



**Rahmenrichtlinie zum Qualitätssicherungsverfahren nach  
§ 20 (4) der 1. SprengV – Fassung 2005 //  
Modul E der Richtlinie 2007/23/EG von  
pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie 4**

## **Inhalt**

1. Einleitung
2. Gesetzliche Grundlagen
3. Begriffsbestimmung
  - 3.1 Schutzabstand
  - 3.2 Steighöhe
  - 3.3 Effekthöhe
  - 3.4 Rückfallhöhe
4. Qualitätssicherungsverfahren
  - 4.1 Anforderungen
  - 4.2 Stichprobenpläne
  - 4.3 Stichprobenumfang bei Losen geringen Umfangs
  - 4.4 Kennzeichnung
5. Voraussetzungen und Anforderungen
  - 5.1 Technische Unterlagen
  - 5.2 Pyrotechnische Sätze
    - 5.2.1 Reinheit der Ausgangsstoffe
    - 5.2.2 Thermische Stabilität
    - 5.2.3 Verbotene Chemikalien und Mischungen
  - 5.3 Typische Fehler
6. Bestimmung der Satzbestandteile
  - 6.1 Regelungsbedarf
  - 6.2 Typische Fehler
7. Funktionsprüfungen
  - 7.1 Bestimmung der Effekt-/Steig- und Rückfallhöhe
  - 7.2 Abschussbedingungen für Bomben
    - 7.2.1 Durchmesser des Abschussrohres
    - 7.2.2 Länge des Abschussrohres
    - 7.2.3 Beispiel Nr. 1
    - 7.2.4 Beispiel Nr. 2
    - 7.2.5 Abschusswinkel
    - 7.2.6 Widerlager des Rohres
    - 7.2.7 Typische Fehler

- 7.3 Batterien und Kombinationen
  - 7.3.1 Abschusswinkel
  - 7.3.2 Widerlager
  - 7.3.3 Typische Fehler
- 7.4 Raketen
  - 7.4.1 Abschusswinkel
  - 7.4.2 Abschussvorrichtung
  - 7.4.3 Typische Fehler
- 7.5 Römische Lichter
  - 7.5.1 Befestigung
  - 7.5.2 Abschusswinkel
  - 7.5.3 Typische Fehler
- 7.6 Feuertöpfe
  - 7.6.1 Befestigung
  - 7.6.2 Abschusswinkel
  - 7.6.3 Widerlager
  - 7.6.4 Typische Fehler
- 8 Prüfbericht
- 9 Abschlussbemerkungen

## 1. Einleitung

Da das Abbrennen von Großfeuerwerk (Klasse IV) mit einer Reihe von Gefahren verbunden ist, hat der Gesetzgeber im Rahmen sprengstoffrechtlicher Vorschriften die Einhaltung von Sicherheitsmaßnahmen zwingend vorgeschrieben. Bestandteil dieser Sicherheitsmaßnahmen ist auch die Festlegung der Schutzabstände. Die Größe der Schutzabstände, die für die Dauer des Abbrennens des Feuerwerkes von den Abbrennstellen mindestens einzuhalten sind, hängt von der Art und Größe der verwendeten pyrotechnischen Gegenstände und der von ihnen ausgehenden Gefährdung ab.

Mit der Einführung eines Qualitätssicherungssystems soll auch für pyrotechnische Gegenstände der Klasse IV sichergestellt werden, dass nur sichere Produkte mit gleichbleibender Qualität gefertigt und in Verkehr gebracht werden. Die Verpflichtung des Herstellers ergibt sich insoweit unmittelbar aus Artikel 3 Abs. 1 der Richtlinie 2001/95/EG des Rates vom 03. Dezember 2001 über die allgemeine Produktsicherheit (ABl. EG Nr. L 011).

Nach Artikel 5 dieser Richtlinie sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, durch Rechts- und Verwaltungsvorschriften sicherzustellen, dass die Hersteller ihre Verpflichtungen einhalten. Von daher ist es geboten, das Prüflabor daraufhin zu überprüfen, ob dessen fachliche Kompetenz die Qualitätssicherung im Bereich der Pyrotechnik garantiert.

## 2. Gesetzliche Grundlagen

Das 2.SprengÄndG hat den **§ 20 der 1. SprengV** um den Absatz 4 (Durchführung eines Qualitätssicherungsverfahrens für pyrotechnische Gegenstände der Klasse IV) erweitert. Die, für Klasse IV zutreffenden Regelungen des § 20 und der Anlage 1 dazu sind nachfolgend zitiert.

### § 20 der 1. SprengV (*Fassung 2005*)

*(1) Wer pyrotechnische Gegenstände herstellt, in den Geltungsbereich des Gesetzes einführt oder verbringt oder einführen oder verbringen lässt, darf diese anderen nur überlassen, wenn ihre Sätze*

1. *mechanisch oder chemisch nicht verunreinigt sind,*
2. *keine saure Reaktion zeigen, es sei denn, dass die Handhabungssicherheit oder die Lagerbeständigkeit nicht beeinträchtigt wird,*
3. *folgende Ausgangsstoffe nicht enthalten sind:*
  - a. *Schwefel mit freier Säure oder mit mehr als 0,1 vom Hundert unverbrennbaren Bestandteilen,*
  - b. *Schwefelblüte,*
  - c. *weißer (gelber) Phosphor,*
  - d. *Kaliumchlorat mit mehr als 0,15 vom Hundert Bromatgehalt.*

*(2) Wer pyrotechnische Gegenstände der Klasse IV herstellt, in den Geltungsbereich des Gesetzes einführt oder verbringt oder einführen oder verbringen lässt, darf diese*

Gegenstände anderen nur überlassen, wenn sie folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Die Sätze dürfen nicht selbstentzündlich sein; eine vierwöchige Lagerung bei 50 °C darf bei ihnen keine chemische Veränderung hervorrufen, die eine Gefahrenerhöhung bedeutet. Enthalten die Gegenstände verschiedene Sätze, so dürfen die Bestandteile dieser Sätze nicht in Reaktion untereinander treten können, die zur Selbstentzündung führt.
2. In Knallsätzen dürfen an explosionsgefährlichen Stoffen nur Cellulosenitrate mit 12,6 vom Hundert und weniger Stickstoffgehalt, Schwarzpulver, andere Nitratgemische oder Perchloratgemische enthalten sein.
3. Die pyrotechnischen Sätze dürfen folgende Stoffe nicht enthalten: Ammoniumsalze oder Amine zusammen mit Chloraten, Chlorate zusammen mit Metallen, Antimonsulfiden oder Kaliumhexacyanoferrat(II). Die Verwendung von Ammoniumsalzen und Aminen zusammen mit Chloraten in Rauch erzeugenden Gemischen ist zulässig, wenn durch die Zusammensetzung des pyrotechnischen Satzes eine hinreichende Beständigkeit gewährleistet ist. Enthält ein pyrotechnischer Gegenstand mehrere zulässige Sätze, so sind diese so anzuordnen, dass keine Mischungen der in Satz 1 genannten Art entstehen können.
4. In Sätzen, die Chlorate enthalten, darf der Anteil an Chloraten 70 vom Hundert nicht übersteigen. In Leuchtsätzen auf Bariumchlorat-Grundlage und in Pfeifsätzen darf der Chloratanteil bis zu 80 vom Hundert des Satzgewichts betragen.

(3) Der Hersteller und derjenige, der pyrotechnische Gegenstände in den Geltungsbereich des Gesetzes einführt oder verbringt oder einführen oder verbringen lässt, haben sich auf Grund einer Analyse des Herstellers der Ausgangsstoffe oder eines anerkannten Sachverständigen davon zu überzeugen, dass bei den Ausgangsstoffen die Voraussetzungen nach Absatz 1 Nr. 1 und 2 und bei den pyrotechnischen Sätzen die Voraussetzungen nach Absatz 2 Nr. 3 Satz 2 vorliegen. Die Nachweise über die Prüfung sind drei Jahre lang aufzubewahren.

**(4) Wer pyrotechnische Gegenstände der Klasse IV herstellt, einführt oder in den Geltungsbereich des Gesetzes verbringt oder sie einführen oder in den Geltungsbereich des Gesetzes verbringen lässt, darf diese anderen nur überlassen oder selbst verwenden, wenn für diese Gegenstände ein Qualitätssicherungsverfahren nach Anlage 11 durchgeführt worden ist. Die dem Qualitätssicherungsverfahren zugrunde liegenden Anforderungen an diese Gegenstände müssen insbesondere den in den Absätzen 1 und 2 genannten Anforderungen und den aktuellen sicherheitstechnischen Erkenntnissen entsprechen.**

#### Anlage 1 (1.2 Sätze pyrotechnischer Gegenstände)

- 7- Die Sätze pyrotechnischer Gegenstände dürfen nicht selbstentzündlich sein.
- 8- Eine vierwöchige Lagerung bei 50 °C darf an den Sätzen eines pyrotechnischen Gegenstandes und am Gegenstand keine Veränderung hervorrufen, die eine Gefahrenerhöhung bedeutet. Enthält ein pyrotechnischer Gegenstand verschiedene Sätze, so dürfen die Bestandteile dieser Sätze nicht in Reaktion untereinander treten können, die zur Selbstentzündung führt oder eine Gefahrenerhöhung hervorruft.
- 9- In pyrotechnischen Sätzen dürfen nicht enthalten sein:
  1. Ammoniumsalze und Amine zusammen mit Chloraten,
  2. Metalle, Antimonsulfide oder Kaliumhexacyanoferrat(II) zusammen mit Chloraten.

*Enthält ein pyrotechnischer Gegenstand mehrere zulässige Sätze, so sind diese so anzuordnen, dass keine Mischungen der vorstehend genannten Art entstehen können.*

- 10- *In Sätzen, die Chlorate enthalten, darf der Anteil an Chloraten 70 % nicht übersteigen. In Leuchtsätzen auf Bariumchlorat-Grundlage, in Pfeifsätzen sowie in Sätzen für Knallkorken und Amorces darf der Chloratanteil bis auf 80 % des Satzgewichtes erhöht werden.*

Die zusätzlichen Anforderungen für die **Kennzeichnung** sind im **§ 14 (1) Nr. 4 der 1. SprengV** festgelegt.

Die **Schutzabstände** für das Abbrennen von Großfeuerwerk sind in der **Anlage 1.3 SprengVwV** (zukünftige Fassung) festgelegt und sollen die nötige Sicherheit für die Zuschauer gewährleisten. Die Grundlage für die Festlegung der Schutzabstände bilden darin die jeweiligen Effekt- bzw. Steighöhen (Steighöhe bei Bomben).

### **3. Begriffsbestimmungen**

#### **a. Schutzabstand (Fernbereich)**

ist der zwischen Abschussmittel bzw. pyrotechnischem Gegenstand und Publikum, unbeteiligten Dritten und brandempfindlichen Objekten einzuhaltenen horizontale Abstand (Entwurf Anlage 1.3 SprengVwV).

#### **b. Steighöhe**

ist der senkrechte Abstand zwischen der Abschußstelle und der Horizontalen durch den Gipfelpunkt (Maximum) der Flugbahn bzw. den Ort der Zerlegung von pyrotechnischen Gegenständen. *Zutreffend für Bomben.*

#### **c. Effekthöhe**

ist der senkrechte Abstand zwischen der Abschußstelle und der Horizontalen durch den Gipfelpunkt (Maximum) der Flugbahn von brennenden pyrotechnischen Effekten. *Zutreffend für alle Gegenstände außer Bomben.*

#### **d. Rückfallhöhe**

ist der kleinste senkrechte Abstand zwischen der Abschußstelle und der Horizontalen durch den Ort des Verlöschens pyrotechnischer Effekte. *Zutreffend für alle Gegenstände.*

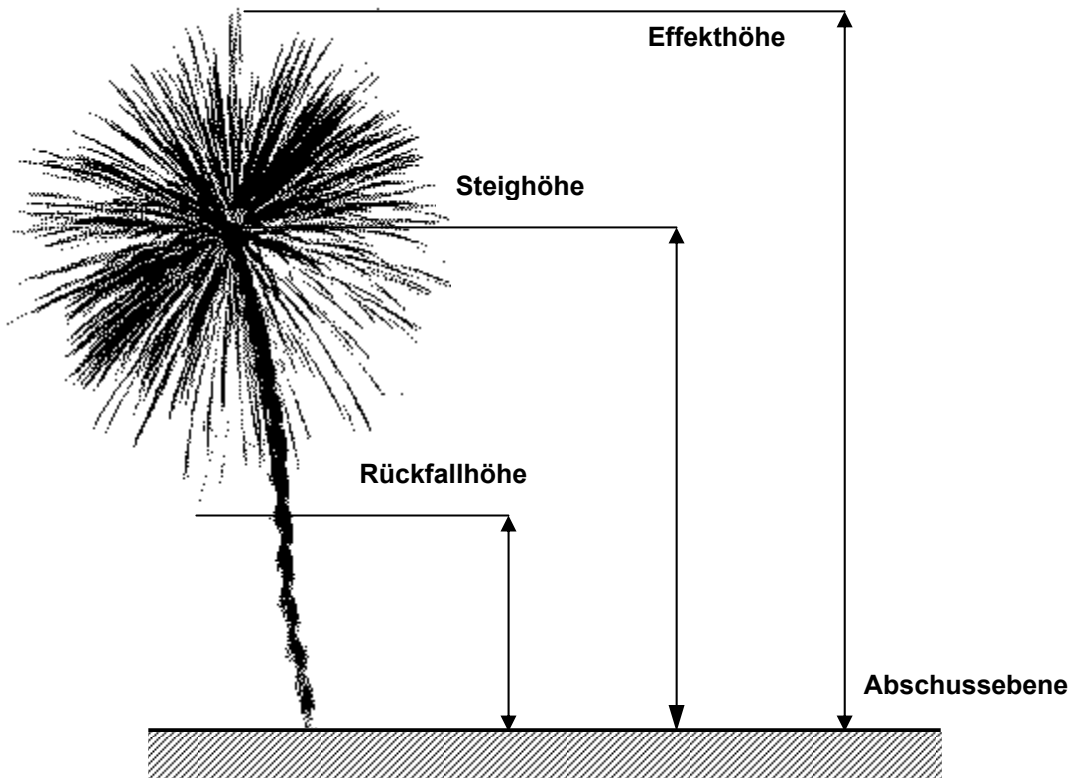


Bild 1: Darstellung von Steighöhe, Effekthöhe und Rückfallhöhe

## 4. Qualitätssicherungsverfahren

### 4.1 Anforderungen

Die Beschreibung des Verfahrens ist in der Anlage 11 zur 1. SprengV wiedergegeben:

#### Anlage 11

#### Anforderungen an das Qualitätssicherungsverfahren nach § 20 Abs. 4

1. Das Prüflabor muss ein Qualitätssicherungssystem nach EN ISO 9001:2000<sup>1)</sup> oder ein vergleichbares Verfahren betreiben.
2. Das Prüflabor muss in der Europäischen Union ansässig sein.
3. Die Qualitätssicherung erfolgt nach **EN ISO 2859-1<sup>1)</sup>** mit folgenden Parametern:
  - a. Prüfniveau: S-3
  - b. Stichprobenanweisungen: doppelt
  - c. Kritische Fehler: AQL=0,65  
(Gefährdung von Leib und Leben wie z. B. Rohrkrepiierer, Blindgänger, Zerleger in geringer Höhe) **Versager, Präzisierung zur Anlage 11**
  - d. Hauptfehler: AQL = 6,5

(z. B. Nichterlöschen von Effekten vor dem Auftreffen auf dem Boden)  
**Rückfallhöhe < 20 m**, auf den Boden fallende brennende oder glimmende Teile des Feuerwerkskörpers, **Präzisierung zur Anlage 11**

- e. Nebenfehler: AQL = 15  
 (z. B. nicht angezündete einzelne Sterne)

Ungleichmäßige Brenndauer der Anzündung, unvollständige Funktion der beabsichtigten Effekte wie z. B. schwarze Sterne, nicht gezündete Wirbel, Ausrieseln von pyrotechnischen Sätzen bei Transport- und Ladevorgängen, keine Schutzkappe, Kennzeichnungsmängel. Versager, die auf das Anzündsystem zurückzuführen sind fallen nicht darunter.  
**Präzisierung zur Anlage 11**

1) herausgegeben im Beuth-Verlag GmbH, Berlin und Köln.“

Dabei ist 
$$AQL = \frac{\text{Anzahl der fehlerhaften Einheiten}}{\text{Stichprobenumfang}} \times 100$$

Die Ermittlung der Effekt-/Steig-/Rückfallhöhe erfolgt im Rahmen der Funktionsprüfung der Gegenstände. Bei Gegenständen gleicher Bauart, die in Art (z. B. Kugelbombe), Abmessungen (z. B. Durchmesser), Nettomasse ohne Treibladung und Ausstoßladung (Zusammensetzung, Korngröße und Masse) identisch sind und sich nur durch die Effekte unterscheiden, können die Ergebnisse der Steighöhenbestimmung auf die gleiche Produktgruppe übertragen werden.

Die Überprüfung der Effekt-/Steig-/Rückfallhöhen für jedes Fertigungslos erfolgt im Rahmen des Qualitätssicherungsverfahrens im vorgegebenen Stichprobenumfang (Funktionsprüfung). **Für die Steig-/Effekthöhen ist eine Abweichung von  $\pm 25\%$  bei der Überprüfung im Rahmen des Qualitätssicherungsverfahrens im Vergleich zur Produktgruppe zulässig, ohne die korrigierten Werte der Kennzeichnung zu Grunde zu legen.**

## 4.2 Stichprobenpläne

Für die Bestimmung des Stichprobenumfangs wird in DIN ISO 2859-1 Tabelle 1 (Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang) Spalte 1 „Losumfang“ die Zeile für den vorhandenen Losumfang ausgewählt und in dieser Zeile, in Spalte S-3 (Besondere Prüfniveaus) der Kennbuchstabe für den Stichprobenumfang ermittelt. Nach Kenntnis des Kennbuchstabens wird in Tabelle 2-A (Einfach-Stichprobenanweisungen für normale Prüfungen (Leittabelle)) in der Spalte „Stichprobenumfang“ für den ermittelten Kennbuchstaben der Stichprobenumfang bestimmt.

## 4.3 Stichprobenumfang bei Losen geringen Umfangs (Funktionsprüfung)

Bei geringen Losumfängen (2 – 1200 Einheiten) sind Abweichungen vom Stichprobenplan - **ausschließlich bezogen auf die zerstörenden Prüfungen** - in der nachfolgend beschriebenen Art möglich.

Für alle pyrotechnischen Gegenstände der Klasse IV gilt in diesem Sinne:

Losumfang	Stichprobenumfang		Bemerkungen
	nicht zerstörende Prüfungen	davon für zerstörende Prüfungen	
1	-	0	Keine Funktionsprüfung, aber Bombe Steighöhe gleich 1500 x Kaliber (mm)
2 – 15	2 Kennbuchstabe A	0	Keine Funktionsprüfung, aber Bombe Steighöhe gleich 1500 x Kaliber (mm)
16 - 50	3 Kennbuchstabe B	1	Eine Funktionsprüfungen (mit Bestimmung der Steig-/Effekthöhe)
51 – 150	5 Kennbuchstabe C	2	Zwei Funktionsprüfungen (mit Bestimmung der Steig-/Effekthöhe)
151 – 500	8 Kennbuchstabe D	3	Drei Funktionsprüfungen (mit Bestimmung der Steig-/Effekthöhe)
501 – 1200	13 Kennbuchstabe E	8	Acht Funktionsprüfungen (mit Bestimmung der Steig-/Effekthöhe)

Tabelle 1: Stichprobenumfang und Funktionsprüfung bei Losen geringen Umfangs

#### 4.4 Kennzeichnung

Gemäß § 14 Abs. 1 Nr. 4 der 1. SprengV sind die pyrotechnischen Gegenstände der Klasse IV nach Durchführung eines Qualitätssicherungsverfahrens zusätzlich zu der geforderten Kennzeichnung mit folgenden Angaben zu versehen:

der Name (Firma) und die Anschrift der EN ISO 9001:2000 zertifizierten Prüfstelle, die Losnummer der Lieferung und - im Falle von Bomben - die Steighöhe oder- im Falle von Römischen Lichtern und Feuertöpfen - die Effekthöhe.

§ 14 der 1. SprengV (Fassung 2005)

*(1) Wer explosionsgefährliche Stoffe oder Sprengzubehör herstellt, einführt oder verbringt, darf diese Stoffe oder Gegenstände anderen nur überlassen, wenn sie und ihre Verpackung nach den Vorschriften der Anlage 3 gekennzeichnet sind und, soweit es sich um Stoffe nach § 6a Abs. 1 handelt, die in § 6a Abs. 1a Satz 2 bezeichnete Anleitung beigelegt ist. Soweit diese Vorschriften nichts Abweichendes vorschreiben, ist folgende Kennzeichnung anzubringen:*

1. die Bezeichnung (Name) des jeweiligen Stoffes oder Gegenstandes;
2. der Name (Firma), die Anschrift und die Telefonnummer des Herstellers oder des Einführers oder des Vertriebsunternehmers; bei Herstellern mit Sitz außerhalb der Europäischen Union Name und Anschrift dessen, der den Stoff in die Europäische Gemeinschaft einführt;
3. bei pyrotechnischen Gegenständen, sonstigen explosionsgefährlichen Stoffen und Sprengzubehör: Kennzeichen der Herstellungsstätte nach § 10 Abs. 1 Nr. 4;
4. bei pyrotechnischen Gegenständen, sonstigen explosionsgefährlichen Stoffen und Sprengzubehör: das vorgeschriebene Zulassungszeichen; bei Durchfüh-

*rung eines Qualitätssicherungsverfahrens: die Prüfstelle, die Losnummer und - im Falle von Bomben - die Steighöhe oder- im Falle von Römischen Lichtern und Feuertöpfen - die Effekthöhe;*

- 4a. bei Explosivstoffen: das CE-Zeichen nach Anlage 5, im Falle einer erfolgten Einzelprüfung nach § 6a Abs. 1 Satz 3 oder des Konformitätsnachweises nach § 6a Abs. 1 Satz 2 in Verbindung mit Anlage 8 Nr. 4 auch das Kennzeichen der benannten Stelle;*
- 5. das Gefahrensymbol „Explosionsgefährlich“ nach Anhang I der Richtlinie 93/21/EWG der Kommission vom 27. April 1993 zur achtzehnten Anpassung an den technischen Fortschritt der Richtlinie 67/548/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe (ABl. EG Nr. L 110 A vom 4. Mai 1993); das Symbol muss mindestens 1 cm<sup>2</sup> groß sein und mindestens ein Zehntel der von der Kennzeichnung eingenommenen Fläche ausfüllen.*

*Als Hersteller im Sinne des Absatzes 1 Satz 2 Nr. 2 gilt bei Stoffen nach § 1 Abs. 3 des Gesetzes auch derjenige, unter dessen Namen oder Firma die Stoffe vertrieben oder anderen überlassen werden und der die Verantwortung dafür übernimmt, dass die Stoffe entsprechend dieser Verordnung gekennzeichnet und verpackt sind.*

## **5. Voraussetzungen und Anforderungen**

### **5.1 Technische Unterlagen**

Für die Prüfung sollten die folgenden Unterlagen vorliegen und nach erfolgter Prüfung dem Prüfbericht beigelegt werden:

- a) eine technische Zeichnung (Schnittzeichnung) des Gegenstandes,
- b) eine Stückliste mit den folgenden Informationen:
  - das Material der Bauteile des pyrotechnischen Gegenstandes (z. B. Polyethylen, Pappe, Leim, Holz, Aluminium),
  - die Massen (Gewichte) der Bauteile des pyrotechnischen Gegenstandes,
  - die chemische Zusammensetzung jedes im pyrotechnischen Gegenstand enthaltenen pyrotechnischen Satzes (in Massenanteilen),
  - die Masse jedes pyrotechnischen Satzes,
  - Angaben über Anzahl der vorgesehenen Effekte und deren Funktion.

### **5.2 Pyrotechnische Sätze**

Die Anforderungen an die im pyrotechnischen Gegenstand verarbeiteten pyrotechnischen Sätze sind in § 20 Abs. 1, 2 und 3 der 1. SprengV und in Abs. 7 bis 10 der Anlage 1 zur 1. SprengV geregelt. Diese sind im Einzelnen:

### 5.2.1 Reinheit der Ausgangsstoffe

Die Ausgangsstoffe der pyrotechnischen Sätze dürfen nicht mechanisch verunreinigt sein.

### 5.2.2 Thermische Stabilität

Die Sätze dürfen nicht selbstentzündlich sein; eine vierwöchige Lagerung bei 50 °C darf bei ihnen keine chemische Veränderung hervorrufen, die eine Gefahrenehöhung bedeutet. Enthalten die Gegenstände verschiedene Sätze, so dürfen die Bestandteile dieser Sätze nicht in Reaktion untereinander treten können, die zur Selbstentzündung führt.

### 5.2.3 Verbotene Chemikalien und Mischungen

In pyrotechnischen Sätzen dürfen nicht enthalten sein:

- Arsen und Arsenverbindungen,
- Blei und Bleiverbindungen,
- Kaliumchlorat mit einem Massenanteil an Bromaten von mehr als 0,15 %,
- Mischungen mit einem Massenanteil an Chloraten von mehr als 80 %,
- Mischungen von Chloraten mit Amininen,
- Mischungen von Chloraten mit Ammoniumsalzen,
- Mischungen von Chloraten mit Metallen,
- Mischungen von Chloraten mit rotem Phosphor,
- Mischungen von Chloraten mit Kaliumhexacyanoferrat(II),
- Mischungen von Chloraten mit Schwefel,
- Mischungen von Chloraten mit Sulfiden,
- Pikrate und Pikrinsäure,
- Quecksilberverbindungen,
- Weißer Phosphor,
- Schwefel mit einem Massenanteil an freier Säure (als H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) von mehr als 0,002 %,
- Zirkon mit einer Korngröße von weniger als 40 µm.

Enthält ein pyrotechnischer Gegenstand mehrere zulässige Sätze, so sind diese so anzuordnen, dass keine Mischungen der vorstehend genannten Art entstehen können.

Die Verwendung von Ammoniumsalzen und Amininen zusammen mit Chloraten in Rauch erzeugenden Gemischen ist zulässig, wenn durch die Zusammensetzung des pyrotechnischen Satzes eine hinreichende Beständigkeit gewährleistet ist.

### 5.3 Typische Fehler

Bei der allgemeinen Prüfung der Gegenstände, d.h. der Vergleich der Unterlagen mit den Gegenständen, können folgende typischen Abweichungen auftreten:

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Aufbau des Gegenstandes stimmt nicht mit den Unterlagen überein,
- Maße des Gegenstandes weichen von den Unterlagen wesentlich ab,
- Gegenstand enthält verbotenen Chemikalien und Mischungen,
- Nettoexplosivstoffmasse weicht um mehr als 10 % ab.

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Aufbau der Bauteile geändert,
- Maße des Gegenstandes weichen von den Unterlagen ab,
- Zusammensetzung von pyrotechnischen Sätzen geändert.

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Beigefügte Unterlagen sind unvollständig oder weisen Fehler auf.

## 6. Bestimmung der Satzbestandteile

Zur Kontrolle des Aufbaus und der Zusammensetzung und Beschaffenheit und zur Bestimmung der Nettoexplosivstoffmassen muss ein Abgleich mit den vom Hersteller oder Antagsteller vorgelegten technischen Unterlagen durchgeführt werden. Dabei müssen die enthaltenen pyrotechnischen Sätze auf Einhaltung der in Abschnitt 5.2 vorgeschriebenen Anforderungen hin überprüft werden.

### 6.1 Regelungsbedarf

Der Regelungsbedarf bei den Satzbestandteilen liegt im Ausschluss von Substanzen, Verbindungen und Mischungen.

### 6.2 Typische Fehler

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Die pyrotechnische Sätze enthalten verbotenen Chemikalien und Mischungen,

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Zusammensetzung von pyrotechnischen Sätzen entspricht nicht den Vorgaben.

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Beigefügte Unterlagen sind unvollständig oder weisen Fehler auf.

## 7. Funktionsprüfungen

Zur einheitlichen Bestimmungen von Effekt- und Steig- und Rückfallhöhen ist die Festlegung der entsprechenden Randbedingungen nötig.

### 7.1 Bestimmung der Effekt- / Steig- und Rückfallhöhe

Der Abschuss hat für die Effekt- / Steig- und Rückfallhöhenbestimmung, wenn möglich, senkrecht (unter einem Winkel von  $90^\circ$  zur Erdoberfläche) zu erfolgen. Die Messungen sind bei Windgeschwindigkeiten bis zu höchsten 5 m/s auszuführen.

Für die Bestimmung der Höhen sind alle gängigen Messgeräte auf Basis einer Winkelmessung (z. B. Theodoliten) mit Visiereinrichtung geeignet, die eine gleichzeitigen Messung des Vertikalwinkels ( $0 - 90^\circ$ , Teilung  $1^\circ$ ) und des Horizontalwinkel ( $0 - 360^\circ$ , Teilung  $1^\circ$ ) ermöglichen.

Die Messung hat von zwei Messorten zu erfolgen, wobei sich die Messorte 1 und 2 um  $90^\circ$  versetzt zum Abschussort befinden (siehe Bild 2).

Bei der Messung ist jeweils der Horizontal- und der Vertikalwinkel zu messen. Sind die Höhen der Messorte unterschiedlich, ist dies bei der Messung zu berücksichtigen.

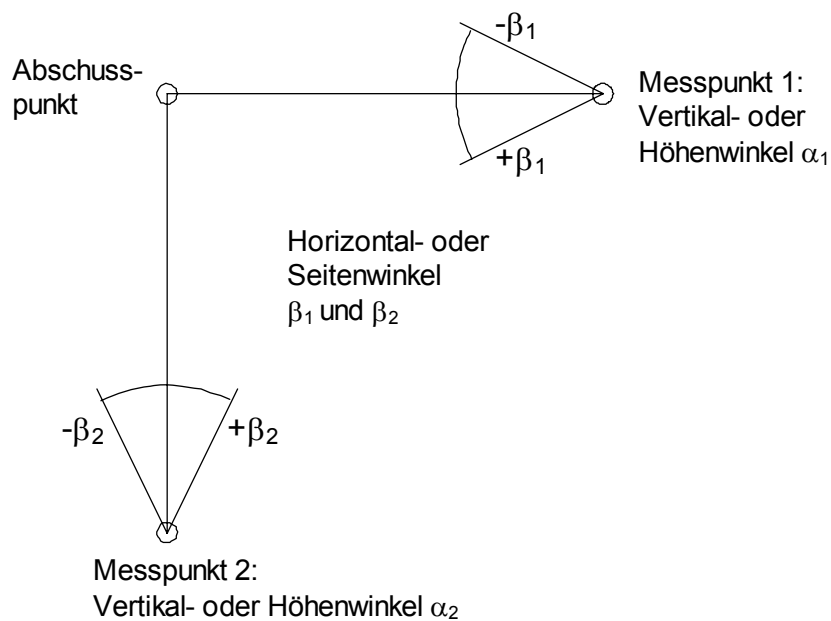


Bild 2: Messaufbau

Verläuft die Flugbahn senkrecht (d. h. von beiden Messorten werden keine Horizontalwinkel oder Horizontalwinkel von weniger als  $2^\circ$  gemessen), wird die

Effekt-/Steig-/Rückfallhöhe  $h$  aus dem Vertikalwinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  und den Basislängen  $b$  (Entfernung zwischen Abschussort und Messort) nach folgender Formel bestimmt:

$$h_{1,2} = b \cdot \operatorname{tg} \alpha_{1,2} \quad (1)$$

Da mit dieser Formel die Höhe für jeden Messort getrennt berechnet und anschließend aus den beiden Rechnungen der Mittelwert gebildet wird, kann hier mit unterschiedlichen Basislängen gerechnet werden.

Verläuft die Flugbahn nicht senkrecht, so wird die tatsächliche Effekt-/Steig-/Rückfallhöhe nach folgenden Formeln berechnet:

$$h_1 = b \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \frac{\cos \beta_2 - \sin \beta_2}{\cos(\beta_1 + \beta_2)} \quad (2)$$

und

$$h_2 = b \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \frac{\cos \beta_1 - \sin \beta_1}{\cos(\beta_1 + \beta_2)} \quad (3)$$

Hierbei sind  $\beta_1$  und  $\beta_2$  die Horizontalwinkel.

Um den Messfehler gering zu halten muss der Abstand zwischen Abschussort und Messort, nachfolgend Basislänge genannt, dem Messgerät angepasst sein. Der gemessene Höhenwinkel darf maximal  $60^\circ$  betragen anzustreben ist ein Messbereich von  $40^\circ - 50^\circ$ . D. h. bei einer Steighöhe von 300 m sollten die Basislängen mindestens 175 m betragen.

Die Bestimmung der Basislängen sollte mindestens mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  der Entfernung erfolgen.

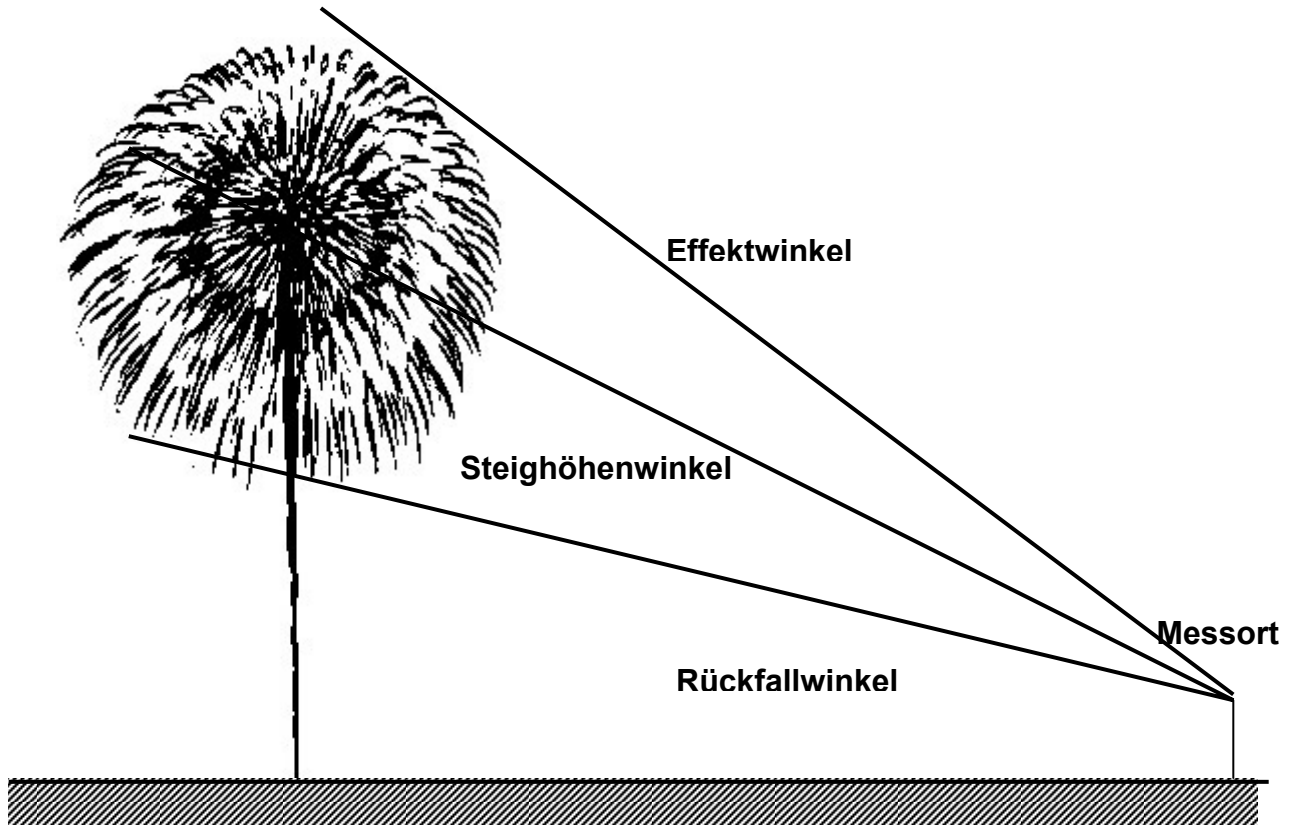


Bild 3: Darstellung der Basiswinkel

## 7.2 Abschussbedingungen für Bomben

Für die Bestimmung der Steighöhe von Bomben sind folgende Abschussbedingungen einzuhalten:

### 7.2.1 Durchmesser des Abschussrohres

Die Steighöhe einer Bombe wird weitgehend durch das Spiel (Klemmung) der Bombe im Mörser (Verhältnis des Innendurchmessers des Mörsers zum Außendurchmesser der Bombe) „Q“ bestimmt. Hierbei ist Q das Verhältnis von „Quadrat des Bombenaußendurchmessers“ ( $d_{a,Bombe}$ ) geteilt durch „Quadrat des Mörser-Innendurchmessers“ ( $d_{i,Mörser}$ ). Der Außendurchmesser muss in der waagerechten Mitte (am größten Durchmesser und zusammen mit der Dicke der Zündleitung) gemessen werden. Hierbei müssen die Bedingungen:

$$Q = \frac{d_{a,Bombe}^2}{d_{i,Mörser}^2} = 0,9 - 0,95 \quad (4)$$

bei Kaliber  $\leq 100$  mm:  $Q^{\pm} = 0,85 - 0,95$ ,

bzw.

$$d_{i,Mörser} = \sqrt{(1,1 \text{ bis } 1,05) \times d_{a,Bombe}^2} \quad (5)$$

bei Kaliber  $\leq 100$  mm:  $d_{i,Mörser} = \sqrt{(1,18 \text{ bis } 1,05) \times d_{a,Bombe}^2}$

eingehalten werden.

Hierbei ist:

$d_{a,Bombe}$  = Außendurchmesser der Bombe, gemessen zusammen mit der seitlich angebrachter Zündleitung

$d_{i,Mörser}$  = Innendurchmesser des Abschussrohres (Mörser)

### 7.2.2 Länge des Abschussrohres

Ein weiter, bestimmender Faktor für die Steighöhe der Bombe ist die Länge des Abschussrohres ( $l_{Mörser}$ ). Schwarzpulver hat eine maximale Abbrandgeschwindigkeit von ungefähr 625 m/s. Hierdurch wird im Abschussrohr der Druck auf den Bombenboden nur langsam aufgebaut. Es ist erforderlich, dass das Abschussrohr eine Länge hat die ausreicht, dass sich die Bombe bis zum vollständigen Abbrand der Treibladung im Rohr befindet und dadurch die gesamte Energie der Ausstoßladung für den Aufstieg der Bombe wirksam wird.

Diese Bedingungen werden dadurch erreicht, dass die innere Länge des Abschussrohres ( $l_{Mörser}$  - Länge von der Rohrmündung bis zur Oberseite des Rohrbodens)

$$l_{Mörser} \geq 6 \times d_{i,Mörser} \quad (6)$$

beträgt.

Eine optimale Energieausbeute wird bei

$$l_{Mörser} = 8 \times d_{i,Mörser} \quad (7)$$

erreicht.

**Für die Messung der Steig- / Effekt- und Rückfallhöhe von Kugelbomben wird ein Abschussrohres mit einer innere Länge  $l_{Mörser}$  vom 6 bis 8-fachen des Mörser - Innendurchmessers  $d_{i,Mörser}$  vorgeschrieben.**

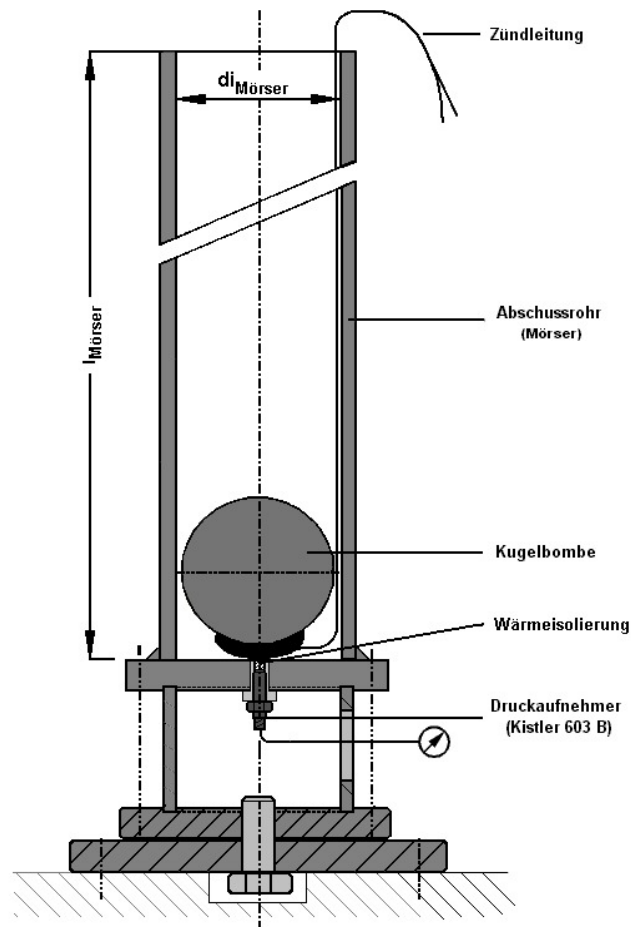


Bild 4: Versuchsaufbau zur Messung der Effekt- / Steig- und Effekthöhe von Bomben

### 7.2.3 Beispiel Nr.1

Berechnung des erforderlichen Abschussrohres für eine Kugelbombe mit einem Außendurchmesser von 200 mm

maximaler Mörserdurchmesser  $d_{i,Mörser} = \sqrt{\frac{d_{a,Bombe}^2}{0,9}} = \sqrt{\frac{200^2}{0,9}} \approx 211 \text{ mm}$

minimaler Mörserdurchmesser  $d_{i,Mörser} = \sqrt{\frac{d_{a,Bombe}^2}{0,95}} = \sqrt{\frac{200^2}{0,95}} \approx 205 \text{ mm}$

minimale innere Mörserlänge  $l_{Mörser} = 6 \times d_{i,Mörser}$   
 $l_{Mörser} = 6 \times 211 = 1266 \text{ mm}$

Das Abschussrohr muss also einen Innendurchmesser von 205 mm – 211 mm und eine innere Länge von 1266 mm haben.

Im Umkehrschluss kann bei feststehenden Rohrabmessungen die Toleranz der zu prüfenden Bomben für die vorhandenen Rohrparameter ermittelt werden.

#### 7.2.4 Beispiel Nr.2

Ein Abschussrohr mit einer inneren Länge von 1000 mm und einem Abschussrohr mit einem Innendurchmesser von 220 mm soll für Kugelbomben verwendet werden: Hierfür muss zunächst der Außendurchmesser der geeigneten Kugelbombe errechnet werden:

Solldurchmesser Bombe bei  $Q = 0,9$

$$d_{a,Bombe} = \sqrt{d_{i,Mörser}^2 \times 0,9} = \sqrt{220^2 \times 0,9} \approx 209 \text{ mm}$$

Solldurchmesser Bombe bei  $Q = 0,95$

$$d_{a,Bombe} = \sqrt{d_{i,Mörser}^2 \times 0,95} = \sqrt{220^2 \times 0,95} \approx 214 \text{ mm}$$

Die minimale innere Mörserlänge für Bomben dieses Durchmessers muss mindestens:

$$l_{Mörser} = 6 \times d_{Bombe}$$

$$l_{Mörser} = 6 \times 209 = 1254 \text{ mm}$$

betragen.

In vorliegenden Fall ist das Abschussrohr zu kurz.

#### 7.2.5 Abschusswinkel

Der Anstellwinkel des Abschussrohres (Mörser) muss für die Bestimmung der Steighöhe der Bombe möglichst gering gehalten werden, um bei der Messung nicht noch zusätzliche seitliche Abweichungen zu erhalten. Ein Anstellwinkel von  $\leq 1^\circ$  muss eingehalten werden.

Zur Kontrolle des Anstellwinkels des Abschussrohres kann z. B. ein Stellwinkel oder eine digitale Wasserwaage mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  verwendet werden.

#### 7.2.6 Widerlager des Rohres

Der Rückstoß des Abschussrohres (Mörser) hat ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Steighöhe. Beim Abschuss der Bombe wird von weichen Untergründen ein nicht unerheblicher Anteil der kinetischen Energie absorbiert. Hierdurch vermindert sich die Steig- / Effekt- und Rückfallhöhe der Bombe erheblich. Aus diesem Grund muss das Abschussrohr direkt auf einem harten Unter-

grund (z. B. Beton) aufgestellt werde. Unter dem Abschussrohr ist jedes dämpfende Material, wie z. B. Holz, verboten.

### 7.2.7 Typische Fehler

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Blindgänger (Schwarze Bomben),
- Zerleger im Mörser (Ausstoß der Effekte als Feuertopf) oder in geringer Höhe,

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Rückfallhöhe der Effekte < 20 m,
- Beschädigung des Mörsers bei der Funktion,
- Auf den Boden fallende glimmende oder brennende Teile.

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Einzelne, nicht angezündete Sterne (schwarze Sterne) oder Effekte (Wirbel, Bombetten),
- Ausrieseln von pyrotechnischen Satz bei Transport und Ladevorgänge,
- Fehlende Schutzkappe.

## 7.3 Batterien und Kombinationen

### 7.3.1 Abschusswinkel

Die Batterien und Kombinationen müssen senkrecht auf ebenen Boden gestellt werden. Ein Anstellwinkel von  $\leq 1^\circ$  muss eingehalten werden.

Bei Batterien und Kombinationen mit gefächerten Abschussrohren hat der Abschuss unter dem durch die Konstruktion der Batterie oder Kombination bestimmten Winkel zu erfolgen.

Zur Kontrolle des Anstellwinkels des Abschussrohres kann z. B. ein Stellwinkel oder eine digitale Wasserwaage mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  verwendet werden.

### 7.3.2 Widerlager

Die Batterie oder Kombination muss direkt auf einen ebenen, harten Untergrund (z. B. Beton) gestellt werden.

### 7.3.3 Typische Fehler

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Blindgänger (Schwarze Bomben),
- Zerlegen der Effekte im Rohr (Ausstoß der Effekte als Feuertopf) oder in geringer Höhe.

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Rückfallhöhe der Effekte < 20 m,
- Auf den Boden fallende glimmende oder brennende Teile,
- Unterbrochene Anzündung (es werden nicht alle Rohre angezündet).

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Einzelne, nicht angezündete Sterne (schwarze Sterne) oder Effekte (Wirbel, Bombetten),
- Ausrieseln von pyrotechnischen Satz bei Transport und Ladevorgänge,
- Fehlende Schutzkappe.

## 7.4 Raketen

### 7.4.1 Abschusswinkel

Der Abschuss von Raketen hat für die Effekt- / Steig- und Rückfallhöhenbestimmung grundsätzlich senkrecht (unter einem Winkel von  $90^\circ$  zur Erdoberfläche) zu erfolgen.

Der Anstellwinkel der Abschussvorrichtung muss, um die Messung nicht zu verfälschen, für die Bestimmung der Steighöhe der Rakete möglichst gering gehalten werden. Ein Anstellwinkel der Abschussvorrichtung von  $\leq 1^\circ$  muss eingehalten werden.

Zur Kontrolle des Anstellwinkels der Abschussvorrichtung kann z. B. eine digitale Wasserwaage mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  verwendet werden.

### 7.4.2 Abschussvorrichtung

Die Raketenabschussvorrichtung muss ein geeignetes Rohr (z. B. aus Metall) sein, das den Raketenstab so hält, dass die Rakete senkrecht steht und ungehindert aufsteigen kann. Die Länge des Bauteils, das den Stab hält, muss mindestens zwei Drittel der Länge des Raketenstabes betragen.

### 7.4.3 Typische Fehler

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Versager,
- Explosion des Treibsatzes,
- Durchzündung der Rakete im Startgestell,
- Zerleger in geringer Höhe.

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Rückfallhöhe der Effekte  $< 20$  m,
- Auf den Boden fallende glimmende oder brennende Teile.

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Einzelne, nicht angezündete Effekte (schwarze Sterne, Wirbel, Bombetten),
- Ausrieseln von pyrotechnischen Satz bei Transport und Ladevorgänge,
- Fehlende Schutzkappe.

## 7.5 Römische Lichter

### 7.5.1 Befestigung

Die Römischen Lichter sind so zu befestigen, dass die Römischen Lichter senkrecht stehen und die Effekte ungehindert nach oben ausgestoßen werden können.

Zur Kontrolle des Anstellwinkels des Römischen Lichtes kann z. B. ein Stellwinkel oder eine digitale Wasserwaage mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  verwendet werden.

### 7.5.2 Abschusswinkel

Der Anstellwinkel des Römischen Lichtes muss für die Bestimmung der Effekt- und Rückfallhöhe möglichst gering gehalten werden, um die Messung nicht zu verfälschen. Ein Anstellwinkel von  $\leq 1^\circ$  muss eingehalten werden.

Zur Kontrolle des Anstellwinkels kann z. B. eine digitale Wasserwaage mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  verwendet werden.

### 7.5.3 Typische Fehler

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Nicht alle Effekte ausgestoßen,
- Versagen der Anzündung.

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Rückfallhöhe der Effekte  $< 20$  m,
- Auf den Boden fallende glimmende oder brennende Teile.

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Einzelne, nicht angezündete Sterne (schwarze Sterne) oder Effekte (Wirbel, Bombetten),
- Ausrieseln von pyrotechnischen Satz bei Transport und Ladevorgänge,
- Fehlende Schutzkappe.

## 7.6 Feuertöpfe

### 7.6.1 Befestigung

Feuertöpfe mit Standfuß und Abschussrohre für Feuertöpfe die zum Verladen in Mörsern bestimmt sind, müssen für die Bestimmung der Effekt- und Rückfallhöhe grundsätzlich senkrecht (unter einem Winkel von  $90^\circ$  zur Erdoberfläche) so auf ebenen Boden gestellt werden, dass die Effekte ungehindert nach oben ausgestoßen werden können.

### 7.6.2 Abschusswinkel

Der Anstellwinkel des Feuertopfes oder des Abschussrohres muss, um die Messung nicht zu verfälschen, für die Bestimmung der Effekt- und Rückfallhöhe

möglichst gering gehalten werden. Ein Anstellwinkel von  $\leq 1^\circ$  muss eingehalten werden.

Zur Kontrolle des Anstellwinkels kann z. B. eine digitale Wasserwaage mit einer Genauigkeit von  $0,1^\circ$  verwendet werden.

### 7.6.3 Widerlager

Der Feuertopf oder das Abschussrohr muss auf einen ebenen, harten Untergrund (z. B. Beton) gestellt werden.

### 7.6.4 Typische Fehler

Als **kritische Fehler** sind zu bewerten:

- Versager,
- Umfallen des Feuertopfes bei der Funktion bei Feuertöpfen mit Standfuß,
- Feuerwerkshülle bei der Funktion beschädigt bei Feuertöpfen mit Standfuß.

Als **Hauptfehler** sind zu bewerten:

- Auf den Boden fallende brennende Effekte.
- Auf den Boden fallende glimmende oder brennende Teile.

Als **Nebenfehler** sind zu bewerten:

- Einzelne, nicht angezündete Sterne (schwarze Sterne) oder Effekte (Wirbel, Bombetten),
- Ausrieseln von pyrotechnischen Satz bei Transport und Ladevorgänge,
- Fehlende Schutzkappe.

## 8. Prüfbericht

Der Prüfbericht muss EN ISO/IEC 17025 entsprechen und sollte neben den in 5.1 aufgeführten Unterlagen, je nach Art des Gegenstandes, die nachfolgenden Informationen enthalten.

1. das Datum der Beendigung der Prüfung,
2. die vollständige Identifikation des Prüfmusters,
3. Losumfang,
4. Stichprobenumfang,
5. ob die Bezeichnung der Prüfmusters, der Name (Firma) oder das Warenzeichen, die Anschrift und die Telefonnummer des Herstellers<sup>1)</sup> oder des Vertreibers<sup>1)</sup> oder des Einführers<sup>1)</sup> und die Herstellungsstätte auf dem Prüfmuster angegeben waren,
6. ob auf dem Prüfmuster die Beschriftung deutlich sichtbar, leicht lesbar, dauerhaft angebracht war,

---

<sup>1)</sup> Je nachdem was zutreffend ist.

7. ob sich in der Verpackung der Prüfmuster loser pyrotechnischer Satz befand,
8. die Art der Anzündung,
9. wenn vorhanden, die Art des Schutzes der Anzündung,
10. im Falle von Bomben, ob eine Ladehilfe angebracht war,
11. die Bruttomasse der Prüfmuster in Gramm,
12. das Material des Prüf-Mörsers bei Bomben,
13. die innere Länge des Prüf-Mörsers in Millimeter bei Bomben,
14. der Innendurchmesser des Prüf-Mörsers in Millimeter bei Bomben,
15. der Anstellwinkel des Prüf-Mörsers in 0,1-Grad bei Bomben,
16. das Material und die Beschaffenheit des Widerlagers des Mörsers bei Bomben,
17. ob sich die Anzündung beim Umgang mit dem Prüfmuster lockerte oder löste,
18. die Windgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Funktionsprüfung, in Meter durch Sekunde,
19. der Abstand des Messpunktes 1 vom Prüfort,
20. der Höhenunterschied zwischen Prüfort und Messpunkt 1,
21. der Abstand des Messpunktes 2 vom Prüfort,
22. der Höhenunterschied zwischen Prüfort und Messpunkt 2,
23. Messpunkt 1: der Höhenwinkel  $\alpha_1$  der Steighöhe in Grad,
24. Messpunkt 1: der Seitenwinkel  $\beta_1$  der Steighöhe in Grad,
25. Messpunkt 1: der Höhenwinkel  $\alpha_1$  der Rückfallhöhe in Grad,
26. Messpunkt 1: der Seitenwinkel  $\beta_1$  der Rückfallhöhe in Grad,
27. Messpunkt 2: der Höhenwinkel  $\alpha_2$  der Steighöhe in Grad,
28. Messpunkt 2: der Seitenwinkel  $\beta_2$  der Steighöhe in Grad,
29. Messpunkt 2: der Höhenwinkel  $\alpha_2$  der Rückfallhöhe in Grad,
30. Messpunkt 2: der Seitenwinkel  $\beta_2$  der Rückfallhöhe in Grad,
31. die Brenndauer der Anzündung in Sekunden,
32. ob alle pyrotechnischen Bauteile der Prüfmuster bestimmungsgemäß funktionierten,
33. ob brennende Effekte auf eine Höhe unter 20 m über dem Erdboden herunter fiel bevor sie erloschen waren,
34. Messpunkt 1: Für jedes Prüfmuster, die errechnete Steighöhe in Meter,
35. Messpunkt 2: Für jedes Prüfmuster, die errechnete Steighöhe in Meter.

Der Prüfbericht sollte weiterhin auch Aussagen zu den Effekten enthalten.

## **9. Abschlussbemerkungen**

Die Rahmenrichtlinie spiegelt den aktuellen Stand der Umsetzung der gesetzlichen Forderungen nach einem Qualitätssicherungssystem für pyrotechnische Gegenstände der Klasse IV (Großfeuerwerk) wieder. Die enthaltenen Empfehlungen sind somit nicht als abschließend zu betrachten. Sie sollen aber dazu dienen, die gesetzlichen Forderungen praktisch und in einheitlicher Art und Weise umzusetzen.

Zwei Jahre nach dem Beginn der Umsetzung der Qualitätssicherungsverfahren wird die Richtlinie auf ihre Vollständigkeit und Aktualität hin überprüft. Zwischenzeitliche Ergänzungen aus gegebenen Anlässen sollen damit aber nicht ausgeschlossen werden.