeben, in dem das Meßgerät zufriedenstellend

Tabelle 1. Normale Betriebsbedingungen für Meßgeräte mit Wechselspannungsversorgung

Betriebsbedingungen	Bereich
Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur	+ 5 °C bis + 40 °C
relative Luftfeuchte	10 % bis 90 %
Bedingungen der Wechselspannungsversorgung	
Versorgungsspannung	Bemessungsspannung ± 10 % Effektivwert ± 12 % Scheitelwert
Frequenz der Versorgungsspannung	Bemessungsfrequenz ± 5 %

Tabelle 2. Referenzbedingungen

Einflußgrößen	Bezugswerte	Grenzabweichungen
Umgebungstemperatur	20 °C, 25 °C	$\pm 2\text{ °C}$
relative Luftfeuchte	45 % bis 75 %	
Versorgungsspannung	Bemessungsspannung	$\pm 1\text{ %}$ (Effektivwert) $\pm 2\text{ %}$ (Scheitelwert)
Frequenz der Versorgungsspannung	Bemessungsfrequenz	$\pm 1\text{ %}$

lend arbeitet. Es ist zweckmäßig, eine besondere Anzeige für eine zu niedrige Batteriespannung vorzusehen.

3.2 Referenzbedingungen

Referenzbedingungen sind jene Bedingungen, für welche die Fehlergrenzen des Meßgerätes festgelegt sind und unter denen Untersuchungen hinsichtlich der Einhaltung der Fehlergrenzen durchgeführt werden sollen. Diese Bedingungen sind in Tabelle 2 angegeben, sie sind DIN IEC 351 Teil 1/11.81, Tabelle 1, entnommen.

Anmerkung: Die als Referenzwert gewählte Temperatur sollte angegeben werden. Es ist ratsam, dieselbe Temperatur bei der Prüfung der grundlegenden Eigenschaften des Meßgerätes zu benutzen.

4 Begriffe

4.1 Übertragungseigenschaften

Die Übertragungseigenschaften werden gekennzeichnet durch das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsgröße des Meßgerätes; dieses Verhältnis kann angegeben werden entweder als Funktion der Frequenz (Frequenzgang) oder als Funktion der Zeit (Sprungantwort). Die Übertragungseigenschaften werden gewöhnlich in normierter Form dargestellt, wobei dem konstanten Bereich des Frequenzganges oder der Sprungantwort der Wert 1 zugewiesen wird. Die geforderten Übertragungseigenschaften gelten für das Meßgerät einschließlich eingebauter Abschwächer.

4.2 Maßstabsfaktor

Der Maßstabsfaktor eines Meßgerätes ist der Faktor, mit dem die Ausgangsanzeige multipliziert werden muß, um den gemessenen Wert des Signals am Eingang des Meßgerätes zu bestimmen. Der Maßstabsfaktor schließt das Teilverhältnis eingebauter Abschwächer ein, er ist entweder vom Hersteller anzugeben oder durch Kalibrierung zu bestimmen.

4.3 Ablenkoeffizienten

Der Ablenkoeffizient eines Meßgerätes ist das Verhältnis des Spannungs- oder Zeitintervalls zu der entsprechenden Auslenkung des Meßgerätes; er bezieht sich hauptsächlich auf Oszilloskope.

4.4 Nennwerte der Ablenkoeffizienten

Die Nennwerte der Ablenkoeffizienten gelten für eine spezifische Einstellung des Meßgerätes; sie sind entweder vom Hersteller anzugeben oder durch Kalibrierung zu bestimmen. Wenn das Meßgerät linear ist, sind die Nennwerte der Ablenkoeffizienten über die gesamte Skale oder den gesamten Schirm des Meßgerätes gleich und konstant.

Wenn der Nennablenkoeffizient nur in einem begrenzten Teil der Skale oder des Bildschirms konstant ist,

kann das Meßgerät innerhalb dieses Bereiches als linear angesehen werden.

4.5 Nichtlinearität

Nichtlinearität in einem Teil der Skale oder des Bildschirms ist jede Abweichung des tatsächlichen Ablenkoeffizienten von dem für diesen Teil geltenden Nennwert. Die Nichtlinearität wird üblicherweise als Verhältnis der Abweichung zum Nennablenkoeffizienten angegeben. Einflüsse von Überlagerungen oder der Begrenzung der Übertragungseigenschaften des Meßgerätes werden dabei nicht berücksichtigt.

4.6 Instabilität

Instabilität ist jede Veränderung der Kenngrößen des Meßgerätes mit der Zeit. Sie wird üblicherweise als Verhältnis der Veränderung zu dem Nennwert der entsprechenden Größe angegeben. Die Instabilität umfaßt nicht die Einflüsse durch die Änderung der Bezugsbedingungen.

4.7 Meßbereich

Der Meßbereich ist derjenige Teil auf dem Bildschirm oder der Skale, in dem innerhalb definierter Fehlergrenzen gemessen werden kann. Der Meßbereich ist vom Hersteller anzugeben oder durch Kalibrierung zu bestimmen.

Anmerkung: Der Gebrauch des Begriffs „Skale“ bezieht sich in diesem Zusammenhang sowohl auf analoge wie auf digitale Spannungsmeßgeräte.

4.8 Sollwert der Ablenkung oder Soll-Endwert

Der Sollwert der Ablenkung oder der Soll-Endwert ist der innerhalb der Grenzen der Bildschirmfläche oder der Skale meßbare Maximalwert.

4.9 Nutzbarer Meßbereich

Der nutzbare Meßbereich eines Oszilloskops ist der Teil der Bildschirmfläche, in dem Messungen innerhalb der in Abschnitt 8.1 festgelegten Fehlergrenzen möglich sind. Der nutzbare Bildschirmbereich für Vertikal- und Horizontalablenkung ist in Bild 1 dargestellt.

Der nutzbare Meßbereich eines Scheitelspannungsmeßgerätes ist der Teil der Meßskale, in dem Messungen innerhalb der in Abschnitt 8.1 festgelegten Fehlergrenzen durchgeführt werden können.

Auch außerhalb des nutzbaren Bildschirmbereichs oder der nutzbaren Skale können Messungen durchgeführt werden, allerdings mit größerer Unsicherheit.

4.10 Aufheizzeit

Die Aufheizzeit ist bei Referenzbedingungen zu messen. Sie ist die Zeitspanne vom Einschalten des Meßgerätes bis zu dem Zeitpunkt, zu dem das Meßgerät alle festgelegten Forderungen erfüllt.

Anmerkung: Die notwendige Zeitspanne bis zur Erfüllung aller Genauigkeitsanforderungen kann sich unter ungünstigen Betriebsbedingungen beträchtlich vergrößern.

4.11 Absoluter und relativer Fehler

Der absolute Fehler ist die Differenz zwischen dem geschätzten oder gemessenen Wert und dem richtigen Wert.

Der relative Fehler ist das Verhältnis des absoluten Fehlers zum richtigen Wert, er wird oft in Prozent angegeben.

4.12 Einzelfehler und Gesamtfehler

Der Einzelfehler ist der Fehler, der von einer bestimmten Größe oder einem spezifischen Parameter oder einer Kenngröße des Meßgerätes herrührt.

Der Gesamtfehler eines Meßgerätes ist die Kombination aller seiner Einzelfehler. Bei Scheitelspannungsmeßgeräten mit Digitalanzeige enthalten diese einen zusätzlichen Fehler von ± 1 des Anzeigewertes. Der Gesamtfehler beinhaltet nicht die bekannten Korrekturen, mit denen die Anzeige des Meßgerätes korrigiert wird, um den Meßwert zu erhalten.

Einzel- und Gesamtfehler können als absolute oder als relative Fehler angegeben werden.

5 Kenngrößen

Die Kenngrößen eines Meßgerätes werden in zwei Gruppen eingeteilt. Zur ersten Gruppe zählen technische Daten, die entweder vom Hersteller angegeben oder vom Anwender durch Kalibrierung bestimmt werden. Zur zweiten Gruppe gehören Kenngrößen, die vom Anwender fortlaufend zu überprüfen sind.

Derartige periodisch zu wiederholende Prüfungen haben sicherzustellen, daß ein Meßgerät die festgelegten Anforderungen erfüllt und daß seine Kenngrößen sich in der Zwischenzeit nicht signifikant verändert haben. Prüfungen in größeren Zeitabständen werden regelmäßig durchgeführt (z. B. einmal je Jahr), um die in den Abschnitten 9 und 13 unter Kategorie A aufgeführten Kenngrößen zu überprüfen. Prüfungen in kürzeren Zeitabständen werden ebenfalls regelmäßig durchgeführt (wenn nötig, täglich), um die einwandfreie Funktion des Meßgerätes sicherzustellen (siehe hierzu die Abschnitte 9 und 13, Kategorie B).

Nach größeren Reparaturen sind umfangreichere Prüfungen erforderlich, um die einwandfreie Funktion des Meßgerätes sicherzustellen und die von der Reparatur betroffenen Kenngrößen erneut zu ermitteln.

Einige Empfehlungen für die Prüfabläufe sind in den Anhängen C und D gegeben.

Die Prüfergebnisse (außer denen der Kategorie B) sollten in einem Prüfbericht festgehalten werden. Dieser Bericht enthält ebenfalls die vollständige Zusammenstellung der technischen Daten, er ist vom Anwender fortzuschreiben und aufzubewahren.

6 Eigenschaften der Eingangsschaltung

Meßgeräte können einen eingebauten Abschwächer haben, um eine stufenweise Spannungsteilung zu bewirken. In einem solchen Fall beziehen sich die Anforderungen und Definitionen auf das Meßgerät einschließlich des Abschwächers.

Die Eingangsimpedanz eines Meßgerätes zur Messung von Stoßspannungen oder Stoßströmen sollte dem Wel-

lenwiderstand des Meßkabels gleich sein, sofern ein ohmscher Spannungsteiler oder ein ohmscher Strommeßwiderstand benutzt wird. Für kapazitive oder gemischt ohmschkapazitive Spannungsteiler sollte die Eingangsimpedanz möglichst hoch sein. Es ist daher zweckmäßig, das Meßgerät mit einer hohen Eingangsimpedanz auszurüsten und einen inneren oder äußeren Adapter vorzusehen, der eine geringere Impedanz bewirkt, wenn diese benötigt wird.

Üblicherweise ist eine Eingangsimpedanz aus einem ohmschen Widerstand von mindestens 1 M Ω und einer Parallelkapazität von weniger als 50 pF ausreichend.

Bei Oszilloskopen ist nachzuweisen, daß die Änderung des Maßstabsfaktors der gesamten Meßeinrichtung infolge der Eingangsimpedanz des Meßgerätes einen Wert von 5 % bei der Rückenhalbwertszeit eines zu messenden Impulses nicht überschreitet (siehe DIN VDE 0432 Teil 3). Das kann bei Impulsen mit einer großen Rückenhalbwertszeit eine Eingangsimpedanz von mehr als 1 M Ω erforderlich machen.

Anmerkung: Es sollte nachgewiesen werden, daß die Eingangsimpedanz des Meßgerätes durch die Einstellung des Abschwächers nicht in einem solchen Umfang beeinflusst wird, daß dadurch die Meßunsicherheit vergrößert wird.

Hauptabschnitt zwei – Oszilloskope für Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen

7 Allgemeines

Oszilloskope, die für Stoßspannungs- oder Stoßstromprüfungen benutzt werden, können entweder Stoßoszilloskope sein, die speziell für die Messungen gebaut sind, oder andere Oszilloskope mit entsprechenden Vorkehrungen.

Stoßoszilloskope sind vor allem gut abgeschirmte Meßgeräte mit hoher Schreibgeschwindigkeit und einmaliger Zeitablenkung, die synchron mit dem zu messenden Impuls getriggert werden können. Spezielle Stoßoszilloskope haben üblicherweise zwischen den Eingangsklemmen und den Ablenkplatten nur passive Elemente, es gibt aber auch Stoßoszilloskope mit Eingangsverstärkern.

Andere Oszilloskope, einschließlich der mit Tastkopf ausgerüsteten, sind für die Aufzeichnung von Stoßspannungen und Stoßströmen brauchbar, vorausgesetzt, daß sie die in dieser Norm verlangten Anforderungen erfüllen. In dieser Norm werden keine Unterschiede gemacht zwischen Stoßoszilloskopen und anderen Oszilloskopen. Für Oszilloskope, die nicht speziell für Stoßspannungsmessungen vorgesehen sind, werden im Anhang B einige Vorkehrungen angegeben. Sofern ein Oszilloskop mit einem Tastkopf ausgerüstet ist, wird dieser als ein Bestandteil des Meßgerätes aufgefaßt.

Oszilloskope haben entweder eine interne Kalibriereinrichtung für die Spannungsablenkempfindlichkeit und die Ablenkgeschwindigkeit oder ein kalibriertes Gitternetz oder beides. Diese Kalibriereinrichtung kann die Kalibrierung eingebauter Abschwächer einschließen oder nicht einschließen.

Im folgenden wird angenommen, daß die Vertikalablenkung der Oszilloskope für die Aufzeichnung von Spannungen oder Strömen benutzt wird und die Horizontalablenkung für den Zeitablauf. Gelegentlich werden horizontale und vertikale Ablenkung zur Aufzeichnung von

Spannungen und Strömen benutzt. In diesen Fällen darf die Meßunsicherheit des horizontalen Ablensystems größer sein als die des vertikalen Systems.

Wenn Oszilloskope in Verbindung mit Scheitelspannungsmeßgeräten benutzt werden und nicht beabsichtigt ist, sie für eine genaue Messung der Spannungsamplitude zu verwenden, müssen nur die Anforderungen an die Unsicherheit der Zeitmessung erfüllt werden.

7.1 Schreibgeschwindigkeit

Die Schreibgeschwindigkeit ist die höchste Geschwindigkeit des Leuchtpunktes, bei der unter den festgelegten Bedingungen eine sichtbare Spur bei der Aufzeichnung entsteht. Im Anhang A werden Empfehlungen gegeben für die Auswahl der Schreibgeschwindigkeit, die für bestimmte Prüfungen benötigt werden.

7.2 Sprungantwort und Anstiegszeit

Für Oszilloskope ist es üblich, die Sprungantwort durch die Anstiegszeit t_r zu kennzeichnen. Die Anstiegszeit t_r ist die Zeit, in der die Antwort auf einen Rechteckstoß von 10 % auf 90 % des Endwertes ansteigt.

7.3 Frequenzgang

Der Frequenzgang ist durch die folgenden Parameter definiert:

- Untere und obere Grenzfrequenzen f_1 und f_2
Die untere und obere Grenzfrequenz f_1 bzw. f_2 sind die Frequenzen, bei denen die Anzeige einer konstanten, sinusförmigen Eingangsspannung von einem ungefähr konstanten Wert auf 3 dB (0,707) abgefallen ist.
- Bandbreite
Die Bandbreite ist die Differenz von oberer und unterer Grenzfrequenz.

8 Genauigkeitsanforderungen

8.1 Allgemeines

Der Gesamtfehler eines Oszilloskops soll nicht größer sein als:

2 % bei der Scheitelwertmessung von Stoßspannungen und Stoßströmen,

4 % bei der Zeitmessung.

Um innerhalb dieser Grenzen zu bleiben, werden nachfolgend für die Grenzen der Einzelfehler Empfehlungen gegeben. In einigen Fällen dürfen diese Grenzwerte überschritten werden, vorausgesetzt, daß der zulässige Gesamtfehler nicht überschritten wird.

In diesen Fällen kann der Gesamtfehler aus den Einzelfehlern abgeschätzt werden mit Hilfe der in DIN VDE 0432 Teil 4 angegebenen statistischen Verfahren.

8.2 Anforderungen an die Übertragungseigenschaften

Die Anstiegszeit des Oszilloskops soll folgende Anforderung erfüllen:

$$t_r \leq \frac{1}{2 \pi f_{\max}}$$

wobei $f_{\max}$ die höchste, deutlich erkennbare Frequenz ist, die am Prüfling erscheinen kann (siehe DIN VDE 0432 Teil 3).

Weiterhin soll t_r nicht größer sein als $0,03 T_c$, wobei T_c die kürzeste, bei der Messung zu erwartende Abschneidezeit ist (siehe DIN VDE 0432 Teil 3).

Die obere Grenzfrequenz (f_2) muß größer als $2 f_{\max}$ und die untere Grenzfrequenz (f_1) muß kleiner als $0,005/T_2$ sein, wobei T_2 die größte zu messende Rückenhalbwertszeit ist.

Anmerkung: In einigen Fällen kann diese Forderung nicht ausreichen, um eine hinreichende Sprungantwort des Oszilloskops sicherzustellen. In solchen Fällen ist es nötig, daß das Überspringen der Sprungantwort kleiner als 10 % und die Abklingzeit ausreichend lang im Vergleich zu der größten zu messenden Rückenhalbwertszeit ist.

8.3 Anforderungen an die Genauigkeit der Kalibriereinrichtung

Interne oder externe Kalibriereinrichtungen für die routinemäßige Überprüfung der Ablenkkoefizienten sollten einen Fehler haben von nicht mehr als 0,5 % für jedes angezeigte Kalibriersignal.

Genauere Kalibrierungen mit einer Meßunsicherheit von beispielsweise nur 0,1 % können erreicht werden, wenn Kalibriereinrichtungen zusammen mit Präzisionsspannungsmessern benutzt werden.

8.4 Anforderungen an die Linearität

Der Linearitätsfehler sollte bei der vertikalen Spannungsablenkung nicht größer als 1 % und bei der horizontalen Zeitablenkung nicht größer als 2 % sein, sofern nur je ein Wert für den Spannungs- und Zeitablenkfaktor angegeben ist. Wenn außer der Nulllinie mehr als eine Linie oder Marke zur Kalibrierung benutzt werden, darf der Linearitätsfehler entsprechend der Zahl und Lage der Kalibriermarken steigen. Für Kalibriermarken mit gleichen Abständen darf der Linearitätsfehler ungefähr proportional zu der Anzahl der Kalibriermarken ansteigen, ohne daß die resultierende Meßunsicherheit anwächst; Voraussetzung ist, daß die gemessene Ablenkung zwischen zwei Kalibriermarken liegt.

Entsprechend läßt sich bei gleichem Linearitätsfehler die resultierende Meßunsicherheit verkleinern, wenn die Anzahl der Kalibriermarken erhöht wird.

Anmerkung: Da geometrische Verzerrungen zur Nichtlinearität beitragen, sollten sie möglichst klein gehalten werden.

8.5 Anforderungen an die Stabilität

Zeitabhängige Änderungen der Ablenkkoefizienten sollen die in der Tabelle 3 (siehe Seite 6) gegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Wenn eine Kalibrierung eines jeden Oszillogramms vorgenommen wird, wird jede Langzeit-Instabilität durch eine veränderte Lage der Kalibrierungsmarken erfaßt.

Die Anforderungen der Kurzzeit-Stabilität müssen im Anschluß an die Aufheizzeit über wenigstens 30 Minuten erfüllt werden. Die Anforderungen der Langzeit-Stabilität müssen grundsätzlich über 8 Stunden erfüllt werden, andere Zeiten können festgelegt werden entsprechend den Zeitabständen zwischen einzelnen Kalibrierungen.

Da die Stabilität eines Meßgerätes sehr stark von der Konstruktion und den benutzten Komponenten abhängt, muß der Hersteller die Stabilität für die festgelegte Zeit garantieren.