

DIN EN 13763-26

ICS 71.100.30

**Explosivstoffe für zivile Zwecke –
Zünder und Verzögerungselemente –
Teil 26: Definitionen, Verfahren und Anforderungen für Geräte und
Zubehör für die zuverlässige und sichere Funktion von Zündern und
Verzögerern;
Deutsche Fassung EN 13763-26:2004**

Explosives for civil uses –

Detonators and relays –

Part 26: Definitions, methods and requirements for devices and accessories for reliable
and safe function of detonators and relays;

German version EN 13763-26:2004

Explosifs à usage civil –

Détonateurs et relais –

Partie 26: Définitions, méthodes et exigences relatives aux dispositifs et accessoires pour
la fiabilité et la sécurité de fonctionnement des détonateurs et relais;

Version allemande EN 13763-26:2004

Gesamtumfang 56 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Bergbau (FABERG) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm ist vom Technischen Komitee CEN/TC 321 „Explosivstoffe für zivile Zwecke“ unter intensiver deutscher Mitarbeit ausgearbeitet worden. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NMP 898/FABERG „Explosivstoffe für zivile Zwecke“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Deutsche Fassung

Explosivstoffe für zivile Zwecke —
Zünder und Verzögerungselemente —
Teil 26: Definitionen, Verfahren und Anforderungen für Geräte
und Zubehör für die zuverlässige und sichere Funktion von
Zündern und Verzögerern

Explosives for civil uses — Detonators and relays —
Part 26: Definitions, methods and requirements for devices
and accessories for reliable and safe function of detonators
and relays

Explosifs à usage civil — Détonateurs et relais —
Partie 26: Définitions, méthodes et exigences relatives aux
dispositifs et accessoires pour la fiabilité et la sécurité de
fonctionnement des détonateurs et relais

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Juni 2004 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe.....	7
4 Allgemeine Anforderungen für Prüfungen	8
5 Zündmaschinen zum Zünden von elektrischen Zündern	8
6 Zündmaschinen-Prüfgeräte	23
7 Zündkreisprüfgeräte für Vor-Ort-Prüfung.....	29
8 Zündkabel für elektrische Zündmaschinen.....	37
9 Verbindungsdrähte für elektrische Zündmaschinen.....	44
10 Zünder von Zündschläuchen	45
Anhang A (normativ) Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkstörfestigkeit	48
Anhang B (normativ) Klimatische und mechanische Prüfungen	50
Literaturhinweise.....	54

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13763-26:2004) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 321 „Explosivstoffe für zivile Zwecke“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AENOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2005 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ist ein Teil einer Normenreihe mit dem Titel „Explosivstoffe für zivile Zwecke — Zünder und Verzögerungselemente“. Die anderen Teile dieser Reihe sind:

EN 13763-1	<i>Teil 1: Anforderungen.</i>
EN 13763-2	<i>Teil 2: Bestimmung der thermischen Stabilität.</i>
EN 13763-3	<i>Teil 3: Bestimmung der Schlagempfindlichkeit.</i>
EN 13763-4	<i>Teil 4: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zünderdrähten und Zündschläuchen gegenüber Abrieb.</i>
EN 13763-5	<i>Teil 5: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zünderdrähten und Zündschläuchen gegen Schnittbelastung.</i>
EN 13763-6	<i>Teil 6: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zünderdrähten gegen Rissbildung bei niedrigen Temperaturen.</i>
EN 13763-7	<i>Teil 7: Bestimmung der mechanischen Festigkeit von Zünderdrähten, Zündschläuchen, Verbindungen, Anwürgung und Verschluss.</i>
EN 13763-8	<i>Teil 8: Bestimmung des Widerstandes von Sprengkapseln gegen Erschütterung.</i>
EN 13763-9	<i>Teil 9: Bestimmung des Widerstandes von Zündern gegen Biegespannung.</i>
EN 13763-11	<i>Teil 11: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zündern und Verzögerungselementen gegen Fall.</i>
EN 13763-12	<i>Teil 12: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen hydrostatischen Druck.</i>
prEN 13763-13	<i>Teil 13: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit elektrischer Zünder gegen elektrostatische Entladungen.</i>
prEN 13763-15	<i>Teil 15: Bestimmung der Zündstärke.</i>
EN 13763-16	<i>Teil 16: Bestimmung der Verzögerungsgenauigkeit.</i>
EN 13763-17	<i>Teil 17: Bestimmung der Nichtansprechstromstärke elektrischer Zünder.</i>
EN 13763-18	<i>Teil 18: Bestimmung des Serienzündstromes elektrischer Zünder.</i>
EN 13763-19	<i>Teil 19: Bestimmung des Zündimpulses elektrischer Zünder.</i>
EN 13763-20	<i>Teil 20: Bestimmung des Gesamtwiderstandes elektrischer Zünder.</i>
EN 13763-21	<i>Teil 21: Bestimmung der Überschlagsspannung elektrischer Zünder.</i>
EN 13763-22	<i>Teil 22: Bestimmung der Kapazität, des Isolationswiderstandes und der Durchschlagsspannung der Zünderdrahtisolierung.</i>

- EN 13763-23 *Teil 23: Bestimmung der Stoßwellengeschwindigkeit in Zündschläuchen.*
- EN 13763-24 *Teil 24: Bestimmung der Nichtleitfähigkeit von Zündschläuchen.*
- EN 13763-25 *Teil 25: Bestimmung des Übertragungsvermögens von Verzögerungselementen und Verbindern.*
- CEN/TS 13763-27 *Teil 27: Definitionen, Verfahren und Anforderungen an elektronische Zündsysteme.*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieses Dokument legt die konstruktiven und funktionstechnischen Anforderungen und Verfahren für die Prüfung von Geräten und Zubehör fest, die für eine zuverlässige und sichere Zündung von Zündern und Verzögerern unter üblichen Arbeitsbedingungen benötigt werden. Die Norm behandelt folgende sechs Arten von Ausrüstungsgegenständen:

- Zündmaschinen zum Zünden von elektrischen Zündern;
- Zündmaschinen-Prüfgeräte;
- Zündkreisprüfgeräte für die Vorort-Prüfung;
- Zündkabel für die Verwendung in Verbindung mit elektrischen Zündmaschinen;
- Verbindungsdrähte für Zünder;
- Zündschlauchzünder für nichtelektrische Systeme.

1.2 Geräte für die ausschließliche Verwendung in Gebäuden sind von der Umgebungsprüfung nach Anhang B ausgeschlossen.

1.3 Zündmaschinen für die Verwendung mit elektronischen Zündern und magnetisch gekoppelten Zündern gehören nicht zum Anwendungsbereich dieses Dokuments.

ANMERKUNG Dieses Dokument erfüllt nicht alle Anforderungen aller relevanten Europäischen Richtlinien, wie der ATEX Richtlinie 94/9/EG und der Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG. Zum Beispiel könnte EN 61010 (Sicherheitsanforderungen für elektrische Geräte für Messungen, Überwachungen und Laborzwecke) auch für einige Geräte und einiges Zubehör in diesem Dokument relevant sein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

EN 13857-1:2003, *Explosivstoffe für zivile Zwecke — Teil 1: Terminologie*.

EN 13763-4:2003, *Explosivstoffe für zivile Zwecke — Zünder und Verzögerungselemente — Teil 4: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zünderdrähten und Zündschläuchen gegenüber Abrieb*.

EN 13763-5, *Explosivstoffe für zivile Zwecke — Zünder und Verzögerungselemente — Teil 5: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zünderdrähten und Zündschläuchen gegen Schnittbelastung*.

EN 13763-6, *Explosivstoffe für zivile Zwecke — Zünder und Verzögerungselemente — Teil 6: Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Zünderdrähten gegen Rissbildung bei niedrigen Temperaturen*.

EN 13763-22:2003, *Explosivstoffe für zivile Zwecke — Zünder und Verzögerungselemente — Teil 22: Bestimmung der Kapazität, des Isolationswiderstandes und der Durchschlagsspannung der Zünderdrahtisolierung*.

EN 55011:1998, *Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) — Funkstörungen; Grenzwerte und Messverfahren (CISPR 11:1997, modifiziert)*.

EN 60068-2-1:1993, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfgruppe A: Kälte (IEC 60068-2-1:1990)*.

EN 60068-2-2:1993, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfgruppe B: Trockene Wärme* (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 68-2-2A:1976).

EN 60068-2-14:1999, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfung N: Temperaturwechsel* (IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986).

EN 60068-2-29:1993, *Grundlegende Umweltprüfverfahren — Teil 2: Prüfungen — Prüfung Eb und Leitfaden: Dauerschocken* (IEC 60068-2-29:1987).

EN 60068-2-30:2004, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfung Db und Leitfaden: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12-Stunden-Zyklus)* (IEC 60068-2-30:1980 + A1:1985).

EN 60068-2-32, *Grundlegende Umweltprüfverfahren — Teil 2: Prüfungen — Prüfung Ed: Frei Fallen* (IEC 60068-2-32:1975 + A1:1982 + A2:1990).

EN 60068-2-64:1994, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfverfahren — Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden* (IEC 60068-2-64:1993 + Corrigendum:1993).

EN 60068-2-78:2001, *Umweltprüfungen — Teil 2-78: Prüfungen Cab: Feuchte Wärme, konstant* (IEC 60068-2-78:2001).

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529:1989).

EN 61000-4-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV — Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 2: Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität; EMV-Grundnorm* (IEC 61000-4-2:1995).

EN 61000-4-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder* (IEC 61000-4-3:2002).

EN 61000-4-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 4: Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst; EMV-Grundnorm* (IEC 61000-4-4:1995).

EN 61000-4-5, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 5: Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen* (IEC 6100-4-5:1996).

EN 61000-4-6, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 6: Prüfung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder* (IEC 61000-4-6:1996).

EN 61000-4-11, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren; Hauptabschnitt 11: Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen* (IEC 61000-4-11:1994).

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien* (ISO/IEC 17025:1999).

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in EN 13857-1:2003 angegebenen und die folgenden Begriffe:

3.1

Zündmaschine

Gerät für die Versorgung eines Zündkreises aus elektrischen Zündern mit elektrischer Energie, um diese zu zünden

3.2

Zündmaschine mit gesteuerter Zündfolge

Zündmaschine, die eine Steuerung der Zündfolge der an sie angeschlossenen elektrischen Zünder ermöglicht

3.3

Zündmaschinen-Prüfgerät

Gerät, das zum Anschließen an die Ausgänge einer spezifischen Zündmaschine ausgelegt ist, um zu überprüfen, ob sich die Ausgangsleistung der Maschine innerhalb der von deren Hersteller vorgegebenen Grenzwerten bewegt und ob sie in der Lage ist, die höchste Anzahl der als möglich festgelegten Zünder zu zünden

ANMERKUNG Zündmaschinen-Prüfgeräte werden gewöhnlich vom Zündmaschinenhersteller geliefert und sind für die Verwendung mit einer bestimmten Zündmaschine ausgelegt. Sie sind so konstruiert, dass sie es dem Anwender der Zündmaschine erlauben, in regelmäßigen Zeitabständen Überprüfungen vorzunehmen, ob die Zündmaschine funktionstüchtig ist, bevor sie vor Ort benutzt wird. Die von den Zündmaschinen-Prüfgeräten gelieferten Anzeigen können von Typ zu Typ unterschiedlich sein. Einige Geräte haben z. B. nur eine einfache „JA/NEIN“-Anzeigelampe, andere wiederum verfügen über eine Analog- oder Digitalanzeige, die in der Lage ist, die tatsächliche Ausgangsleistung der Zündmaschine anzuzeigen. In einigen EU-Mitgliedsstaaten wird der regelmäßige Gebrauch derartiger Prüfgeräte von der nationalen Gesetzgebung als Teil eines „Zündmaschinen-Instandhaltungsprogramms“ der Anwender gefordert.

3.4

Zündkreis

elektrischer Zündstromkreis, der für den Anschluss an eine Zündmaschine vorgesehen ist, bestehend aus Zündkabel, elektrischen Zündern, Zünderdrähten und Verbindungsdrähten für diese

3.5

Zündkreisprüfgerät

Messgerät zum Messen, Überprüfen oder Prüfen eines Zündkreises im Freien vor Ort, gewöhnlich bevor ein Versuch unternommen wird, die Zünder mit einer Zündmaschine zu zünden

3.6

Durchgangs- und Widerstandsprüfgerät

Typ eines Zündkreisprüfgerätes zum Messen, Überprüfen oder Prüfen von Durchgang und Widerstand eines Zündkreises

3.7

Durchgangs- und Impedanzprüfgerät

Typ eines Zündkreisprüfgerätes zum Messen, Überprüfen oder Prüfen von Durchgang und Impedanz eines Wechselstrom-Zündkreises bei einer vom Hersteller vorgegebenen Frequenz

3.8

Isolationsprüfgerät zum Prüfen von Zündkreisen

Prüfeinrichtung für die Vor-Ort-Prüfung von Zündkreisen zum Messen, Überprüfen oder Prüfen des elektrischen Widerstandes der Isolierung zwischen den elektrischen Stromkreisen in einem Zündkreis und Erde

3.9 Verbindungsdrähte
elektrisch isolierte Leiter, die zwischen dem Zündkabel und dem Zünderzuleitungsdraht angeschlossen werden können

ANMERKUNG Verbindungsdrähte werden gewöhnlich nur einmal verwendet, weil sie so dicht bei der Sprengladung angeordnet sind, dass sie üblicherweise durch den Explosionsdruck zerstört werden.

3.10 höchster Zündkreiswiderstand (R_e)
höchster elektrischer Widerstand eines Zündkreises elektrischer Zünder

ANMERKUNG Der höchste Zündkreiswiderstand wird durch die Gleichung geben.

$$R_e = R_t + NR_s/n^2$$

Dabei ist

- R_t der elektrische Widerstand des Zündkabels in Ohm,
- N die Anzahl an elektrischen Zündern,
- R_s der Gesamtwiderstand in Ohm eines elektrischen Zünders,
- n die Anzahl an parallelen Zündkreisen.

3.11 Zündschlauchzünder
Einrichtung zur Erzeugung eines Funkens oder eines vergleichbaren Energieimpulses auf die explosionsfähige Beschichtung im Innern eines nichtelektrischen Zündschlauches, um diesen zu zünden

4 Allgemeine Anforderungen für Prüfungen

4.1 Wenn in Prüfanweisungen nichts anderes festgelegt ist, muss die Prüfung innerhalb eines Umgebungstemperaturbereichs von $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, bei einer relativen Feuchte von $(60 \pm 15)\%$ und bei einem Luftdruck von (960 ± 100) hPa durchgeführt werden. Wenn diese Bedingungen nicht erreicht oder eingehalten werden können, müssen die tatsächlichen Bedingungen im Prüfbericht angegeben werden.

4.2 Die Reihenfolge der Überprüfungen und Prüfungen jeder Einrichtung oder jedes Zubehörs muss dieselbe Reihenfolge sein, in der sie in diesem Dokument angegeben sind.

ANMERKUNG Wenn keine Beeinflussung der Prüfergebnisse auftritt, dürfen die Prüfungen parallel bei Verwendung von mehr als einem Prüfstück durchgeführt werden.

4.3 An Prüfständen und Geräten, die für die Verwendung im Freien vorgesehen sind, müssen die Umweltprüfungen nach Anhang B durchgeführt werden.

5 Zündmaschinen zum Zünden von elektrischen Zündern

5.1 Anforderungen an Zündmaschinen, die durch Sichtprüfung der Maschine, einfache Messung und Vergleich mit der Stückliste und maßstabsgerechten Zeichnungen des Herstellers nachzuprüfen sind

5.1.1 Jede Zündmaschine muss Ausgangsklemmen oder Ausgänge haben, die über Mittel zur sicheren Befestigung des Zündkabeltyps verfügen, der für die gemeinsame Verwendung vorgesehen ist. Der Bereich des elektrischen Kontakts jeder Ausgangsklemme muss mindestens die doppelte Querschnittsfläche des daran anzuschließenden Zündkabels haben. Zwischen den Ausgangsklemmen einer Zündmaschine muss eine Barriere aus Isolierstoff angeordnet sein, die mindestens 4 mm höher als die leitenden Teile hervorragt.

5.1.2 Jede Zündmaschine muss über Mittel verfügen, die es dem Verwender ermöglichen, den Zündzeitpunkt oder den Beginn der Zündfolge zu bestimmen.

5.1.3 Jede Zündmaschine, die nicht so ausgeführt ist, dass sie immer nur vom Verwender handgeführt werden kann, muss über eine Vorrichtung verfügen, z. B. einen Schlüsselschalter oder abnehmbaren Betätigungsgriff, mit der verhindert wird, die Maschine in Betrieb zu nehmen, sobald sie von der Maschine abgenommen ist.

5.1.4 Kondensatorzündmaschinen mit einstellbarer Zündkreis-Ausgangsspannung müssen über eine geeignete Anzeige verfügen, mit der angezeigt wird, ob die geforderte Spannung erreicht ist (z. B. ein Messgerät oder eine LED-Anzeige).

5.1.5 Bei Zündmaschinen darf die Ausgangsleistung nicht durch direkte manuelle Betätigung eines geschwindigkeitsabhängigen Generators erzeugt werden.

5.1.6 Zündmaschinen für Anwendungen in Kohlebergwerken müssen einen Zweipolschalter besitzen (der elektrisch, mechanisch oder elektronisch betätigt werden darf), der bei Betätigung des Zündmechanismus die interne Energiequelle (z. B. Generator, Kondensator, Batterie) mit den Ausgangsklemmen verbindet.

5.1.7 Bei Zündmaschinen, die für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind (z. B. in Kohlebergwerken oder Stollen von kohle-/ölführenden Schichten), darf kein Teil ihrer äußeren Oberfläche aus Legierungen bestehen, die insgesamt mehr als 15 Massenprozent Aluminium, Magnesium oder Titan und nicht mehr als 6 % Massenanteil Magnesium und Titan enthalten.

ANMERKUNG Diese Anforderung besteht, um entzündungsfähiges Funkensprühen durch Thermitreaktion zu verhindern, wenn derartige Leichtmetalle mit rostigem Eisen/Stahl zusammenstoßen.

5.2 Prüfung des Isolationswiderstandes zwischen freiliegenden stromführenden Teilen

5.2.1 Anforderungen

Der Isolationswiderstand zwischen ungeschützten (freiliegenden) stromführenden Teilen (einschließlich der Ausgangsklemmen) und dem Zündmaschinengehäuse, der Tasche oder einem anderen Behälter muss bei der Prüfung mit 500 V Gleichspannung mindestens 2 M Ω betragen.

5.2.2 Prüfstücke

Von jedem Typ wird eine komplette Zündmaschine geprüft.

5.2.3 Prüfeinrichtung

Messgerät zum Prüfen des elektrischen Isolationswiderstandes mit einer Spannung von 500 V bei einer zulässigen Abweichung von ± 10 V, das in der Lage ist, den Isolationswiderstand über einen Bereich zwischen 0 M Ω bis 3 M Ω mit einer Toleranz von $\pm 0,1$ M Ω zu messen.

5.2.4 Durchführung

Die Ausgangsklemmen der Zündmaschine werden kurzgeschlossen und eine Prüfspannung von 500 V wird zwischen den Ausgangsklemmen und dem Gehäuse des Gerätes angelegt. Der Isolationswiderstand wird in Megaohm gemessen und aufgezeichnet.

5.2.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss EN ISO/IEC 17025 entsprechen. Zusätzlich müssen die folgenden Angaben gemacht werden:

- a) der Isolationswiderstand in Megaohm;
- b) ob der Isolationswiderstand $\geq 2 \text{ M}\Omega$ ist oder nicht.

5.3 Prüfung der elektrischen Spannungsfestigkeit von isolierten Bauteilen

5.3.1 Anforderungen

Die isolierten Bauteile der Prüfmaschine müssen in der Lage sein, für eine Dauer von 60 s der doppelten Ausgangsspannung der Zündmaschine oder 1 000 V Wechselspannung (Effektivwerte), je nachdem, welcher von beiden Werten größer ist, ohne Überschlag oder Lichtbogendurchschlag standzuhalten.

Falls vorhanden, muss ein mechanisch betätigter Schalter, der dafür vorgesehen ist, den Ausgangsstromkreis nach einem vorher festgelegten Zeitintervall abzuschalten, überbrückt werden, damit es möglich ist, die internen Bauteile des Gerätes der Isolationsprüfung zu unterziehen.

5.3.2 Prüfstücke

Von jedem Typ wird eine komplette Zündmaschine geprüft.

5.3.3 Prüfeinrichtung

5.3.3.1 Eine Hochspannungsquelle, die eine 50-Hz-Wechselspannung bis zur doppelten Größe der Spitzenausgangsspannung der Zündmaschine oder 1 000 V Wechselspannung (mit einer zulässigen Abweichung von $\pm 5 \%$), je nachdem, welcher von beiden Werten größer ist, und eine Anstiegszeit der Spannung von höchstens 10 s erzeugen kann.

5.3.3.2 Strommessgerät (Amperemeter)

5.3.4 Durchführung

Die Ausgangsklemmen der Zündmaschine werden kurzgeschlossen und die Prüfspannung wird mit dem in Reihe geschalteten Strommessgerät (Amperemeter) für die Dauer von 1 Minute zwischen den Ausgangsklemmen und den leitenden Teilen des Zündmaschinengehäuses angelegt.

Im Falle von Zündmaschinen, die so konstruiert sind, dass die Ausgangsspannung nach einem vorher festgelegten Zeitintervall abgeschaltet wird, muss die Abschalteinrichtung oder der Schalter so überbrückt werden, dass es möglich ist, die Bauteile der Zündmaschine mit der angelegten Prüfspannung zu beanspruchen.

Es wird aufgezeichnet, ob die Isolierung bei der Prüfung durchschlägt oder nicht.

ANMERKUNG Das Durchschlagen der Isolierung wird gewöhnlich auf dem Amperemeter durch einen plötzlichen Anstieg des Stromflusses angezeigt.

5.3.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss EN ISO/IEC 17025 entsprechen. Zusätzlich müssen die folgenden Angaben gemacht werden:

— ob die Isolierung durchgeschlagen ist oder nicht.

5.4 Prüfung zur Bestimmung der Ausgangsleistung der Zündmaschine

5.4.1 Anforderungen

Der Ausgangsstrom und die Ausgangsleistung von Zündmaschinen müssen:

- a) so bemessen sein, dass sie zuverlässig genügend Zündenergie ($K \cdot R_e$) liefern, um die höchste Anzahl von elektrischen Zündern mit dem erlaubten Widerstand der Zündkabel im Zündkreis in allen zulässigen, vom Hersteller der Zündmaschine festgelegten Anordnungen des Zündkreises zu zünden;

ANMERKUNG 1 Die höchste Anzahl von elektrischen Zündern in einer bestimmten Anordnung des Zündkreises wird vom Hersteller der Zündmaschine angegeben.

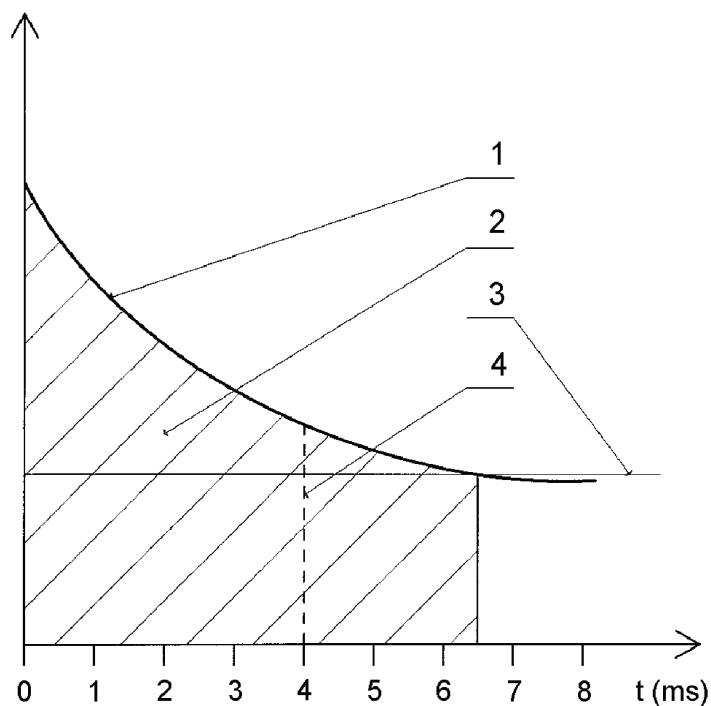
- b) einen Sicherheitsfaktor (S) einschließen, um sicherzustellen, dass nach (a) auch Veränderungen des elektrischen Widerstandes von Zünderdrahtverbindungen berücksichtigt werden, die vor Ort vom Verwender gemacht werden;
- c) den geforderten Energiebetrag liefern, der in (a) festgelegt ist, bevor der erste Zünder in einer Serienanordnung oder einer parallelen Anordnung explodiert, und damit den elektrischen Kreis öffnet und somit den weiteren Fluss von elektrischem Strom und die weitere Versorgung mit Zündenergie verhindert.

ANMERKUNG 2 Die Dauer der Energieversorgung in (c) ist üblicherweise die Zeit, die der Ausgangsstrom (I) benötigt, um von seinem Anfangswert am Beginn des Zündvorgangs auf einen Wert abzufallen, der gleich oder größer als der Serienzündstrom (I_{Serie}) des elektrischen Zünders multipliziert mit dem Sicherheitsfaktor ist ($I \geq n \cdot S I_{\text{Serie}}$). Bei Zündmaschinen für den Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen (z. B. Kohleminen) ist die Dauer durch die maximale Ausgaszeit von 4 ms der Zündmaschine (siehe 5.13) festgelegt.

ANMERKUNG 3 Zum Beispiel muss eine Kondensatorzündmaschine, deren Ausgangsklemmen über einen maximalen Zündkreiswiderstand (R_e) verbunden sind für die geforderte Dauer eine Zündenergie von mindestens $K \cdot R_e$ liefern. Ebenfalls ist ein Ausgangsstrom erforderlich, der größer als der Serienzündstrom der speziellen Zünder ist, die für die Verwendung mit der Zündmaschine vorgesehen sind. Dabei ist $K \geq n^2 S^2 W_{\text{af}}$ für die geforderte Dauer. Dies zeigt der Graph in Bild 1, in dem der Ausgangsstrom (I) der Zündmaschine über der Zeit vom Beginn der Zündung bis zu der Zeit aufgetragen ist, bei der der Ausgangsstrom der Zündmaschine auf einen Wert verringert ist, der gleich dem Serienzündstrom des Zünders ist. Die Energie, die von der Zündmaschine während dieser Zeit abgegeben wird, wird der schraffierten Fläche unter der Kurve entnommen. Die Energie wird berechnet aus dem Integral des quadrierten Stromes über dieser Zeit, multipliziert mit dem höchsten Zündkreiswiderstand (R_e).

Dabei ist

- W_{af} der vom Hersteller angegebene all-fire-Zündimpuls der Zünder, in J/Ω oder in W_s/Ω
- I der Ausgangsstrom der Zündmaschine in Ampere;
- I_{Serie} der Serienzündstrom in Ampere für den Zünder;
- n die Anzahl paralleler Zündkreise (siehe Tabelle 1);
- S der Sicherheitsfaktor (siehe Tabelle 1);
- R_e der höchste Zündkreiswiderstand (siehe 3.10);
- K der Zündimpuls in J/Ω oder Ws/Ω der Zündmaschine.



Legende

- 1 Entladungskurve
- 2 Fläche zur Berechnung der Ausgangsenergie der Zündmaschine
- 3 Serienzündstrom des elektrischen Zünders und Sicherheitsfaktor (nS_{Serie})
- 4 Abschaltzeit der Ausgangsenergie für Zündmaschinen zum Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen (siehe 5.13)

Bild 1 — Entladungskurve

Tabelle 1 — Sicherheitsfaktor

n	1	2	3	≥ 4
S	1,15	1,25	1,35	1,4

5.4.2 Prüfstücke

Von jedem Typ wird eine komplette Zündmaschine geprüft.

5.4.3 Prüfeinrichtungen

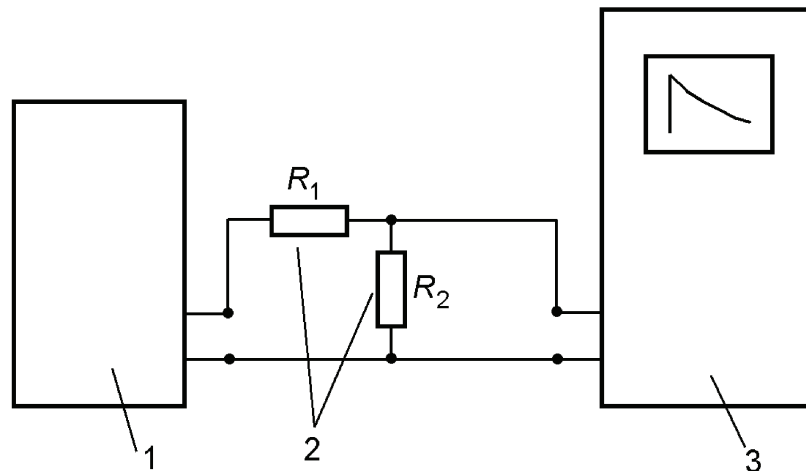
- a) Widerstände R_1 und R_2 , entsprechend dem maximalen Zündkreiswiderstand R_c , und in der Lage, der höchsten Ausgangsspannung der Zündmaschine zu Widerstehen. R_2 muss niederohmig sein (kleiner als 2Ω).
- b) Speicheroszilloskop, das in der Lage ist, die Spannung (U_{osc}) über der Zeit anzuzeigen, um den Strom (als U_{osc}/R_2) und die Energie (als KR_c) der Zündmaschine auf 1 % beziehungsweise 2 % bei dem höchsten Zündkreiswiderstand (R_c) zu berechnen.

5.4.4 Durchführung

Die Zündmaschine wird an die Widerstände R_1 , R_2 und an das Oszilloskop nach Bild 2 angeschlossen. Die Zündmaschine wird nach den Herstellerangaben oder den Angaben auf dem Leistungsschild geladen und

ausgelöst; der Ausgangszündimpuls K wird für eine hinreichend lange Zeitdauer als Oszillogramm aufgezeichnet, um festzustellen:

- ob bei einer Kondensatorzündmaschine der Ausgangsstrom (berechnet als U_{osc}/R_2) auf einen Wert von nSI_{serie} gefallen ist;
- ob bei anderen Zündmaschinen ein Ausgangsstrom (berechnet als U_{osc}/R_2) größer als nSI_{serie} erzeugt wird und sichergestellt wird, dass alle Zünder zünden;
- ob bei Zündmaschinen für die Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen die 4-ms-Abstellzeit eingehalten wurden.



Legende

- 1 Zündmaschine
- 2 Widerstände R_1 und R_2
- 3 Oszilloskop

Bild 2 — Mit Widerständen und Oszilloskop verbundene Zündmaschine

Falls die Zündmaschine für Reihen- und/oder Parallelzündung oder für die Anwendung mit mehreren unterschiedlichen elektrischen Zündern vorgesehen ist, wird die Prüfung für jede alternative Zünderanordnung durchgeführt (siehe 3.10).

Die Prüfungen werden wiederholt, damit für jede Prüfanordnung drei Oszillogramme zur Verfügung stehen, aus denen die Ausgangsenergie der Zündmaschine errechnet werden kann. Der niedrigste Wert der Ausgangsenergie aus den drei Oszillogrammen wird aufgezeichnet und es wird angegeben, ob die Ausgangsenergie geeignet ist, die vom Hersteller der Zündmaschine vorgegebenen Anordnungen der Zündkreise zu zünden.

5.4.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss EN ISO/IEC 17025 entsprechen. Zusätzlich müssen die folgenden Angaben gemacht werden:

- der niedrigste Wert der Ausgangsenergie von den drei Oszillogrammen und ob sie geeignet ist, die vom Hersteller der Zündmaschine vorgegebenen Anordnungen der Zündkreise zu zünden.

5.5 Prüfung zur Bestimmung der Ausgangsspannung der Zündmaschine

5.5.1 Anforderungen

Wenn die Zündmaschine mit einer Spannung von über 500 V arbeitet, darf sie keine Ausgangsspannung erzeugen, die höher als das 1,3fache der Spannung ist, die erforderlich ist, um die höchste Anzahl an Zündern zu zünden, für die sie konstruiert ist.

5.5.2 Prüfstücke

Von jedem Typ wird eine komplette Zündmaschine geprüft.

5.5.3 Prüfeinrichtungen

5.5.3.1 Speicheroszilloskop oder Voltmeter, das in der Lage ist, die vom Hersteller festgelegte Ausgangsspannung der Zündmaschine mit dem höchsten Zündkreiswiderstand (R_c) auf 1 % anzuzeigen.

5.5.3.2 Ohmscher Widerstand mit einem Widerstandswert gleich (R_c) für jede Anordnung und einer für den Ausgang der Zündmaschine ausreichenden Nennleistung.

5.5.4 Durchführung

Der höchste Zündkreiswiderstand R_c und das Messgerät werden parallel an die Ausgangsklemmen der Zündmaschine angeschlossen. Der Zündvorgang wird nach den Empfehlungen des Herstellers durchgeführt. Die höchste vom Oszilloskop oder Voltmeter angezeigte Ausgangsspannung wird aufgezeichnet und angegeben, ob die Ausgangsspannung höher als das 1,3fache der Spannung ist, um die höchste Anzahl an Zündern zu zünden, für die sie konstruiert ist. Der Zündvorgang wird für jeden Wert von (R_c) wiederholt.

5.5.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss EN ISO/IEC 17025 entsprechen. Zusätzlich müssen die folgenden Angaben gemacht werden:

- die höchste vom Oszilloskop oder Voltmeter angezeigte Ausgangsspannung und ob die Ausgangsspannung höher als das 1,3fache der Spannung ist, um die höchste Anzahl an Zündern zu zünden, für die sie konstruiert ist.

5.6 Überprüfung der Anzeige des „Entladezustands“ bei batteriegespeisten Zündmaschinen

5.6.1 Anforderungen

Batteriegespeiste Zündmaschinen müssen eine Anzeige besitzen, auf der angezeigt wird, ob die Batteriespannung unter den vom Hersteller festgelegten Mindestwert für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Zündmaschine abgesunken ist.

5.6.2 Prüfstücke

Von jedem Typ wird eine komplette Zündmaschine geprüft.

5.6.3 Prüfeinrichtung

Regelbare Spannungsquelle, die auf Werte zwischen null und dem Wert der NennAusgangsspannung der in der Zündmaschine verwendeten Batterie einstellbar ist.

5.6.4 Durchführung

Die Batterie der Zündmaschine wird durch die regelbare Spannungsquelle ersetzt. Die Spannungsquelle wird auf die Batterienennspannung eingestellt und dann wird der Wert verringert, bis die Anzeige der Zündmaschine aktiviert wird. Dieser Spannungswert wird aufgezeichnet und mit dem vom Hersteller vorgegebenen Mindestwert verglichen, bei dem der sichere und zuverlässige Betrieb der Zündmaschine sichergestellt ist.

5.6.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss EN ISO/IEC 17025 entsprechen. Zusätzlich müssen die folgenden Angaben gemacht werden:

- der Spannungswert, bei dem die Anzeige der Zündmaschine aktiviert wird, und der Vergleich mit dem vom Hersteller vorgegebenen Mindestwert, bei dem der sichere und zuverlässige Betrieb der Zündmaschine sichergestellt ist.

5.7 „Zündbereitschaft“-Verriegelung und Anzeige von Uhrwerk- oder KondensatorZündmaschinen, die zur Erzeugung einer vorgegebenen, nicht einstellbaren Ausgangszündspannung konstruiert sind

5.7.1 Anforderungen

Uhrwerk- oder KondensatorZündmaschinen mit einer vom Hersteller vorgegebenen, nicht einstellbaren Ausgangsspannung müssen über eine Einrichtung verfügen, die verhindert, dass die Zündmaschine ausgelöst wird, bis diese in der Lage ist, die richtige Ausgangsspannung zu liefern (wie sie vom Hersteller festgelegt ist). Derartige Zündmaschinen müssen auch eine Einrichtung enthalten, mit der dem Anwender angezeigt wird, wann der Energiespeicher der Zündmaschine voll (d. h., falls zutreffend, die Uhrwerksfeder aufgezogen oder der Kondensator geladen) und diese zündbereit ist.

5.7.2 Prüfstücke

Von jedem Typ wird eine komplette Zündmaschine geprüft.

5.7.3 Prüfeinrichtungen

5.7.3.1 Speicheroszilloskop oder Voltmeter, das in der Lage ist, die vom Hersteller festgelegte Ausgangsspannung der Zündmaschine mit dem zwischen die Ausgangsklemmen geschalteten höchsten Zündkreiswiderstand (R_c) anzuzeigen.

5.7.3.2 Ohmscher Widerstand mit einem Widerstandswert gleich (R_c) für jede Anordnung und einer für die Ausgangsleistung der Zündmaschine ausreichenden Nennleistung.