

DIN IEC 62372

ICS 17.240

Einsprüche bis 2020-10-07

Entwurf

**Strahlungsmessgeräte –
Ummantelte Szintillatoren –
Prüfverfahren für Lichtabgabe und intrinsische Auflösung
(IEC 45/881/CD:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Nuclear instrumentation –
Housed scintillators –
Measurement methods of light output and intrinsic resolution
(IEC 45/881/CD:2019);
Text in German and English

Instrumentation nucléaire –
Scintillateurs montés –
Méthodes de mesures de lumière sortante et de résolution intrinsèque
(IEC 45/881/CD:2019);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-08-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE oder Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 33 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	4
3.1 Begriffe	4
3.2 Symbole und Abkürzungen	7
4 Prüfmessungen der Hauptparameter von ummantelten Szintillatoren	8
4.1 Allgemeines	8
4.1.1 Prüfbedingungen	8
4.1.2 Quellen ionisierender Strahlung	9
4.1.3 Anforderungen für den Prüfaufbau.....	9
4.2 Prüfverfahren für Nichtlinearitäten und Instabilitäten des Messaufbaus.....	9
4.2.1 Messung der Nichtlinearität.....	9
4.2.2 Messung der Instabilität	12
4.3 Prüfverfahren für die intrinsische Auflösung, die Lichtabgabe des ummantelten Szintillators und die spektrometrische Konstante der PMT	12
4.3.1 Ausrüstung	12
4.3.2 Messungen.....	13
4.3.3 Verarbeitung der Ergebnisse.....	13
4.4 Messung der Lichtabgabe	14
4.4.1 Allgemeines	14
4.4.2 Messvorgang	14
4.5 Verarbeitung der Ergebnisse.....	15
4.6 Messung der intrinsischen Auflösung.....	15
4.6.1 Bestimmung der spektrometrischen Konstante der PMT	15
4.6.2 Prüfverfahren für die intrinsische Auflösung eines ummantelten Szintillators	16
Tabellen	
Tabelle 1 – Quellen ionisierender Strahlung abhängig von der Anwendung der ummantelten Szintillatoren	9

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45/881/CD:2019 „Nuclear instrumentation – Housed scintillators – Measurement methods of light output and intrinsic resolution“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 45 „Nuclear instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 967 „Mess-, Steuer- und Regelungstechnik im Zusammenhang mit ionisierender Strahlung“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Strahlungsmessgeräte – Ummantelte Szintillatoren – Prüfverfahren für Lichtabgabe und intrinsische Auflösung

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm ist anwendbar auf ummantelte Szintillatoren für Registrierung und Spektrometrie von Alpha-, Beta-, Gamma-, Röntgen- und Neutronenstrahlung.

Die Norm definiert Anforderungen an Ausrüstung und Prüfverfahren der wesentlichen Parameter ummantelter Szintillatoren wie:

- Direktes Verfahren, entwickelt zur Messung des Photonenflusses von Szintillatoren aus beliebigen Szintillatormaterialien. Szintillatoren, die nach diesem Verfahren zertifiziert sind, können als Arbeitsstandard für ummantelte Szintillatoren (im Weiteren Arbeitsstandard genannt) bei Nutzung des Vergleichsverfahrens dienen.
- Vergleichsverfahren mit dem Arbeitsstandard, entwickelt für Szintillatoren, die aus dem gleichen Material hergestellt sind wie der Arbeitsstandard.

Die Norm findet keine Anwendung auf Gas- oder Flüssigszintillatoren.

Diese Norm befasst sich nicht mit charakteristischen Eigenschaften wie dem Peak/Valley-Verhältnis oder dem Alpha/Gamma-Verhältnis für ummantelte Szintillatoren.

Numerische Parameterwerte sollen in einer Spezifikation für den jeweils spezifischen Szintillatortyp angegeben werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-395:2014, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 395: Nuclear instrumentation: Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

JCGM 100:2008, *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

Szintillator

(en: scintillator)

lumineszierendes Material, typischerweise flüssig oder fest, welches Radiolumineszenz mit kurzem Nachleuchten zeigt

[QUELLE: IEC 845-04-37]

3.1.2

ummantelter Szintillator

(en: housed scintillator)

in einen Behälter mit Reflektor und optischem Fenster eingebauter Szintillator

3.1.3

Szintillationsdetektor

(en: scintillation detector)

Strahlungsdetektor, bestehend aus einem Szintillator, der typischerweise optisch direkt oder durch Lichtleiter an ein photosensitives Gerät gekoppelt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Szintillator besteht aus einem Szintillatormaterial, in dem das ionisierende Teilchen einen Ausbruch von Lumineszenzstrahlung entlang seines Pfads erzeugt. Ein verbreiteter Szintillator ist NaI(Tl).

[QUELLE: IEC 395-03-01]

3.1.4

Baueinheit

(en: assembly)

lichtgeschützte Kammer, die den ummantelten Szintillator, den Sekundärelektronenvervielfacher (en: Photomultiplier, PMT), und den PMT-Spannungsteiler enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Baueinheit wird zum Prüfen des ummantelten Szintillators benutzt.

3.1.5

Lichtausbeute

η

(en: light yield)

Verhältnis Summe der Energie der Szintillationsphotonen (E_p) zu Energie (E), die vom ionisierenden Teilchen im Szintillator deponiert wird

$$\eta = \frac{E_p}{E}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wert von η hängt von der Art und der Energie des ionisierenden Teilchens ab.

3.1.6

Lichtabgabe

C

(en: light output)

Verhältnis Gesamtenergie (L_{ph}) von Szintillationsphotonen der ionisierenden Strahlung, die durch das Ausgangsfenster des ummantelten Szintillators austreten, zu Energie (E), die durch das ionisierende Teilchen im Szintillator deponiert wird

$$C = \frac{L_{ph}}{E}$$

3.1.7

intrinsische Auflösung des ummantelten Szintillators für ionisierende Strahlung

R_d

(en: intrinsic resolution of housed scintillator of ionizing radiation)

Komponente, die durch den ummantelten Szintillator für ionisierende Strahlung zur Energieauflösung des Szintillationsdetektors beiträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die intrinsische Auflösung R_d wird bestimmt über die Beziehung:

$$R_d = \sqrt{R_d^2 - R_{pm}^2}$$

E DIN IEC 62372:2020-09

Dabei ist

R_a die Energieauflösung des Szintillationsdetektors;

R_{pm} die intrinsische Auflösung des Photomultipliers.

3.1.8

Gesamtabsorptionspeak

(en: total absorption peak)

Teil der spektralen Ansprechfunktion, die zur Absorption der gesamten Photonenenergie in einem Strahlungsdetektor korrespondiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Linie repräsentiert die gesamte Absorption der Energie des Photons aus allen Wechselwirkungsprozessen, nämlich a) photoelektrischer Effekt, b) Comptoneffekt und c) Paarbildung.

[QUELLE: IEC 395-03-94]

3.1.9

spektrometrische Konstante der Photomultierröhre

A

(en: photomultiplier tube spectrometric constant)

Parameter, der die Eigenschaften der Photomultierröhre beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird durch die folgende Gleichung bestimmt:

$$A = (R_a^2 - R_d^2) \cdot C_{ph}$$

Dabei ist

C_{ph} die Lichtabgabe in Photonen/MeV.

3.1.10

Arbeitsstandard

(en: working standard)

ummantelter Szintillator, der zur Überprüfung des Messsystems und zur Messung der Lichtabgabe durch ein Vergleichsverfahren benutzt wird

3.1.11

Halbwertsbreite

FWHM

(en: full width at half maximum)

in einer Verteilungskurve für einen einzelnen Peak der Abstand zwischen der Abszisse zweier Punkte, deren Ordinaten die Hälfte der maximalen Ordinate des Peaks beträgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird die Kurve aus mehreren Peaks gebildet, gibt es für jeden Peak eine Halbwertsbreite.

3.1.12

erweiterte Unsicherheit

(en: expanded uncertainty)

Produkt einer kombinierten Standardunsicherheit für die Messung mit einem Faktor größer als eins

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Faktor hängt vom Typ der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Messgröße in einem Messmodell und dem gewählten Vertrauensintervall ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: In dieser Definition bezieht sich „Faktor“ auf das gewählte Vertrauensintervall.

[QUELLE: JCGM 100:2008]

3.1.13

relative erweiterte Unsicherheit

(en: relative expanded uncertainty)

erweiterte Unsicherheit, dividiert durch den Mittelwert der gemessenen Größe

3.2 Symbole und Abkürzungen

A	spektrophotometrische Konstante der Photomultierröhre;
a	Transformationskoeffizient des Aufbaus mit dem ummantelten Szintillator;
a_i	Wert des Transformationskoeffizienten, gemessen für die Energie E_i ;
$a_{\max}$	maximaler Wert von a ;
$a_{\min}$	minimaler Wert von a ;
Δa	Nichtlinearität;
C	Lichtabgabe in relativen Einheiten;
C_{ph}	Lichtabgabe in Photonen/MeV;
C_{ph0}	Lichtabgabe des Arbeitsstandards in Photons/MeV;
FWHM	Halbwertsbreite eines Peaks (en: full width at half maximum);
E	Energieabgabe durch das ionisierende Teilchen im Szintillator;
$E_{\max}$	die maximale Energie der eingesetzten Gammastrahlung;
E_p	Summe der Energien der Szintillationsphotonen, die im Szintillator erzeugt wurden;
eps	Anfangspunkt der Transformationscharakteristik eines ummantelten Szintillators, in Energieeinheiten;
k	Erweiterungsfaktor für ein Vertrauensintervall
k_a	Transformationskoeffizient des Messaufbaus;
L_{ph}	Gesamtenergie der Szintillationsphotonen, die durch das Austrittsfenster des ummantelten Szintillators hindurchgetreten sind;
m	Koeffizient der spektralen Anpassung;
PMT	Photomultierröhre (en: photomultiplier tube);
Q	die Quantenempfindlichkeit der Photokathode einer PMT;
$S(\lambda)$	die spektrale Charakteristik der Photokathode einer PMT;
R_a	Energieauflösung des Szintillationsdetektors;
R_{a0}	Energieauflösung des Szintillationsdetektors mit Arbeitsstandard;
R_d	intrinsische Auflösung des gemessenen ummantelten Szintillators;
R_{et}	intrinsische Auflösung des Arbeitsstandards;
R_{pm}	intrinsische Auflösung der PMT;
U_p	erweiterte Unsicherheit;
u_c	kombinierte Standardunsicherheit;
V	Wert der Impulsamplitude, die dem Maximum des Gesamtabsorptionspeaks des gemessenen ummantelten Szintillators entspricht;
V_d	Startpunkt der Transformationscharakteristik des ummantelten Szintillators;
V_{et}	Wert der Impulsamplitude, die dem Maximum des Gesamtabsorptionspeaks des Arbeitsstandards entspricht;
V_i	Wert der Impulsamplitude, die dem Maximum des Gesamtabsorptionspeaks einer einzelnen Messung entspricht;
V_{in}	Impulsamplitude am Eingang des Messaufbaus, in Einheiten von Kanalnummern;
$V_{\max}$	Wert Impulsamplitude, die $E_{\max}$ entspricht, in Einheiten von Kanalnummern

E DIN IEC 62372:2020-09

V_0^{N1}	Startpunkt der Transformationscharakteristik des Messaufbaus;
V_{0d}^{N1}	Startpunkt der Transformationscharakteristik des Messaufbaus mit ummanteltem Szintillator;
V_{out}	Impulsamplitude am Ausgang des Messaufbaus, in Einheiten von Kanalnummern;
ΔV	Wert der Halbwertsbreite (FWHM);
y_1	Mittelwert des Kontrollparameters zu Beginn der Messungen;
y_2	Mittelwert des Kontrollparameters am Ende der Messungen;
$y(\lambda)$	spektrale Charakteristik des Szintillators;
Δy	Wert der Instabilität;
η	Lichtausbeute.

4 Prüfmessungen der Hauptparameter von ummantelten Szintillatoren

4.1 Allgemeines

4.1.1 Prüfbedingungen

Messungen werden bei Normalbedingungen durchgeführt, wenn keine anderen Anweisungen in den Spezifikationen gegeben werden.

Messungen sollten nicht früher begonnen werden als 0,5 h nachdem das letzte Gerät eingeschaltet wurde, falls keine anderen Angaben in den Spezifikationen gemacht werden.

Szintillator und PMT sollten vor Messungen im Dunkeln für einen Zeitraum aufbewahrt werden, der in den Herstellerangaben spezifiziert wurde.

Die PMT sollte vor Messungen unter Hochspannung gehalten werden, wenn sie in den Betriebsmodus geschaltet wurde.

Alle Parameter werden bei vollständiger Verdunkelung von PMT und Szintillator bestimmt.

Optischer Kontakt zwischen dem ummantelten Szintillator und der PMT wird durch optisches Material, wie in den Herstellerangaben vorgesehen, hergestellt.

Bei der Auswahl einer PMT für Messungen sollte die folgende Bedingung erfüllt werden: die Arbeitsfläche der Photokathode muss das Szintillatorfenster überlappen, wenn keine anderen Angaben in den Spezifikationen gemacht werden.

Es ist gestattet, Lichtleiter oder eine Anordnung mehrerer PMTs zu verwenden, wenn die technischen Charakteristiken und der Gebrauch von Lichtleitern und PMT-Anordnungen dies in den technischen Spezifikationen des Herstellers vorsehen.

Der zu messende ummantelte Szintillator wird durch optischen Kontakt an die Photokathode des PMT gekoppelt, sofern in den Spezifikationen nicht anderweitig angezeigt.

Es ist gestattet, die Quelle ionisierender Strahlung in die lichtgeschützte Kammer einzubringen.

Die an die PMT angelegte Hochspannung sollte den beigelegten Angaben für normale Arbeitsbedingungen entsprechen.

^{N1} Nationale Fußnote: Im IEC-Entwurf wird im Index fälschlicherweise o bzw. od statt 0 bzw. 0d verwendet und alle Indizes sind fälschlicherweise wie Variablen geschrieben.

Impulshöhenspektren sollten unter den festgelegten Arbeitsbedingungen des Messaufbaus aufgenommen werden.

4.1.2 Quellen ionisierender Strahlung

Es sollten umschlossene Quellen mit bekannten Energien für Alpha-, Beta-, Gamma-, Röntgen- und Neutronenstrahlung benutzt werden. Sofern in den Spezifikationen nicht anderweitig angegeben, dürfen die Strahlenquellen abhängig von der Anwendung der zu messenden ummantelten Szintillatoren nach Tabelle 1 ausgewählt werden.

Tabelle 1 – Quellen ionisierender Strahlung abhängig von der Anwendung der ummantelten Szintillatoren

Anwendung der ummantelten Szintillatoren	Strahlenquelle für die entsprechende Anwendung
Alphastrahlung von Radionukliden	^{239}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cm oder ^{237}Np
Betastrahlung	^{137}Cs oder ^{207}Bi
Gammastrahlung von Radionukliden	^{137}Cs
Niederenergetische Gamma- und Röntgenstrahlung	^{55}Fe , ^{109}Cd , ^{241}Am und ^{57}Co
Neutronenstrahlung	$^{239}\text{Pu}+\text{Be}$, $^{241}\text{Am}+\text{Be}$ oder ^{252}Cf

Für Messungen der Gamma- oder Röntgenstrahlung muss die Strahlenquelle auf der Achse des Szintillators in einem Abstand von zwei oder mehr Durchmessern oder Diagonalen des Szintillators angebracht werden, sofern keine andere Geometrie in den Spezifikationen angegeben ist.

Für Messungen von Alpha- oder Betastrahlung sollte die Strahlenquelle direkt auf dem Eintrittsfenster des ummantelten Szintillators angebracht werden, sofern keine andere Geometrie in den Spezifikationen angegeben ist.

Man kann für die Messung von Alpha- oder Betaquellen einen Kollimator mit einer oder mehreren Öffnungen benutzen, wenn der Durchmesser der Öffnungen die Dicke des Kollimators nicht überschreitet.

4.1.3 Anforderungen für den Prüfaufbau

Der Strom des Spannungsteilers sollte den mittleren Anodenstrom der PMT um mehr als das 10-Fache übersteigen.

Die Spannungsversorgung der PMT muss die Hochspannung besser als 0,05 % stabilisieren und einen Strom für den Spannungsteiler von mehr als 0,5 mA bereitstellen.

Bei niederohmigen Eingangsstufen dürfen nachfolgende Stufen der Messschaltung ohne eine Anpassungsstufe geschaltet werden.

Zum Aufzeichnen differentieller Impulshöhenspektren sollten Vielkanalanalysatoren mit irgendeiner Geräteart zur Aufzeichnung der Ausgangsimpulse, die eine zweckmäßige Weiterbehandlung der Impulshöhenspektren erlaubt, verwendet werden.

4.2 Prüfverfahren für Nichtlinearitäten und Instabilitäten des Messaufbaus

4.2.1 Messung der Nichtlinearität

4.2.1.1 Allgemeines

Die Impulshöhe am Ausgang des Messaufbaus (V_{out}) hängt vom Eingangssignal (V_{in}) des Messaufbaus (Transformationscharakteristik des Messaufbaus) ab und wird durch die folgende Gleichung bestimmt:

$$V_{\text{out}} = k_a \cdot V_{\text{in}} + V_0$$

Dabei ist

k_a der Transformationskoeffizient des Messaufbaus;

V_0 der Startpunkt der Transformationscharakteristik des Messaufbaus.

Ist die Transformationscharakteristik des ummantelten Szintillators linear, ist die Transformationscharakteristik des Messaufbaus mit dem ummantelten Szintillator ebenfalls linear:

$$V_{\text{out}} = a \cdot E + V_{0d}$$

Dann gilt

$$V_{0d} = V_0 + V_{0d} = V_0 + a \cdot eps \quad (1)^{N2}$$

Dabei ist

E die vom ionisierenden Teilchen im Szintillator deponierte Energie;

a der Transformationskoeffizient des Messaufbaus mit ummanteltem Szintillator;

V_{0d} der Startpunkt der Transformationscharakteristik des Messaufbaus mit ummanteltem Szintillator;

V_d der Startpunkt der Transformationscharakteristik des Szintillators;

eps der Startpunkt der Transformationscharakteristik des ummantelten Szintillators in Energieeinheiten.

Die Nichtlinearität (Δa) wird durch die Abweichung der experimentellen Datenpunkte von der Transformationscharakteristik als relative Angabe in Prozent bestimmt und mit folgender Gleichung berechnet:

$$\Delta a = \frac{(a_{\text{max}} - a_{\text{min}})}{(a_{\text{max}} + a_{\text{min}})} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Dabei ist

a_{max} der Höchstwert von a ;

a_{min} der Kleinstwert von a .

Der Wert für V_{0d} wird durch den Achsenabschnitt der Transformationscharakteristik für den Versuchsaufbau mit dem ummantelten Szintillator bestimmt. Der Wert für V_0 sollte auf der Basis von Gleichung (1) berechnet werden.

Nichtlinearität und Startpunkte der Transformationscharakteristik des Messaufbaus müssen mit einem ummantelten Szintillator auf Basis eines Einkristalls von Natriumiodid, dotiert mit Thallium, mit Gammastrahlung bestimmt werden. Impulshöhenspektren werden mit monoenergetischen Gammastrahlern für fünf oder mehr Energiewerte im Intervall von 300 keV bis 1 500 keV gemessen. Für jede Energie sollte die Lage des Peakmaximums des Gesamtabsorptionspeaks bestimmt werden. Die Lichtabgabe des ummantelten Szintillators darf für die Bestimmung der Nichtlinearität und des Startpunkts der Transformationscharakteristik des Messaufbaus genutzt werden, sowie in anderen Fällen, wenn es nötig ist, die Parameter eines ummantelten Szintillators mit niedriger Lichtabgabe zu messen. Dazu wird der Lichtfluss des ummantelten Szintillators mit einem neutralen Lichtfilter reduziert. Die nach der Schwächung gemessenen Impulshöhen müssen mit dem Arbeitsbereich der Impulshöhen des zu prüfenden Szintillators übereinstimmen.

Neutrale Lichtabsorber werden nach Abschalten der Spannungsversorgung der PMT und Öffnen der lichtdichten Kammer angebracht, danach wird die Kammer verschlossen. Die Spannungsversorgung des PMT wird eingeschaltet und Messwerte werden frühestens nach einer halben Stunde Bestrahlung aufgenommen.

^{N2} Nationale Fußnote: Fehlerhafte Nummerierung der Gleichungen im gesamten Dokument, entsprechend dem IEC-Entwurf.