

	Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen Teil 3: Prüfverfahren zur Teilentladungsmessung an Längen von extrudierten Kabeln (IEC 60885-3:1988)	DIN IEC 60885-3
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0481 Teil 885-3
ICS 29.060.20 Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables (IEC 60885-3:1988) Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques – Partie 3: Méthodes d'essais pour mesures de décharges partielles sur longueurs de câbles de puissance extrudés (CEI 60885-3:1988) Die Internationale Norm IEC 60885-3:1988 „Electrical test methods for electric cables – Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden. Beginn der Gültigkeit Diese Norm gilt ab 1. Oktober 2000. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 60885-3 (VDE 0481 Teil 885-3):1993-10. Mit DIN IEC 60885-2 (VDE 0481 Teil 885-2):2000-10 Ersatz für DIN VDE 0472-513 (VDE 0472 Teil 513):1982-07 Fortsetzung Seite 2 bis 28 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Seite 2

DIN IEC 60885-3 (VDE 0481 Teil 885-3):2000-10

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.1 „Starkstromkabel“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Diese Norm wurde durch das Unterkomitee 20A „Hochspannungskabel“ des Technischen Komitees Nr. 20 der IEC „Kabel und Leitungen“ erarbeitet.

Sie bildet den Teil 3 der IEC 60885.

Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0472-513 (VDE 0472 Teil 513):1982-07** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Text wurde vollständig überarbeitet.
- b) IEC 60885-3 wurde übernommen. Damit ist in deutschen Normen die Verweisung auf internationale Publikationen möglich.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0472a (VDE 0472):1977-02

DIN VDE 0472-513 (VDE 0472 Teil 513):1982-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60270:1981	DIN VDE 0434 (VDE 0434):1983-05	VDE 0434
Normen der Reihe EN 60811	Normen der Reihe IEC 60811	Normen der Reihe DIN EN 60811 (VDE 0473 Teil 811)	VDE 0473 Teil 811
–	IEC 60885-1:1987	–	–
–	IEC 60885-2:1987	DIN IEC 60885-2 (VDE 0481 Teil 885-2):2000-10	VDE 0481 Teil 885-2

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN VDE 0434 (VDE 0434), Hochspannungs-Prüftechnik; Teilentladungsmessungen.

Normen der Reihe DIN EN 60811 (VDE 0473 Teil 811), Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen – Allgemeine Prüfverfahren.

DIN IEC 60885-2 (VDE 0481 Teil 885-2), Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen – Teil 2: Teilentladungsprüfungen (IEC 60885-2:1987).

Deutsche Übersetzung
Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen
Teil 3: Prüfverfahren zur Teilentladungsmessung an Längen von extrudierten Kabeln

Inhalt	Seite
Vorwort	5
Einleitung	5
Hauptabschnitt 1 – Allgemeines	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Zweck	6
Hauptabschnitt 2 – Teilentladungsprüfungen	6
2.1 Begriffe	6
2.2 Prüfgeräte	6
2.2.1 Prüfeinrichtung	6
2.2.2 Prüfschaltung und Messgeräte	6
2.2.3 Doppelimpulsgenerator	6
2.2.4 Abschlussimpedanz (Wellenwiderstand)	6
2.2.5 Reflexionsunterdrücker	6
2.3 Bestimmung der charakteristischen Eigenschaften der Prüfschaltung	6
2.3.1 Überlagerung	7
2.3.2 Abschlussimpedanz	7
2.3.3 Reflexionsunterdrücker	7
2.3.4 Kalibrierladung	7
2.3.5 Empfindlichkeit	7
2.4 Messverfahren	8
2.4.1 Kurze Kabellängen einschließlich Längen für Typprüfung	8
2.4.2 Lange Kabellängen, geprüft ohne Abschlussimpedanz	8
2.4.3 Lange Kabellängen, geprüft mit Abschlussimpedanz	9
2.4.4 Lange Kabellängen, geprüft mit Reflexionsunterdrücker	10
2.5 Spannungspegel/Teilentladungsgrenzwerte	10
2.6 Aufnahme von Doppelimpulsdiagrammen	10
2.7 Anforderungen an die Abschlussimpedanz	11
Hauptabschnitt 3 – Anwendungsleitfaden	12
3.1 Hintergrundinformation	12
3.1.1 Einführung	12
3.1.2 Überlagerung und Dämpfung	13
3.2 Verfahren und Parameter	14
3.2.1 Bestimmung der charakteristischen Eigenschaften der Prüfschaltung (siehe 2.3)	14
3.2.2 Messverfahren	16
3.3 Literaturhinweise	18
Liste der Kurzzeichen	18
Bilder	19

Vorwort

1. Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten Nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
2. Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar, die als Normen, Fachberichte oder Leitlinien veröffentlicht werden und als solche von den Nationalen Komitees angenommen sind.
3. Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, verpflichten sich die Nationalen Komitees der IEC, Internationale Normen der IEC so durchschaubar wie möglich in ihren nationalen und regionalen Normen anzuwenden. Jede Abweichung zwischen der IEC-Norm und der entsprechenden nationalen oder regionalen Norm muß in dieser deutlich gekennzeichnet werden.

Einleitung

Diese Norm wurde ausgearbeitet vom Unterkomitee 20A „Hochspannungskabel“ des Technischen Komitees Nr. 20 der IEC „Kabel und Leitungen“.

Sie bildet den Teil 3 der IEC 60885.

Der Text dieser Norm basiert auf folgenden Schriftstücken:

Sechsmonatsregel	Abstimmungsbericht
20A(CO)101	20A(CO)106

Weitere Informationen können dem oben genannten Abstimmungsbericht (siehe Tabelle) entnommen werden.

In dieser Norm wird die folgende IEC-Publikation zitiert:

IEC 60270 (1981) „Partial discharge measurements“.

Hauptabschnitt 1 – Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die wesentlichen Anforderungen für Teilentladungsmessungen an Längen von extrudierten Starkstromkabeln fest.

Es wird auf [IEC 60270](#) verwiesen, die die Techniken und Überlegungen enthält, die für Teilentladungsmessungen allgemein anwendbar sind. Die erste Ausgabe der [IEC 60270](#) erschien 1968. Alle Verweisungen in dieser Norm beziehen sich auf die zweite Ausgabe (1981).

1.2 Zweck

Der Zweck der Prüfung besteht darin, die Entladungsgröße zu bestimmen, oder zu prüfen, ob diese bei einer bestimmten Spannung einen festgelegten Wert bei einer gegebenen Empfindlichkeit nicht überschreitet.

Hauptabschnitt 2 – Teilentladungsprüfungen

2.1 Begriffe

Es gelten die in [IEC 60270](#) angegebenen Begriffe.

2.2 Prüfgeräte

2.2.1 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung besteht aus einer Wechselspannungsquelle, deren Scheinleistung für die zu prüfende Kabellänge ausreicht, einem Hochspannungsmessgerät, einer Messschaltung, einem Kalibriergerät, einem Doppelimpulsgenerator und, wenn erforderlich, einer Abschlussimpedanz oder einem Reflexionsunterdrücker. Alle Bauteile der Prüfeinrichtung müssen einen ausreichend niedrigen Störpegel besitzen, um die erforderliche Empfindlichkeit zu erreichen.

Die Frequenz der Prüfspannungsquelle wird mit Betriebsfrequenz von 49 Hz bis 61 Hz bei annähernd sinusförmigem Kurvenverlauf angenommen, das Verhältnis Scheitelwert/Effektivwert als $\sqrt{2}$ mit einer Grenzabweichung von $\pm 7\%$. Die in dieser Norm betrachteten Hauptthemen, Kalibrierung und Dämpfung von Teilentladungsimpulsen, werden durch die Verwendung unterschiedlicher Frequenzen der Spannungsquelle nicht beeinträchtigt. Die Teilentladungseigenschaften werden jedoch durch die Prüffrequenz beeinflusst; das Messverfahren sollte diese Tatsache berücksichtigen.

2.2.2 Prüfschaltung und Messgeräte

Die Prüfschaltung enthält den Prüfling, den Koppelkondensator und die Messschaltung. Die Messschaltung besteht aus der Messimpedanz (der Eingangsimpedanz des Messgerätes und dem Ankopplungsvierpol, der zur Anpassung der Kabelimpedanz ausgewählt wird), der Anschlussleitung und dem Messgerät. Das Messgerät oder der Detektor enthält einen geeigneten Verstärker, ein Oszilloskop und, wenn gewünscht, ein zusätzliches Messgerät, um vorhandene Teilentladungen anzuzeigen und die scheinbare Ladung zu messen.

2.2.3 Doppelimpulsgenerator

Die Eigenschaften der Teilentladungs-Prüfschaltung müssen mit einem Doppelimpulsgenerator geprüft werden, der zwei gleiche Impulse (derselben scheinbaren Ladung) erzeugt, die in einem kontinuierlich veränderbaren Zeitintervall von $0,2\ \mu\text{s}$ bis $100\ \mu\text{s}$ aufeinander folgen. Die Anstiegszeit der Impulse darf $20\ \text{ns}$ (10% bis 90% des Scheitelwertes) nicht überschreiten; die Zeit zwischen den 10% -Werten von Impuls-Stirn und -Rücken darf $150\ \text{ns}$ nicht überschreiten. Die Impulse dürfen mit der Betriebsfrequenz synchronisiert sein.

2.2.4 Abschlussimpedanz (Wellenwiderstand)

Eine Abschlussimpedanz mit dem gleichen Wert wie der Wellenwiderstand des Prüfobjektes darf an das detektorferne offene Kabelende angeschlossen werden. Dadurch wird die Reflexion der Impulse an diesem Ende unterdrückt.

2.2.5 Reflexionsunterdrücker

Zur Vermeidung von Überlagerungseffekten bei der Prüfung ohne Abschlusswiderstand kann ein Reflexionsunterdrücker verwendet werden. Dieser ist ein elektronischer Schalter, der in den meisten Fällen den Detektoreingang gegen Impulse sperren kann, die vom offenen Kabelende reflektiert werden. Wenn die Teilentladungsquelle jedoch an oder nahe dem offenen Ende liegt, sind positive Überlagerungseffekte unvermeidbar.

2.3 Bestimmung der charakteristischen Eigenschaften der Prüfschaltung

Die charakteristischen Eigenschaften der Prüfschaltung sollten unter den in der Prüfpraxis vorhandenen Bedingungen bestimmt werden. Die üblicherweise für den Anschluss an ein einzelnes Kabelende verwendeten Prüfschaltungen sind die in den [Bildern 1, 2, 3, 4 und 5](#) dargestellten. Ähnliche Prüfschaltungen sind auch anwendbar,

wenn beide Enden der Kabelleiter miteinander verbunden werden. Dabei müssen die beiden Enden des Schirmes ebenfalls miteinander verbunden werden.

2.3.1 Überlagerung

Wenn keine Abschlussimpedanz verwendet wird, ist es erforderlich, die Eigenschaften der Prüfschaltung hinsichtlich der Überlagerung von Wanderwellen zu bestimmen. Ein Doppelimpulsgenerator wird nach Bild 6 angeschlossen und ein Doppelimpulsdiagramm aufgenommen (siehe 2.6 und Bilder 7, 8 und 9). Diese Prüfung sollte mindestens einmal im Jahr durchgeführt werden sowie auf Anfrage und wenn eine wichtige Komponente des Messkreises repariert oder ausgewechselt wurde.

2.3.2 Abschlussimpedanz

Wenn eine Abschlussimpedanz verwendet wird (siehe Bild 4), sollte ihre Eignung für den zu prüfenden Kabeltyp mit dem in 2.7 beschriebenen Verfahren nachgewiesen werden. Diese Prüfung sollte mindestens einmal im Jahr durchgeführt werden sowie auf Anfrage und wenn eine wichtige Komponente des Messkreises repariert oder ausgewechselt wurde.

2.3.3 Reflexionsunterdrücker

Der Zweck für den Einsatz dieses Bauteiles besteht darin, ein Doppelimpulsdiagramm des Typs 1 nach Bild 7 zu erhalten. Unter Verwendung der Anordnung nach Bild 10 sollte die Wirksamkeit des Reflexionsunterdrückers mindestens einmal im Jahr geprüft werden sowie auf Anfrage und wenn eine wichtige Komponente des Messkreises repariert oder ausgewechselt wurde.

2.3.4 Kalibrierladung

Es muss das Kalibrierverfahren der „Ladungsübertragung“ nach 5.2.1 der IEC 60270 verwendet werden. Weitere Benutzungshinweise für Kalibriergeräte sind im CIGRÉ-Bericht 1968-21-01, Anhang III, angegeben. Bei diesem Verfahren wird ein Kalibriergerät direkt an das eine Ende des zu prüfenden Kabels angeschlossen, um kurze Stromimpulse mit definiertem Ladungsbetrag in das Prüfobjekt einzuspeisen, wie es detailliert in 2.4 angegeben wird. Der resultierende Impuls auf dem Oszilloskop sollte eine Höhe von mindestens 10 mm besitzen.

Wenn der Kalibrierkondensator nicht für die betreffende Prüfspannung bemessen ist, ist es erforderlich, ihn aus dem Messkreis zu entfernen, bevor der Hochspannungs-Prüftransformator eingeschaltet wird. Die Verstärkereinstellung darf danach nicht mehr verändert werden, es sei denn, dass durch entsprechende Maßnahmen ein geeigneter Kalibrierimpuls erzeugt wird, der während der gesamten Prüfung zur Verfügung steht.

Entsprechende Maßnahmen können im Einzelfall sein:

- Der Kalibrierkondensator kann für die volle Prüfspannung bemessen und Bestandteil der Prüfschaltung sein. In diesem Fall muss er vor dem Einschalten des Hochspannungs-Prüftransformators nicht aus dem Messkreis entfernt werden, oder
- es kann zusätzlich ein zweites Kalibriergerät eingesetzt werden. Dieses Kalibriergerät wird mit dem Eingang des Detektors verbunden. In diesem Fall muss die Amplitude des zweiten Kalibrierimpulses mit dem ersten Kalibriergerät vorkalibriert werden, bevor das letztere abgeklemmt wird und der Hochspannungs-Prüftransformator nach CIGRÉ-Bericht 1968-21-01, Anhang III, Hauptabschnitt I, Abschnitt 1.2, eingeschaltet wird.

Die Kalibrierladung q_{cal} in Pikocoulomb ist gleich dem Produkt aus der Amplitude des Kalibrierimpulses ΔU in Volt und der Kalibrierkapazität C_{cal} des Kalibriergerätes in Pikofarad, solange diese Kapazität klein ist im Vergleich zu der Kapazität des Prüfobjektes C_x .

$$q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \cdot \Delta U$$

Die Eigenschaften des Kalibrierimpulses müssen 5.2 und 5.3 der IEC 60270 und dem CIGRÉ-Bericht 1968-21-01, Anhang III, Hauptabschnitt III, entsprechen. Für große Kabellängen besteht die zusätzliche Anforderung, dass die Kalibrierkapazität nicht größer als 150 pF sein sollte.

Die Maßstabskonstante k des Messinstrumentes ist der Faktor, mit dem das abgelesene Messergebnis zu multiplizieren ist, um den Betrag der Entladungsmenge zu erhalten, die während der Kalibrierung in das Messobjekt eingespeist wurde. Die Reproduzierbarkeit muss 5.2 der IEC 60270 entsprechen.

2.3.5 Empfindlichkeit

- Die Empfindlichkeit der Prüfschaltung (einschließlich Hochspannungsversorgung und Messgeräten) wird als der kleinste nachweisbare Entladungsimpuls q_{min} in Pikocoulomb definiert, der bei vorhandenem Störpegel festgestellt werden kann. Einzelne, deutlich identifizierbare Störimpulse können vernachlässigt werden. Um den Störpegel anzuzeigen, ist eine Oszilloskopanzeige erforderlich, da mit einem Pikocoulomb-Messgerät die Quelle des angezeigten Signals nicht identifiziert werden kann. Um nachweisbar zu sein, muss ein Entladungsimpuls mindestens doppelt so hoch sein wie der Störpegel h_n (h_n ist die Anzeige des Störpegels auf dem Oszilloskop oder dem Pikocoulomb-Messgerät, wenn dieses zusätzlich verwendet wird).

Daher ist:

$$q_{\min} = 2k \cdot h_n$$

wobei k die Maßstabskonstante ist.

- b) Die Empfindlichkeitswerte müssen nach 2.5 ausgewählt werden.

2.4 Messverfahren

Die Prüfungen müssen als Typprüfung an kurzen Kabelprüflingen und als Stückprüfung an Produktionslängen ausgeführt werden.

Die Auswahl der Prüfschaltung hängt davon ab, ob der Kabelprüfling abhängig vom Doppelimpulsdiagramm nach 2.6 als eine kurze Länge (2.4.1) oder eine lange Länge (2.4.2, 2.4.3 und 2.4.4) angesehen werden kann. Die Prüfschaltung muss zum Erreichen der erforderlichen Empfindlichkeit (siehe 2.3.5) entladungsfrei sein. Die Kalibrierung muss nicht unbedingt mit eingeschalteter Hochspannungsversorgung erfolgen (siehe 2.3.4).

2.4.1 Kurze Kabellängen einschließlich Längen für Typprüfung

- a) Anforderungen

Kurze Kabellängen sind mit einer konzentrierten Kapazität vergleichbar. Die Längenbegrenzung, bei der dieses nicht mehr zutrifft, hängt von der verwendeten Prüfschaltung ab. Der tatsächliche Wert wird unter Verwendung des in 2.6 beschriebenen Doppelimpulsdiagramms bestimmt und als l_k definiert.

ANMERKUNG Längen bis $2l_k$ verhalten sich wie kurze Kabellängen, wenn beide Kabelenden miteinander verbunden werden (siehe 2.3).

Die üblicherweise verwendeten Prüfschaltungen sind in den Bildern 1, 2 und 3 dargestellt.

- b) Nachweis der Empfindlichkeit

Das Kalibriergerät wird parallel zur Prüflänge und nur an dem detektorfernen Ende angeschlossen. Die Kalibrierladung q_{cal} wird eingespeist, und mit der entsprechenden Anzeige a_2 werden der Maßstabsfaktor $k_2 = q_{\text{cal}}/a_2$ in Pikocoulomb je Millimeter und die Empfindlichkeit $q_{\min}$ in Pikocoulomb berechnet.

$$q_{\min} = 2k_2 \cdot h_n$$

wobei h_n der Anzeigewert (Millimeter) des Störpegels ist.

- c) Prüfverfahren

Die Messung wird nur an einem Ende des Kabels durchgeführt. Für den Messwert A in Millimeter beträgt der Entladungsbetrag q in Pikocoulomb

$$q = k_2 \cdot A$$

Die einzustellenden Prüfspannungswerte sind 2.5 zu entnehmen.

2.4.2 Lange Kabellängen, geprüft ohne Abschlussimpedanz

- a) Anforderungen

Für Kabellängen größer l_k kann es auch noch möglich sein, ohne Abschlussimpedanz zu prüfen, wenn der Einfluss von Überlagerungs- und Dämpfungerscheinungen auf das Messergebnis berücksichtigt wird. Eine Prüfung ohne Abschlussimpedanz ist zulässig, wenn das Doppelimpulsdiagramm (siehe 2.6) entweder:

- dem Typ 1 (siehe Bild 7) oder
- dem Typ 2 und dem Typ 3 (siehe Bilder 8 und 9) entspricht. Dabei muss die Kabellänge l außerhalb der Grenzwerte $2l_1 \leq l \leq 2l_2$ liegen.

(Siehe 2.6 hinsichtlich der Bestimmung von l_1 und l_2 .)

Für Kabellängen, die innerhalb dieser Grenzwerte liegen, sollte eine alternative Prüfschaltung verwendet werden oder die Verfahren nach 2.4.3 oder 2.4.4 übernommen werden.

Die üblicherweise verwendeten Prüfschaltungen sind in den Bildern 1, 2, 3 und 5 dargestellt.

- b) Nachweis der Empfindlichkeit

Wie in den Bildern 1, 2, 3 oder 5 dargestellt, wird das Kalibriergerät wechselweise an jedem Ende parallel zum Kabel angeschlossen, zuerst an dem detektorfernen Ende und dann bei der gleichen Einstellung des Verstärkers und der gleichen Kalibrierladung an dem detektornahen Ende. Die folgenden Werte sind zu ermitteln:

- a_1 in Millimeter, Anzeigewert bei Kalibriergerät am detektornahen Ende;
- a_2 in Millimeter, Anzeigewert bei Kalibriergerät am detektorfernen Ende.

Aus a_1 und der Kalibrierladung q_{cal} in Pikocoulomb ergibt sich der Maßstabsfaktor k_1 in Pikocoulomb je Millimeter:

$$k_1 = q_{\text{cal}}/a_1$$

Aus a_1 und a_2 wird der Korrekturfaktor F zur Kompensation des Dämpfungseinflusses bestimmt.

$$F = 1 \quad \text{für } a_2 \geq a_1$$

$$F = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} \quad \text{für } a_2 < a_1$$

Die Empfindlichkeit $q_{\min}$ in Pikocoulomb wird berechnet mittels:

$$q_{\min} = 2k_1 \cdot h_n \cdot F$$

c) Prüfverfahren

Die Messung ist zweimal auszuführen, indem die Hochspannungselektrode des Koppelkondensators abwechselnd an jedem Kabelende angeschlossen wird. Die Anzeigewerte A_1 und A_2 sind zu ermitteln und der größere Wert $A_{\max}$ (Millimeter) auszuwählen. Mit dem Maßstabsfaktor k_1 in Pikocoulomb je Millimeter und dem Korrekturfaktor F ergibt sich der Wert der Teilentladung q in Pikocoulomb mittels:

$$q = k_1 \cdot A_{\max} \cdot F$$

Der bei der Ermittlung des maximalen Messwertes $A_{\max}$ erforderliche Spannungspegel ist nach 2.5 auszuwählen.

ANMERKUNG Nur wenn das Doppelimpulsdiagramm dem Typ 1 (siehe Bild 7) entspricht und $a_2 \geq a_1$ ist, reicht, wenn beide Kabelenden miteinander verbunden sind (siehe 2.3), eine Messung von A (Millimeter) aus. Der Entladungsbetrag ist dann:

$$q = k_1 \cdot A$$

2.4.3 Lange Kabellängen, geprüft mit Abschlussimpedanz

a) Anforderungen

Um Überlagerungsfehler auszuschalten, dürfen Kabellängen größer l_k , wie in Bild 4 dargestellt, mit einer Abschlussimpedanz geprüft werden. Dieses Verfahren darf bei allen Detektoren und allen Kabellängen angewendet werden, vorausgesetzt, dass die Impedanz Z_w die Anforderungen nach 2.7 erfüllt. Die Eignung der Impedanz für das zu prüfende Kabel ist unter Anwendung des in 2.7 beschriebenen Verfahrens nachzuweisen.

b) Nachweis der Empfindlichkeit

Das Kalibriergerät wird, wie in Bild 4 dargestellt, parallel zu jedem Ende des Kabels angeschlossen, und zwar zuerst an dem detektorfernen Ende und dann mit der gleichen Verstärkereinstellung und Kalibrierladung an dem detektornahen Ende.

Folgende Werte sind zu ermitteln:

- a_1 in Millimeter, Anzeigewert, wenn das Kalibriergerät am detektornahen Ende angeschlossen ist. Dieser Messwert ist nicht erforderlich, wenn das nachfolgend unter c)ii) beschriebene Verfahren ausreicht;
- a_2 in Millimeter, Anzeigewert, wenn das Kalibriergerät am detektorfernen Ende angeschlossen ist.

Der Maßstabsfaktor k_2 in Pikocoulomb je Millimeter wird ermittelt und die Empfindlichkeit $q_{\min}$ in Pikocoulomb berechnet:

$$k_2 = q_{\text{cal}}/a_2$$

$$q_{\min} = 2k_2 \cdot h_n$$

c) Prüfverfahren

i) Wenn gefordert ist, den Wert der Teilentladung so genau wie möglich zu bestimmen, muss die Hochspannungselektrode des Koppelkondensators wechselweise an jedes Kabelende angeschlossen und die beiden Messwerte A_1 und A_2 (Millimeter) bestimmt werden. Der Wert für die Teilentladung q in Pikocoulomb ergibt sich mittels:

$$q = q_{\text{cal}} \cdot \sqrt{\frac{A_1 \cdot A_2}{a_1 \cdot a_2}}$$

ii) Wenn es ausreicht, zu überprüfen, dass der Teilentladungsmesswert einen festgelegten Wert nicht überschreitet, kann die Messung durchgeführt werden, indem die Hochspannungselektrode des Koppelkondensators nur an ein Ende des Kabels angeschlossen wird. In diesem Fall wird der Kalibrierimpuls nur am detektorfernen Kabelende eingespeist, das mit der Abschlussimpedanz verbunden ist (a_2). Mit dem Messwert A_1 in Millimeter und dem Maßstabsfaktor k_2 in Pikocoulomb je Millimeter ergibt sich der Wert der Teilentladung q in Pikocoulomb mittels:

$$q = k_2 \cdot A_1$$

Der bei der Ermittlung der Messwerte A_1 und, falls erforderlich, A_2 erforderliche Spannungspegel wird nach 2.5 bestimmt.