

Sicherheit



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Personengefährdung	2
1.2	Sachgefährdung	3
2	Sicherheitsabstände zum Publikum	3
2.1	Schutzziel.....	3
2.2	Generelle Bemerkungen zu Sicherheitsabständen	3
3	Schallschutz	4
3.1	Mindestsicherheitsabstand Schalldruck gegenüber Personen (Publikum)	4
3.2	Berechnung Sicherheitsabstand auf der Basis Schalldruck	5
3.3	Technische Begriffe nach SN - EN 16261-1 und 16256-1	6
4	Sicherheitsabstände für Feuerwerkskörper der Kategorie F4 gemäss Norm SN EN 16261-4	7
4.1	Mindestanforderungen der Norm an die Kennzeichnung	7
4.2	Liste verbindlicher und wahlfreier Kenngrössen und der entsprechenden Codes gemäss SN EN 16261-4 (Kategorie F4).....	8
5	Berechnung der Sicherheitsabstände für Feuerwerkskörper der Kategorie F4	9
5.1	Bodenfeuerwerk.....	9
5.2	Bomben, Römische Kerzen, Feuerwerksbatterie, Single Shot	9
5.3	Mehrschlagzylinderbomben.....	10
5.4	Spezialbomben	10
5.5	Feuertopf.....	10
5.6	Raketen.....	11
5.7	Steigende Kronen	11
5.8	Nautische Effekte.....	11
6	Zuschläge	12
6.1	Anpassung Sicherheitsabstände bei Abschuss von Bauwerken oder Geländeerhebungen	12
6.2	Anpassung Sicherheitsabstände bei nicht vertikalem Abschuss	12
6.3	Anpassung Sicherheitsabstände bei Wind	13
7	Berechnungsbeispiel Basis Sicherheitsabstand mit allen Zuschlägen:	13
8	Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie T2 im Outdoorbereich gemäss Norm SN EN 16256-4	14
8.1	Mindestanforderung der Norm an die Kennzeichnung	14
8.2	Liste verbindlicher und wahlfreier Kenngrössen und entsprechender Codes gemäss Norm SN EN 16256-4 (Kategorie T2).....	15
9	Berechnung der Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie T2 bei Einsatz unter Normalbedingungen²	16
9.1	Berechnung des Sicherheitsabstandes Basis Effektausdehnung	16
9.1.1	Mindestsicherheitsabstand in Ausstossrichtung	16
9.1.2	Mindestsicherheitsabstand seitlich (radial)	16
9.2	Anpassung Sicherheitsabstand bei Abschuss mit einem Neigungswinkel.....	17
9.2.1	Sicherheitsabstand Berechnung gewinkelter Abschuss mit Tabelle:	17
9.3	Sicherheitsabstände bei Wind	18
10	Berechnung der Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie P1 und P2	19
11	Anhang	20
11.1	F4 und T2 Etiketten	20
11.2	Beispiel: Sicherheitsabstände für Kategorie F4 nach 5.1 – 5.7.....	21
11.3	Windgeschwindigkeits-Einheiten Tabelle	22

1 Einleitung

Gemäss Ausbildungsreglement berechtigt der Eintrag FWB unter anderem, Feuerwerke im Freien nach den anerkannten Regeln der Technik selbständig zu planen und abzubrennen. Die Ausweisinhaber/innen müssen dabei fähig sein:

- den **Abschussplatz** im Freien zu **beurteilen**
- die **Risiken richtig einzuschätzen**
- die entsprechenden **Massnahmen** so zu **treffen**, dass eine **Gefährdung von Personen und Güter ausgeschlossen** werden kann.

Von Gesetzes wegen sind **Ausweisinhaber** zudem für die **Einhaltung** der einschlägigen **Vorschriften verantwortlich**:

Sprengstoffverordnung: Art. 93 Verantwortung der Ausweisinhaberinnen und -inhaber

¹ Sprengarbeiten und Arbeiten, bei denen pyrotechnische Gegenstände der Kategorien T2, P2 oder F4 verwendet werden, sind von einer Ausweisinhaberin oder einem Ausweisinhaber zu leiten. **Diese oder dieser ist verantwortlich für die Einhaltung der Vorschriften und der allgemein anerkannten Regeln der Technik.**

² Werden ausgewiesene Fachleute beigezogen, sind diese dafür verantwortlich, dass die Arbeiten ihres Projektteils nach ihren Vorgaben ausgeführt werden.

1.1 Personengefährdung

Die Pflichten der Ausweisinhaber im Zusammenhang mit Abschussplatzbeurteilung und Sicherheitsvorkehrungen gehen wesentlich über das primäre Thema dieses Kapitels, "Sicherheitsabstände zu Zuschauern", hinaus. Insbesondere werden auch Massnahmen zum Schutz der Helfer und Mitarbeiter verlangt:

Sprengstoffgesetz Art. 23 Massnahmen zum Schutze der Arbeitnehmer

¹ Die Inhaber von Betrieben und Unternehmen, die mit Sprengmitteln oder pyrotechnischen Gegenständen hantieren, müssen zudem **alle anderen Massnahmen zum Schutze der Arbeitnehmer treffen**, die nach den Erfahrungen notwendig, nach dem Stande der Technik anwendbar und den Verhältnissen des Betriebes oder Unternehmens angemessen sind.

² Die Bestimmungen über die Unfallverhütung nach dem Bundesgesetz über die Unfallversicherung bleiben vorbehalten.

Sprengstoffgesetz Art. 34 Unfallversicherungsgesetz

Die Massnahmen zum Schutze der Arbeitnehmer werden nach dem Bundesgesetz über die Unfallversicherung vollzogen.

Die Forderungen von Artikel 23 sind praktisch identisch mit den grundsätzlichen Pflichten eines Arbeitgebers gemäss dem Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG):

Bundesgesetz über die Unfallversicherung Art. 82 Allgemeines

¹ Der Arbeitgeber ist verpflichtet, zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

Das Gefahrenpotential beim Umgang und Abbrennen von Feuerwerk der Kategorie F4 sowie pyrotechnischen Gegenständen der Kategorie T2 und P2 ist gross und vielfältig: Verletzungsgefahr durch mechanische, thermische und chemische Einwirkungen, beispielsweise durch Splitter- und Funkenflug, Schall- und Druckwirkung, Flammenbildung, Hitze, Gas-, Rauch- und Staubeentwicklung. Verursacht durch Verwendung ungeeigneter Arbeitsmittel, falsche Arbeitsabläufe oder als Folge unzureichender Qualifikationen der Beschäftigten.

Über das sachspezifische Risikopotential hinaus, gilt es insbesondere beim Vorbereiten, Aufstellen oder Abbrennen von Feuerwerken, die alltäglichen Arbeitsrisiken wie Sturzgefahr oder Verletzungen durch das Bewegen von Lasten zu beachten und angemessene Vorkehrungen zu treffen.

Helfer und Mitarbeiter sind über die Gefährdungen zu informieren und die erforderlichen Vorsichtsmassnahmen sind zu treffen. Verantwortlich dafür ist, wie bereits erwähnt, der Ausweisinhaber.

1.2 Sachgefährdung

Die Pflichten des Ausweisinhabers betreffend Sicherheitsvorkehrungen zur Vermeidung von Sachbeschädigungen sind im Sprengstoffgesetz ebenfalls sehr weit gefasst:

Sprengstoffgesetz Art. 17 Grundregel

Wer mit Sprengmitteln oder pyrotechnischen Gegenständen umgeht, ist verpflichtet, zu ihrer Sicherung sowie zum Schutze von Leben und Gut alle nach den Umständen gebotenen und zumutbaren Massnahmen zu treffen.

Befinden sich wegen besonderer Umstände gefährdete Gegenstände innerhalb der Gefahrenzone, so sind zusätzlich die nach den einschlägigen Vorschriften notwendigen Schutzmassnahmen zu treffen.

2 Sicherheitsabstände zum Publikum

2.1 Schutzziel

Mit dem Einhalten der Sicherheitsabstände soll die Integrität (der Schutz) von Leib und Gut Dritter gewährleistet werden. Der Sicherheitsabstand ist entsprechend die minimale horizontale Distanz zwischen den Abschusseinrichtungen bzw. den pyrotechnischen Gegenständen / Feuerwerkskörpern und dem Publikum, unbeteiligten Dritten und gefährdeten Objekten. Die Fläche um die Abschusseinrichtungen/Feuerwerkskörper bis zu den Sicherheitsabständen wird als Gefahrenzone bezeichnet (siehe auch Abbildung auf Seite: 21). Die Sicherheitsabstände bilden ein Basiselement für ein korrektes Abbrennen von Feuerwerk im Freien, im Sinne des Ausbildungsreglements.

Zum Schutz, der sich allenfalls innerhalb der Gefahrenzone aufhaltenden Mitarbeiter, sind Massnahmen im Sinne der erwähnten Artikel von Art. 23 des Bundesgesetzes über explosionsgefährliche Stoffe bzw. 82 des Bundesgesetzes über die Unfallversicherung (UVG), zu treffen (siehe auch Kapitel 10 „Feuerwerk Montage und Abbrennen“).

Befinden sich wegen besonderer Umstände gefährdete Gegenstände innerhalb der Gefahrenzone, so sind zusätzlich die nach den einschlägigen Vorschriften notwendigen Schutzmassnahmen zu treffen.

2.2 Generelle Bemerkungen zu Sicherheitsabständen

Die Sicherheitsabstände beeinflussen zusammen mit den Verhältnissen um den Abschussplatz die Auswahl der pyrotechnischen Gegenstände / Feuerwerkskörper und die Feuerwerksprogrammgestaltung wesentlich. Die Einhaltung der Sicherheitsabstände ist daher bereits bei der Feuerwerksplanung zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel 9 „Planung und Organisation“).

Bei der Montage ist zu gewährleisten, dass alle Abschussvorrichtungen und pyrotechnischen Gegenstände / Feuerwerkskörper so verankert werden, dass ein Umfallen während dem Abbrennen des Feuerwerkes nicht möglich ist. Es dürfen nur Abschussvorrichtungen vorgesehen werden, die für die jeweilige Bodenbeschaffenheit geeignet sind.

Falsch oder ungenügend montierte pyrotechnische Gegenstände / Feuerwerkskörper können zu einer grossen Gefahr werden! Die nachfolgend empfohlenen Sicherheitsabstände setzen eine korrekte Montage voraus!

Hinweis: Bei vielen pyrotechnische Gegenständen / Feuerwerkskörpern führt die Anwendung der minimal geforderten Sicherheitsabstände nicht zu einem optimalen optischen Effekt für die Zuschauer!

Um einen bestmöglichen Effekt für die Zuschauer zu erreichen müssen in der Regel grössere Abstände gewählt werden als die minimal vorgegebenen Sicherheitsabstände.

3 Schallschutz

Arbeitgeber und Veranstalter sind vom Gesetz her verpflichtet, alle Massnahmen zu treffen, die notwendig sind, um lärmbedingte Gehörschäden zu vermeiden. Beim Einsatz von pyrotechnischen Gegenständen muss auch deren Lautstärke beachtet werden! Ein Schalldruckpegel über 120 dB verursacht Unbehaglichkeit und Schmerzempfindung. Knallartige hohe Schallbelastungen können bleibende Hörschäden verursachen!

Wie wird die Lautstärke resp. der Schall gemessen?

Bei Schallmessungen erfasst ein Mikrofon die Luftdruckschwankungen, die durch die Schallwelle hervorgerufen werden. Im Messgerät werden diese Signale mit der so genannten **A**-Bewertung angepasst, die der frequenz-abhängigen Lautstärkeempfindlichkeit der menschlichen Lautstärkewahrnehmung entspricht. Das Messgerät zeigt den Messwert als Schalldruckpegel in dB(A) → **Dezibel(A)** an. Die Bezeichnung «A» weist also darauf hin, dass mit der A-Bewertungsfilterkurve gemessen wurde.

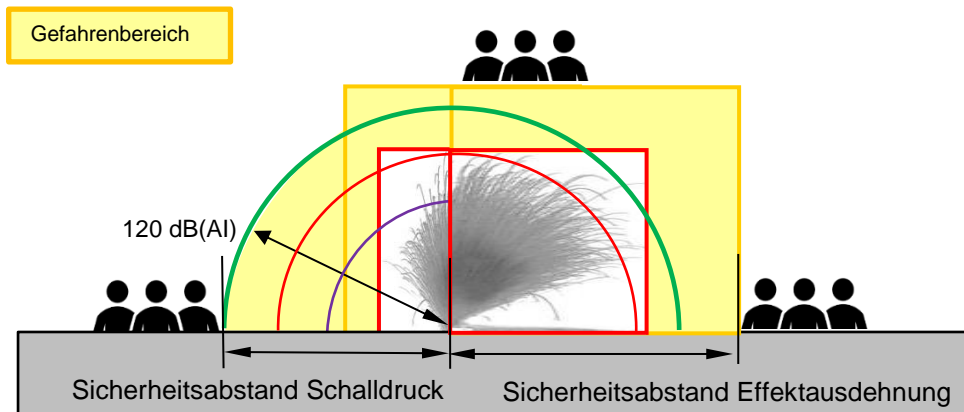
Dezibel ist eine Einheit, die einen grossen Zahlenbereich in einen kleineren umwandelt, Abkürzung dB. Vom leisesten Ton, den das Gehör wahrnehmen kann (Hörschwelle), bis zu einem sehr lauten Ton, der Schmerzen verursacht (Schmerzschwelle), liegt ein Schalldruckbereich von 1 zu 1 Million. Umgewandelt in Dezibel, reicht der Bereich von der Hörschwelle bis zur Schmerzschwelle von 0 bis 120 dB und ist damit viel praktischer zu handhaben. Mit jeder Verdopplung der Entfernung zwischen Schallquelle und Hörer nimmt der Schallpegel um 6 dB ab. Die doppelte (Schall)-Intensität ergibt sich bei einer (Schallintensitäts-) Pegelerhöhung von 3 dB.

3.1 Mindestsicherheitsabstand Schalldruck gegenüber Personen (Publikum)

Der auf den **Schalldruckpegel** bezogene Sicherheitsabstand bei pyrotechnischen Gegenständen / Feuerwerkskörpern ist so zu wählen, dass für das Publikum (Dritte) ein Schalldruckpegel von 120 dB(A)_{max} nicht überschritten wird.

Sind die 120 dB(A)_i Schallpegelgrenze bei Akteuren auf Grund der Nähe zu den pyrotechnischen Gegenständen nicht einzuhalten, so sind zwingend geeignete Schutzmassnahmen zu treffen wie das Tragen von Gehörschutzmitteln.

Es ist in jedem Fall der **grösste** berechnete Sicherheitsabstand (Basis **Effektausdehnung** und Basis **Schalldruck**) anzuwenden.



3.2 Berechnung Sicherheitsabstand auf der Basis Schalldruck

Die Abhängigkeit des Sicherheitsabstands vom Schallpegel kann nach SN EN 16256-5 mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Sicherheitsabstand[Meter]} = 10^{\left(\log_{10}(r_{\text{Messung}}) - \frac{L_{\text{Schall}} - L_{\text{Messung}}}{20}\right)}$$



r_{Messung}	Messentfernung in Meter
L_{Schall}	Schalldruckgrenze (maximaler A-gewichteter Impuls-Schalldruckpegel = 120 dB(A))
L_{Messung}	Gemessener Schalldruckpegel in dB(A) bei r_{Messung}

Vereinfachte Formel:

Nach obiger Formel kann für eine einfache Berechnung davon ausgegangen werden, dass bei ungehinderter Schallausbreitung eine **Verdoppelung der Messentfernung** ($2 \times r_{\text{Messung}}$) **zu einer Abnahme des Schalldruckpegels um 6 dB** ($L_{\text{Messung}} - 6 \text{ dB}$) führt.

Hinweis:

- Es ist zu beachten, dass in Zusammenhang mit möglichen gehörgefährdenden Wirkungen die einzelnen Impulsereignisse (z.B. sehr schnell aufeinanderfolgende Knallereignisse), nicht isoliert betrachtet werden dürfen. Wirken mehrere Schallquellen gleicher Lautstärke nebeneinander, erhöht sich der Schalldruckpegel!

Berechnungsbeispiel Schalldruck

Pyrotechnischer Gegenstand, Code B: 106 dB (Almax) bei 8 m.

Welche Lautstärke ist bei 1 m hörbar? Lösung: Bei 4 m + 6 dB → 112 dB (Distanzhalbe)
 Bei 2 m + 6 dB → 118 dB
 Bei 1 m + 6 dB → **124 dB**

3.3 Technische Begriffe nach SN - EN 16261-1 und 16256-1

Abschusswinkel (Code *W*)

Winkel (gemessen aus der Vertikalen) eines Gegenstands, wie er für das Abbrennen vorbereitet wird.

Effekthöhe (Code *A*)

maximale Höhe, die der Feuerwerkskörper erreichen kann.

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer Feuerwerksbombe entspricht dies der Zerlegungshöhe zuzüglich dem Effektradius der Feuerwerksbombe. Bei Wasserfällen entspricht die Effekthöhe der vertikalen Länge des Effekts.

Effektdauer (Code *K*)

Gesamtdauer des Effekts von dessen optischem und/oder akustischem Auftreten bis zu dessen gänzlichem Verschwinden.

Effektentfernung (Code *E*)

Bei Wasserfeuerwerkskörpern der Abstand zwischen dem Abschussort und dem Zerlegungspunkt auf dem Wasser.

Effektbereich

Ist die maximale Entfernung zwischen Effekt und pyrotechnischem Gegenstand. Sie beinhaltet die Effekthöhe und radiale Effektweite.

Gesamtdauer (Code *R*)

Zeit vom Einsetzen des ersten Effekts bis zum Ende des letzten Effekts, bei einer steigenden Krone handelt es sich dabei um die Flugdauer vom Start bis zur Landung.

Kaliber (Code *G*)

Außendurchmesser eines Feuerwerkskörpers, ausgelegt zum Abschuss aus einem Mörser (z. B. Feuerwerksbombe) oder der Innendurchmesser eines Rohres, das vormontierte Gegenstände (z. B. ein Römisches Licht) enthält.

Schalldruckpegel (Code *B*)

Maximaler A-bewerteter Impuls-Schalldruckpegel (in dB(Al_{max}) in x Meter, wobei x der Abstand ist, bei dem der Schalldruckpegel gemessen wurde) entsprechend 7.2.5 von EN 16261-2:2013.

Radiale Effektweite (Code *T*)

Ist die maximale Ausdehnung der Wirkung in jede Richtung, ausgenommen die Ausstossrichtung.

Reststück (Code *C*)

Teil eines Feuerwerkskörpers, das nach der Funktion des Feuerwerkskörpers übrig bleibt.
Anmerkung 1 zum Begriff: Chemische Produkte, die bei der Verbrennung des pyrotechnischen Satzes entstehen, werden nicht als „Reststücke“ betrachtet.

weggeschleudertes Reststück (Code *C*)

Fragmente, die während der Funktion seitlich weggeschleudert werden.

Sicherheitsabstand

Ist der horizontale und/oder vertikale Mindestabstand, der zwischen dem pyrotechnischen Gegenstand und Personen (Zuschauern), brennbaren Materialien oder Hindernissen eingehalten werden muss.

Zerlegungshöhe (Steighöhe)



Höhe des Zerlegungspunktes des Effektes oder des Gegenstands.

4 Sicherheitsabstände für Feuerwerkskörper der Kategorie F4 gemäss Norm SN EN 16261-4

4.1 Mindestanforderungen der Norm an die Kennzeichnung

Die Norm SN EN 16261-4 „Pyrotechnische Gegenstände – Feuerwerkskörper der Kategorie F4 – Mindestanforderungen an die Kennzeichnung“ verpflichtet den **Hersteller** u.a., abhängig vom Gegenstandstyp, **Leistungsparameter** (Produktdaten) auszuweisen. Diese Informationen müssen direkt auf dem Gegenstand (oder auf der kleinsten Verpackungseinheit, wenn der Gegenstand nicht ausreichend Platz hinsichtlich der Anforderungen an die Kennzeichnung bietet) angebracht sein (siehe Abbildung 1). **Der Mindestsicherheitsabstand ist gemäss Norm vom Verwender mithilfe der angegebenen Produktdaten zu bestimmen, wobei der Feuerwerkskörper entsprechend der Gebrauchsanweisung und nationalen Bestimmungen zu verwenden ist.**

Beispiel Kennzeichnung

FEUERWERKSBOEMBE KAT F4		
Art. Nr./Art. No.:	3-1234	
Artikel/Article:	Red Farfalla to Crackling	
Kaliber/Calibre:	100 mm	Herst. Jahr: 2019
NEM/Net ex weight:	143 g	Los Nr./Lot: 2019/C1-10 0589-F4-0290
<p><i>Der Mindestsicherheitsabstand ist vom Verwender mithilfe der angegebenen Produktdaten zu bestimmen. Der Gegenstand ist entsprechend der Gebrauchsanweisung und nationalen Bestimmungen zu verwenden.</i></p> <p>Darf nur auf Vorweisen eines Erwerbsscheins oder einer Abbrandbewilligung abgegeben werden. Nur von Personen mit Fachkenntnissen zu verwenden.</p> <p>Gebrauchsanweisung beachten. Gegenstand so aufstellen, dass gewinkelte Rohre nicht auf Personen gerichtet sind.</p>		
Leistungskenngrößen:		BAM-F4-0123
A:	B:	C:
125 m	106 dB(AI) _{max} in 80	30m
		✓
Beispiel GmbH - Bombenstrasse 12 21033 Hamburg Tel: +30 (0) 12 34 56 78		 0589

Hinweis: in der Schweiz muss die Etikette in den drei Amtssprachen angebracht werden.
Beispieltikette in drei Amtssprachen siehe Anhang
Seite: 20

Abbildung1: F4 Produkt Etikette mit Leistungsparameterangabe nach SN EN 16261-4

Auf obiger Etikette werden für die F4 „100 mm Bombe“ gemäss Codeangabe folgende Leistungsmerkmale angegeben:

- Code **A**: Einer Effekthöhe von 125 m;
- Code **B**: Einem maximalen A-bewerteten Impuls-Schalldruckpegel (AI_{max}) von 106 dB (AI) bei 80 m Messentfernung;
- Code **C**: Es entstehen zudem gefährliche Reststücke bis zu einem maximalen Abstand von 30 m;
- Code **D**: Es werden brennende oder glimmende Teilchen auf die Ebene geworfen, von der, der Gegenstand abgeschossen wird.

4.2 Liste verbindlicher und wahlfreier Kenngrössen und der entsprechenden Codes gemäss SN EN 16261-4 (Kategorie F4)

Code	Status [1]	Beschreibung	Beispiele/Bemerkungen
A	M	Zerlegungshöhe/Effekthöhe (je nachdem, welche anwendbar ist)	(Effekthöhe bei Gegenständen für Bühne und Theater)
B	M/O	Schalldruckpegel einschliesslich Messabstand	Wert bei einem Abstand
C	M	Abstand weggeschleuderter Reststücke	
D	M	Wenn glimmendes und/oder brennendes Material den Boden erreicht	„✓“, wenn glimmendes und/oder brennendes Material den Boden erreicht
E	M/O	Effektentfernung	Diese Kenngrösse ist für Wasserfeuerwerkskörper verbindlich
F	O	Effektbreite	
G	O	Kaliber	Sofern nicht in der Beschreibung gefordert
H	O	Anzünddauer	nicht massgebend für elektrisch gezündete Gegenstände
I	NICHT BELEGT, um eine Mehrdeutigkeit mit der Zahl „1“ zu vermeiden		
J	O	Flugdauer	z. B. bei Feuerwerksbomben Zeitdauer bis zum Zerlegen
K	O	Effektdauer	z. B. Dauer von Sternen oder Effekten
L	O	Blitzsatzanteil	z. B. unter Einhaltung der UN-Standardklassifikation (in Masse oder in %)
M	O	Bruttomasse	z. B. zum Berechnen von Lagerfähigkeitsgrenzen
N	O	Effekt	Sofern nicht durch die Beschreibung oder den Namen genau angegeben
O	NICHT BELEGT, um eine Mehrdeutigkeit mit der Zahl „0“ zu vermeiden		
P	O	Klassifizierungsbezug	z. B. CAD-Referenz
Q	O	Drift	z. B. bei steigenden Kronen
R	M/O	Gesamtdauer	M bei steigenden Kronen
S	O	Wenn Mehrfach-Effekte vorhanden sind	„✓“ im Fall einer Mehrfachexplosion, gefolgt von der Anzahl der Explosionen
T	O	Radiale Effektweite	
U	NICHT BELEGT, um eine Mehrdeutigkeit mit „V“ zu vermeiden		
V	O	Brennrate	
W	M/O	Maximaler Abschusswinkel	Siehe EN 16261-2:2013, Abschnitt 5
[1] M = Diese Angabe ist verbindlich. O = Diese Angabe ist wahlfrei (in Abhängigkeit vom Typ oder nach dem Ermessen des Herstellers).			

Abbildung 2: Auflistung verbindlicher und wahlfreier Kenngrössen und der entsprechenden Codes für Kategorie F4

5 Berechnung der Sicherheitsabstände für Feuerwerkskörper der Kategorie F4

Der minimale Sicherheitsabstand für Feuerwerkskörper der Kategorie F4 basiert im Wesentlichen auf folgender Berechnung:

Minimaler Sicherheitsabstand = Basisberechnung + allfällige Zuschläge

Basisberechnung unter Normalbedingungen¹ wird bestimmt durch:

- Leistungsparameter Steighöhe bez. Effekthöhe (**Code A**)
- **Kaliber**
- **Herstellerangaben** (Sicherheitsdistanz)

¹Normalbedingung heisst:

- Vertikale Ausrichtung max. (+/- 9°) Neigung
- Windgeschwindigkeit ≤ 5 m/s
- Verwendung / Abschuss ab Bodenhöhe

Zuschläge aufgrund von:

- Abschuss von **Bauwerken / Geländeerhebungen**
- **gewinkeltem Abschuss**
- **Windeinfluss**

Die nachfolgenden Berechnungsvorgaben berücksichtigen auf die in der Norm SN EN 16261 hingewiesene Verwendung, wonach die Sicherheitsabstände gemäss nationalen Bestimmungen anzuwendenden sind! Zur Festlegung der Sicherheitsabstände wird von ordnungsgemässer Anwendung und Funktion der Feuerwerkskörper ausgegangen, unter Einbezug des kalkulierbaren Risikos für Fehlfunktionen. Minimale Sicherheitsabstände bieten jedoch keinen absoluten 100% Schutz gegenüber allen technisch denkbaren Gefährdungsszenarien, insbesondere wenn Abschussvorrichtungen durch fahrlässige Montage verschoben oder zerstört werden.

5.1 Bodenfeuerwerk

Für Bodenfeuerwerk, also Feuerwerkskörper der Kat.F4, die sich beim Abrennen nicht von ihrer Halterung lösen wie Vulkane oder Fontänen, gelten die Sicherheitsabstände des Lieferanten. Der **Mindestabstand von zehn Metern** zu den Zuschauern darf nicht unterschritten werden. Für T2 Produkte, siehe Seite: 14.

5.2 Bomben, Römische Kerzen, Feuerwerksbatterie, Single Shot

Als Sicherheitsabstand gilt der **grösste Wert** der nachfolgenden drei Berechnungsmodelle:

- **80 %** der Steighöhe (Code A gemäss SN EN 16261-4)
- **1 m pro mm Kaliber** für Kaliber ≥30 mm, Kaliber <30 mm mindestens 30 m
- Sicherheitsabstand gemäss **Herstellerangabe**

Bei Gegenständen die **Reststücke** wegschleudern (Code C gemäss SN EN 16261-4), sind die ermittelten Basis-Sicherheitsabstände zusätzlich um **50%** vom Wert C zu vergrössern.

Durch besondere Massnahmen, wie dem Ausrichten der Bombenabschussrohre von den Zuschauern weg, der geschickten Nutzung von natürlichen Hindernissen, Böschungen oder geeigneten Schutzwänden, kann der minimale Sicherheitsabstand um maximal **20 Prozent** verkürzt werden (gilt nicht für Mehrschlagbomben)!

Berechnungsbeispiel:

Für eine 75 mm Kugelbombe mit einer Steighöhe (**Code A**) von 100 m gibt der Hersteller einen Sicherheitsabstand von 100 m an:

- 80 % der Steighöhe von 100 m = 80 m
- 1 m pro mm Kaliber bei Kaliber 75 mm = 75 m
- Sicherheitsabstand gemäss Hersteller = 100 m

Es ist der grösste Wert, also 100 m zu verwenden. Der **Sicherheitsabstand** für diese Kugelbombe unter Normalbedingungen beträgt demnach **100 m**.

Verwendung von Metallabschussrohren für Feuerwerksbomben

Beim Abschuss von Feuerwerksbomben können Rohrkrepierer nicht ausgeschlossen werden. Durch die Verwendung von Metallabschussrohren entsteht die zusätzliche Gefahr von sehr gefährlicher und weitreichender Splitterbildung. Der verantwortliche Feuerwerker hat demnach alle Vorkehrungen zu treffen, um mögliche Schäden durch Splitterflug zu vermeiden.

Folgende Sicherheitsmassnahmen werden empfohlen:

- Metallabschussrohre jeglicher Art dürfen grundsätzlich nur für den Abschuss von Feuerwerksbomben verwendet werden, **für die es keine geeigneten, nichtmetallischen Rohre mit ausreichender Festigkeit gibt (siehe Rundschreiben fedpol Anhang 12)!**
- Bei der Verwendung von metallenen Abschussrohren jeglicher Art, muss ein ausreichender Splitterschutz angewendet werden. Zum Beispiel durch vollständiges eingraben, bzw. einsanden des Rohres.

Ereignisse mit gefährlicher Splitterbildung sind nicht nur von Metallabschussrohren für Bomben bekannt, sondern auch von Montagevorrichtungen für römische Kerzen, welche Metallrohre beinhalteten.

5.3 Mehrschlagzylinderbomben

Mehrschlagzylinderbomben können zu einer besonders hohen Belastung des Bombenkörpers beim Abschuss führen, was das Risiko eines Rohrkrepierers erhöht. Dabei ist neben Splitterbildung auch mit einer Gefährdung der umgebenden Abschussrohre zu rechnen. Deshalb sollten Abschussrohre mit Mehrschlagzylinderbomben auf dem Abbrennplatz einzeln und in ausreichendem Abstand zueinander eingegraben oder eingesandet werden. Die unter Punkt 5.2 aufgeführten Sicherheitsabstände für Bomben sind einzuhalten!

5.4 Spezialbomben

Bei der Verwendung von speziellen Bombentypen (z.B. Fallschirmbomben mit brennbaren Effekten) sind die Sicherheitsabstände auch bei leichtem Wind nach 5.2 unter Umständen nicht ausreichend und müssen entsprechend vergrössert werden.

Beispiel: Bei einer Flugdauer von 60 sec. und einer Windstärke von 4 m/s (Schwacher Wind!), wird ein Fallschirm bereits 240 m weit abgetrieben!

5.5 Feuertopf

Der Sicherheitsabstand wird wie für Bomben 5.2 berechnet. Für Feuertöpfe mit „Sternenladung“, die keine Kreisel, Heul- Pfeif- oder Knallgeschosse enthalten, darf der Sicherheitsabstand verkürzt werden, aber in keinem Fall darf der Mindestabstand von 50 % der Steighöhe oder 0,5 m pro mm Kaliber unterschritten werden! Bei Kaliber < 30 mm gilt für solche „Sternenladungen“ ein Mindestabstand von 15 m.

Berechnungsbeispiel:

Feuertopf 45 mm mit Sternenladung, (Code A) Steighöhe 62 m.

Basis Sicherheitsabstand

- 50 % der Steighöhe von 62 m = 31 m
- 0,5 m pro mm Kaliber bei Kaliber 45 mm = 22,5 m
- Sicherheitsabstand gerade = **31 m** (Höchster Wert)

5.6 Raketen

Als Sicherheitsabstand gilt der **grösste Wert** der nachfolgenden drei Berechnungsmodelle:

- **100 %** der Steighöhe (Code A gemäss SN EN 16261-4)
 - **1 m pro mm Durchmesser** für $d \geq 30$ mm, $d < 30$ mm mindestens 30 m
 - Sicherheitsabstand gemäss **Herstellerangabe**
- Bei Gegenständen die **Reststücke** wegschleudern (Code C gemäss SN EN 16261-4), sind die ermittelten Sicherheitsabstände zusätzlich um **50%** vom Wert C zu vergrössern.

Hinweis: Bereits bei mässigem Windeinfluss verändert sich die Flugbahn von Raketen merklich in der Richtung, aus der der Wind weht. Raketen drehen also beim Aufstieg in den Wind.

5.7 Steigende Kronen

Bedingt durch ihren Aufbau mit den üblichen Fabrikationstoleranzen und ihrem langsamen und damit windanfälligen Aufstieg, kann die Flugbahn von steigenden Kronen stark von den Erwartungen abweichen. Deshalb gilt für den Einsatz von steigenden Kronen unter normalen Bedingungen derselbe Mindestsicherheitsabstand wie für Raketen

Berechnungsbeispiel:

Rakete \varnothing 50 mm, Steighöhe (**Code A**) 80 m und (**Code C**) 20 m.

Basis Sicherheitsabstand

- 100 % der Steighöhe von 80 m = 80 m
- 1 m pro mm Kaliber bei Kaliber 50 mm = 50 m
- Basis Sicherheitsabstand = **80 m** (Höchster Wert)

Zuschlag

- 50% Reststückeauswurf 20 m = 10 m

Sicherheitsabstand total 80 m + 10 m = **90 m**

5.8 Nautische Effekte

Für Feuerwerksbatterien mit Effekten auf dem Wasser, muss in Abschussrichtung zum Publikum die 1,5 fache Effektdistanz (Code E), plus der grösste Wert aus der Steighöhe (Code A) oder dem 1,5 fachen Effektradius (Code T) angewendet werden.

Achtung!

- Die Effektdistanz (Code E) gilt für den angegebenen Abschusswinkel (Code W), mit einer Änderung des Abschusswinkels ändert sich auch die Distanz (Code E)!
- Es muss kein zusätzlicher Winkelzuschlag gemäss 6.2 gemacht werden.

Berechnungsbeispiel:

Wasserfeuerwerksbatterie, Steighöhe (**Code A**) 1 m, Effektdistanz (**Code E**) 60 m, Radiale Effektweite (**Code T**) 5 m, Abschusswinkel (**Code W**) 66°

Basis Sicherheitsabstand

- 1,5 x Effektdistanz von 60 m = **90 m**
Plus grösster Wert von
- Steighöhe 1 m = 1 m
- 1,5 x Radiale Effektweite 5 m = **7,5 m** (Höchster Wert)

Total = 97,5 m

6 Zuschläge

Die nachfolgenden Zuschläge basieren auf der berechneten **Basis** Sicherheitsdistanz. Als Sicherheitsabstand gilt die Addition der nachfolgenden drei Zuschlagsberechnungen.

6.1 Anpassung Sicherheitsabstände bei Abschuss von Bauwerken oder Geländeerhebungen

Ein Abschuss von Feuerwerkskörpern auf Bauwerken oder bauwerkähnlichen Geländeerhebungen ermöglicht gegenüber dem Abschuss auf ebener Fläche veränderte Flugbahnen der Feuerwerkskörper. Dabei kann sich die Distanz bei nicht vertikaler Abschussrichtung, zwischen Abschusspunkt und Aufschlagsort eines nicht gezündeten Feuerwerkskörpers verändern. Die Sicherheitsabstände müssen unter solchen Gegebenheiten angemessen vergrößert werden. In der Regel sollte der Sicherheitsabstand nach 5.2 bis 5.7 um 50% der Gelände- oder Bauwerkhöhe vergrößert werden.

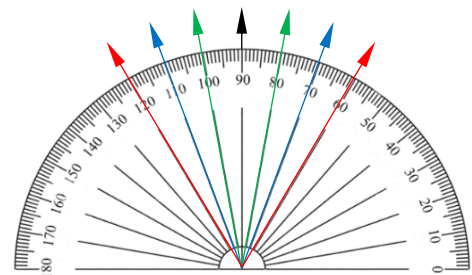
Berechnungsbeispiel:

Werden pyrotechnische Gegenstände (5.2 – 5.6) ab einem 40 m hohen Hochhaus geschossen, muss zum Basissicherheitsabstand 20 m dazu addiert werden (50% von 40 m).

6.2 Anpassung Sicherheitsabstände bei nicht vertikalem Abschuss

Ein nicht vertikaler Abschuss verändert die Flugbahn der Feuerwerkskörper und beeinflusst die gefährdete Zone. Die Sicherheitsabstände sind entsprechend in Abschussrichtung zu vergrößern. Als Richtwerte können bei nicht vertikalem Abschuss folgende Erhöhungen der Sicherheitsabstände nach 5.2 bis 5.7 angewendet werden:

Abweichung der Abschussrichtung von der Senkrechten in Grad	Erhöhung des Sicherheitsabstandes in %
≥10° (80° / 100°)	20%
≥15° (75° / 105°)	40%
≥20° (70° / 110°)	60%
≥25° (65° / 115°)	80%
≥30° (60° / 120°)	100%



Berechnungsbeispiel:

Zwei 45 mm Römische Kerzen mit einer Steighöhe (**Code A**) von 62 m werden +/- 25° gefächert montiert.

Basis Sicherheitsabstand

- 80 % der Steighöhe von 60 m = 48 m
- 1 m pro mm Kaliber bei Kaliber 45 mm = 45 m
- Sicherheitsabstand gerade = **48 m** (Höchster Wert)

Neigung Zuschlag Berechnung

- Sicherheitsabstand in Richtung der Neigung = 80% Zuschlag von 48 m = 38,4 m
Total 48 + 38.4 m = **86.4 m**

6.3 Anpassung Sicherheitsabstände bei Wind

Bei Windgeschwindigkeiten zwischen **6 m/s und 10 m/s** sind die nach 5.2 bis 5.7 ermittelten Sicherheitsabstände in Windrichtung prozentual gemäss F4 Windtabelle zu vergrössern. Können diese Sicherheitsabstände durch die räumlichen Gegebenheiten nicht eingehalten werden, ist auf das Abbrennen der entsprechenden Feuerwerkskörper zu verzichten.

Ab einer Windgeschwindigkeit von **11 m/s** (≈ 40 km/h oder Beaufort-Stärke 6, Wind pfeift hörbar um Gebäude) wird dringend empfohlen, auf den Abschuss von Feuerwerksbomben, -batterien, Römischen Kerzen und Raketen aus Sicherheitsgründen zu verzichten.

Windgeschwindigkeits-Einheiten Tabelle Siehe Seite 20

6 – <7 m/s	10%
7 – <8 m/s	20%
8 – <9 m/s	30%
9 – <10 m/s	40%
10 – <11 m/s	50%

F4 Windtabelle

Tipp: Bei starkem Wind und einem grossen Sicherheitsabstand zum Publikum, ist das Abschliessen von "Testbomben" (mit zunehmendem Kaliber) eine gute Hilfe zur Entscheidungsfindung, ob das Feuerwerk gefahrlos gezündet werden kann.

Beispiel „Fallout“: Bombenteile, die von einer Bersthöhe von 150 m mit 2 m/s absinken, werden bei einer Windgeschwindigkeit von 10m/s - also weniger als 40 km/h – bereits **750 m** weit abgetrieben!

Berechnungsbeispiel:

Eine gerade montierte 40mm Feuerwerksbatterie mit einer Steighöhe (**Code A**) von 50 m wird bei einem Wind von 8m/s abgefeuert.

Basis Sicherheitsabstand

- 80 % der Steighöhe von 50 m = 40 m
- 1 m pro mm Kaliber bei Kaliber 40 mm = 40 m
- Basis Sicherheitsabstand = **40 m** (Höchster Wert)

Wind Zuschlag Berechnung

- Sicherheitsabstand in Wind Richtung = 30% Zuschlag von 40 m = 12 m
Total 40 m + 12 m = **52 m**

7 Berechnungsbeispiel Basis Sicherheitsabstand mit allen Zuschlägen:

Feuerwerksbatterie: 100 Schuss / 60 mm (Code: 80m)

Montage: 25° geneigt auf einem 20 m hohen Gebäude bei 8 m/s Wind in Neigerichtung.

Basis Sicherheitsabstand

- 80 % der Steighöhe von 80 m = 64 m
- 1 m pro mm Kaliber bei Kaliber 40 mm = 60 m
- Basis Sicherheitsabstand = **64 m** (Höchster Wert)

Zuschlag Berechnung Gebäudehöhe

- 50% von 20 m = **10 m**

Zuschlag Berechnung Neigung

- Sicherheitsabstand in Richtung der Neigung = 80% Zuschlag von 64 m = **51,2 m**

Zuschlag Berechnung Wind

- Sicherheitsabstand in Wind Richtung = 30% Zuschlag von 64m = **19,2 m**

Total: 64 m + 10 m + 51,2 m + 19,2 m = **144,4 m** (in Wind / Neigerichtung)

8 Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie T2 im Outdoorbereich gemäss Norm SN EN 16256-4

8.1 Mindestanforderung der Norm an die Kennzeichnung

Gemäss Norm SN EN 16256-4 „Pyrotechnische Gegenstände für Bühne und Theater – Teil 4: Mindestanforderungen an die Kennzeichnung und Gebrauchsanweisung“ muss der Hersteller pyrotechnische Gegenstände der Kategorie T2 ebenfalls mit Produktdaten (**Kenngrossen**) kennzeichnen. **Der Mindestsicherheitsabstand ist durch den Benutzer mithilfe der angegebenen Produktdaten zu bestimmen und der Gegenstand entsprechend Gebrauchsanweisung und nationalen Bestimmungen zu verwenden.**

Für jeden Gegenstandstyp der Kategorie T2 sind die folgenden Kenngrossen zwingend anzugeben:

- Effekthöhe (durch A gekennzeichnet)
- Schalldruckpegel, einschliesslich Messabstand (durch B gekennzeichnet)
- Abstand für gefährliche Reststücke (durch C gekennzeichnet)
- Angaben zu brennenden oder glimmenden Partikeln, die zu der Ebene zurückkehren, von der die Vorrichtung abgeschossen wurde (durch D gekennzeichnet); und
- Radiale Effektweite (durch T gekennzeichnet).

Beispiel Kennzeichnung

Darf nur auf Vorweisen eines Erwerbsscheins oder einer Abbrandbewilligung abgegeben werden. Nur von Personen mit Fachkenntnissen zu verwenden. Es ist gesetzlich verboten, diesen Gegenstand für andere als den vorgesehenen Zweck zu verwenden. Mindestsicherheitsabstände sind durch den Benutzer mithilfe der angegebenen Produktdaten zu bestimmen:

A: 4 m
 B: 106 dB ($A_{I_{max}}$) bei 7 m
 C: 0,5 m
 D: +
 T: 2 m

Hinweis: in der Schweiz muss die Etikette in den drei Amtssprachen angebracht werden.
 Beispietiketette in drei Amtssprachen siehe Anhang
 Seite: 20

Die Kenngrossen beschreiben auf obiger Beispiel- Etikette einen Gegenstand mit einer Effekthöhe von 4 m, einer radialen Effektweite von 2 m und einem maximalen A-bewerteten Impuls-Schalldruckpegel ($A_{I_{max}}$) von 106 dB (AI) bei 7 m Messentfernung. Es entstehen zudem gefährliche Reststücke bis zu einem maximalen Abstand von 0,5 m und es werden brennende oder glimmende Teilchen auf die Ebene geworfen, von der der Gegenstand abgeschossen wird.

Beispiel Kennzeichnung T2 mit zusätzlichen Angaben

A (Effekthöhe): 5 m
 B (Schalldruckpegel einschliesslich Messabstand): 108 dB ($A_{I_{max}}$) bei 7 m
 T (radiale Effektweite): 1 m

Zusätzliche Angaben nach Tabelle 8.2 dürfen in der Kennzeichnung angegeben werden und müssen dasselbe Format wie die verbindlichen Angaben aufweisen. Diese Angaben müssen von dem Textfeld getrennt aufgeführt sein, das die verbindlichen Kenngrossen enthält.

8.2 Liste verbindlicher und wahlfreier Kenngrössen und entsprechender Codes gemäss Norm SN EN 16256-4 (Kategorie T2)

Code	Status ^a	Beschreibung	Beispiele/Bemerkungen
A	M	Effekthöhe	
B	M	Schalldruckpegel einschliesslich Messabstand	Wert bei einem Abstand
C	M	Abstand gefährlicher Reststücke	
D	M	Angaben zu brennenden oder glimmenden Teilchen, die auf die Ebene zurückkehren, von der die Vorrichtung abgeschossen wurde	„+“, wenn der Effekt den Erdboden erreicht
E	O	Effektentfernung	Diese Kenngrösse ist für Wasserfeuerwerke verbindlich
F	O	Effektbreite	
G	O	Kaliber	Sofern nicht in der Beschreibung gefordert
H	O	Anzünddauer	
I	NICHT BELEGT, um eine Mehrdeutigkeit mit der Zahl „1“ zu vermeiden.		
J	O	Flugdauer	
K	O	Effektdauer	z. B. Dauer von Sternen
L	O	Blitzsatzgehalt	
M	O	Bruttomasse	
N	O	Effekt	Sofern nicht durch die Beschreibung oder den Namen genau angegeben
O	NICHT BELEGT, um eine Mehrdeutigkeit mit der Zahl „0“ zu vermeiden.		
P	O	Klassifizierungsbezug	z. B. CAD-Referenz
Q	O	Drift	
R	O	Gesamtdauer	
S	O	Wenn Mehrfach-Effekte vorhanden sind	„+“ im Fall einer Mehrfachexplosion, gefolgt von der Anzahl der Explosionen
T	M	Radiale Effektweite	
U	NICHT BELEGT, um eine Mehrdeutigkeit mit „V“ zu vermeiden.		
V	O	Brennrate	
W	O	Maximaler Abschusswinkel	

^a Diese Spalte gibt den Status an, dabei bedeutet
M: Diese Angabe ist verbindlich.
 O bedeutet: Diese Angabe ist wahlfrei (in Abhängigkeit vom Typ oder nach Ermessen des Herstellers).

Abbildung 3: Liste verbindlicher und wahlfreier Kenngrössen und der entsprechenden Codes für Kategorie T2

9 Berechnung der Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie T2 bei Einsatz unter Normalbedingungen²

Die Berechnung der Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie T2 basiert im Wesentlichen auf der Basisberechnung unter Normalbedingung² d.h. Berücksichtigung der angegebenen Leistungsparameter wie z.B. radiale Effektweite (Code T), Effekthöhe / Zerlegungshöhe (Code A), Abstand gefährlicher Reststücke (Code C), sowie Zuschläge für nicht senkrechten Abschuss, und Windeinfluss. Die Berechnung der Sicherheitsabstände berücksichtigen die nationalen Bestimmungen im Sinne der Norm SN EN 16256. Für alle Berechnungen gilt:

Der berechnete Sicherheitsabstand ist auf den nächsten vollen Meter aufzurunden.

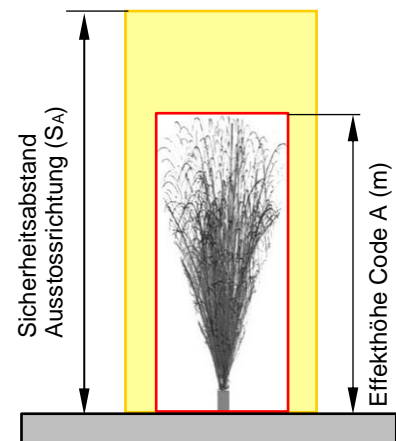
9.1 Berechnung des Sicherheitsabstandes Basis Effektausdehnung

9.1.1 Mindestsicherheitsabstand in Ausstossrichtung

$$\text{Vertikaler Sicherheitsabstand [Meter]} = 1,3 \times \text{Leistungsparameter Code A}$$

Dieser Sicherheitsabstand ist in vertikaler Richtung über dem pyrotechnischen Gegenstand anzuwenden. Zum Beispiel gegenüber entzündlichen Materialien, Hindernissen, Distanz zur Decke oder Personen.

Berechnungsbeispiel: Silberfontäne mit Angabe Code A 8 m
 $8 \text{ m} \times 1,3 = 10,4 \text{ m} \rightarrow \text{Aufgerundet} = \underline{11 \text{ m}}$



9.1.2 Mindestsicherheitsabstand seitlich (radial)

Als Sicherheitsabstand gilt:

*Grösster Wert aus

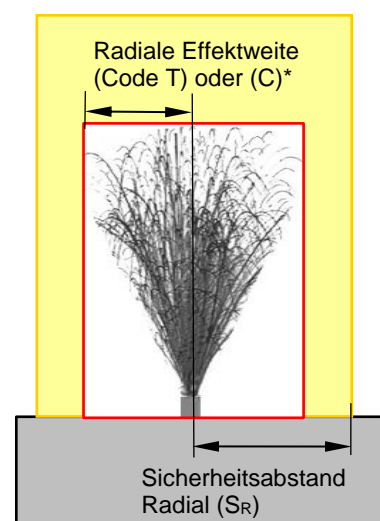
- radialen Effektweite (Code T)
- Abstand gefährlicher Reststücke (Code C),

$$\text{Radialer Sicherheitsabstand } S_R [\text{Meter}] = 1,3 \times \text{max. Leistungsparameter aus C, T}$$

Der radiale Sicherheitsabstand ist die einzuhaltende horizontale Mindestentfernung zwischen pyrotechnischem Gegenstand und entzündlichen Materialien, Hindernissen oder Personen.

Berechnungsbeispiel:

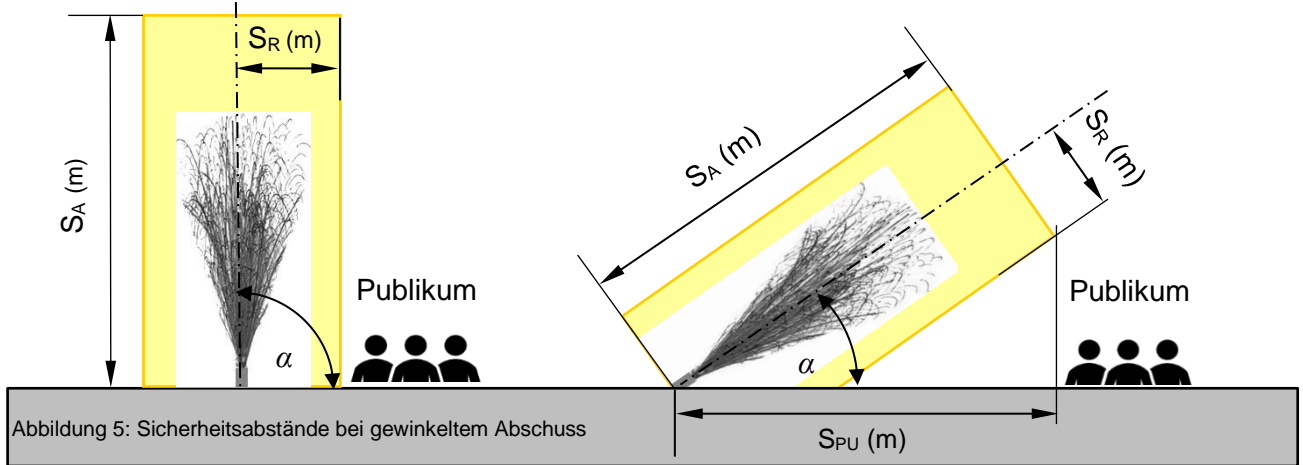
Silberfontäne mit Angabe Code T 2 m
 $2 \text{ m} \times 1,3 = 2,6 \text{ m} \rightarrow \text{Aufgerundet} = \underline{3 \text{ m}}$



²Normalbedingung heisst: Vertikale Ausrichtung max. (+/- 9°) Neigung, Windgeschwindigkeit ≤ 5 m/s,

9.2 Anpassung Sicherheitsabstand bei Abschuss mit einem Neigungswinkel

Beim Abschuss der pyrotechnischen Gegenstände unter einem Neigungswinkel ist der Sicherheitsabstand in Abhängigkeit des Neigungswinkels, in Neigungsrichtung folgendermaßen zu vergrößern:



Legende:

- SA = Sicherheitsabstand in Ausstossrichtung (Code A x 1.3)
- SR = Sicherheitsabstand in radialer Richtung (Code T x 1.3)
- SPU = Sicherheitsabstand zum Publikum bei gewinkeltem (geneigtem) Abschuss
- α = Abschusswinkel in Grad

Bemerkung:

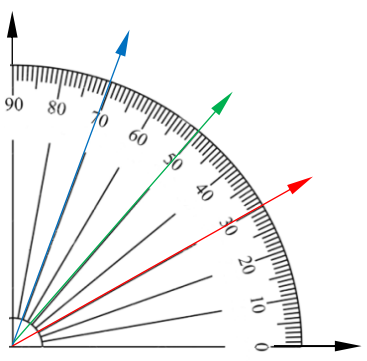
- Bei α = 90° (vertikal) → SPU = SR
- Bei α = 0° (horizontal) → SPU = SA

$$S_{PU} = S_A * \cos(\alpha) + S_R * \cos(90 - \alpha)$$

Hinweis: Bei horizontalem Abschuss, vertauscht sich der radiale Sicherheitsabstand (Radiale Effektweite, Wurfweite von Fragmenten T, C,D) mit dem Sicherheitsabstand in Ausstossrichtung (Effekthöhe A) zur Berechnung von Sicherheitsabstand (SPU) zum Publikum.

9.2.1 Sicherheitsabstand Berechnung gewinkelter Abschuss mit Tabelle:

Abschusswinkel α	A (Ausstoss)	+	R (Radial)
90°	0	plus	1
=> 80°	0,2		1
=> 70°	0,3		1
=> 60°	0,5		0,9
=> 50°	0,6		0,8
=> 40°	0,8		0,6
=> 30°	0,9		0,5
=> 20°	1		0,3
=> 10°	1		0,2
0°	1		0



T2 Winkelabschluss Tabelle (A und R sind gerundete Cos Werte)

Legende:

- SA = Sicherheitsabstand in Ausstossrichtung (Code A x 1.3)
- SR = Sicherheitsabstand in radialer Richtung (Code T x 1.3)
- SPU = resultierender Sicherheitsabstand zum Publikum bei gewinkeltem (geneigtem) Abschuss
- α = Abschusswinkel in Grad

Bemerkung:

- Bei α = 90° (vertikal) → SPU = SR
- Bei α = 0° (horizontal) → SPU = SA

$$Sicherheitsabstand S_{PU}, \text{ bei Neigungswinkel } \alpha = A \times S_A + R \times S_R$$

Berechnungsbeispiel gewinkelter Abschuss

Pyrotechnischer Gegenstand T2, Sicherheitsabstand Basis Effektweite $S_A = 6\text{ m}$, $S_R = 2\text{ m}$, Schalldruckpegel von 86 dB(A_{lmax}) **Abschusswinkel 50°**

$$(A \times S_A) \text{ 0,6} \times 6\text{ m} = 3,6\text{ m} + (R \times S_R) \text{ 0,8} \times 2\text{ m} = 1,6\text{ m} \quad \text{Total} = \mathbf{5,2\text{ m}}$$

Sicherheitsabstand aufgerundet = 6 m

9.3 Sicherheitsabstände bei Wind

Bei Windgeschwindigkeiten zwischen **6 m/s und 10 m/s** sind die Sicherheitsabstände in Windrichtung prozentual gemäss T2 Windtabelle zu vergrössern. Können diese Sicherheitsabstände durch die räumlichen Gegebenheiten nicht eingehalten werden, wird empfohlen auf das Abbrennen der entsprechenden pyrotechnischen Gegenstände zu verzichten.

6 – 7 m/s	20%
7 – 8 m/s	40%
8 – 9 m/s	60%
9 – 10 m/s	80%
10 – <11 m/s	100%

T2 Windtabelle

Ab einer Windgeschwindigkeit von **11 m/s** ($\approx 40\text{ km/h}$ oder Beaufort-Stärke 6, Wind pfeift hörbar um Gebäude) wird dringend empfohlen, auf den Abschuss zu verzichten. Es sei denn, es werden ausschliesslich Gegenstände auf dem Boden abgebrannt und eine Erhöhung des Sicherheitsabstandes um 200% in Windrichtung kann eingehalten werden.

Windgeschwindigkeits-Einheiten Tabelle: Siehe Seite 22

Berechnungsbeispiel Windeinfluss

Pyrotechnischer Gegenstand T2 vertikal montiert, Sicherheitsabstand Radial 12 m, Wind 7,5 m/s

$$7- <8\text{ m/s} \rightarrow \text{plus } 40\% \text{ von } 12\text{ m} = 4.8\text{ m} \quad \text{Total} = 4.8\text{ m} + 12\text{ m} = \mathbf{16,8\text{ m}}$$

Sicherheitsabstand aufgerundet = 17 m

10 Berechnung der Sicherheitsabstände für pyrotechnische Gegenstände der Kategorie P1 und P2

Pyrotechnische Gegenstände der Kategorie P1 sind entsprechend der Gebrauchsanweisung zu verwenden. Der Sicherheitsabstand wird vom Hersteller angegeben. Der vom Hersteller angegebene Sicherheitsabstand ist als Mindestsicherheitsabstand anzuwenden.

Bei der Kategorie P2 kann der minimale Sicherheitsabstand allenfalls auch anhand der Produktdaten (Kenngrößen) vom Verwender gemäss Sicherheitsregeln 5.1 bis 5.4 errechnet werden.

Wird der Sicherheitsabstand vom Hersteller angegeben, ist der angegebene Sicherheitsabstand in jedem Fall als Mindestsicherheitsabstand anzuwenden.

11 Anhang

11.1 F4 und T2 Etiketten

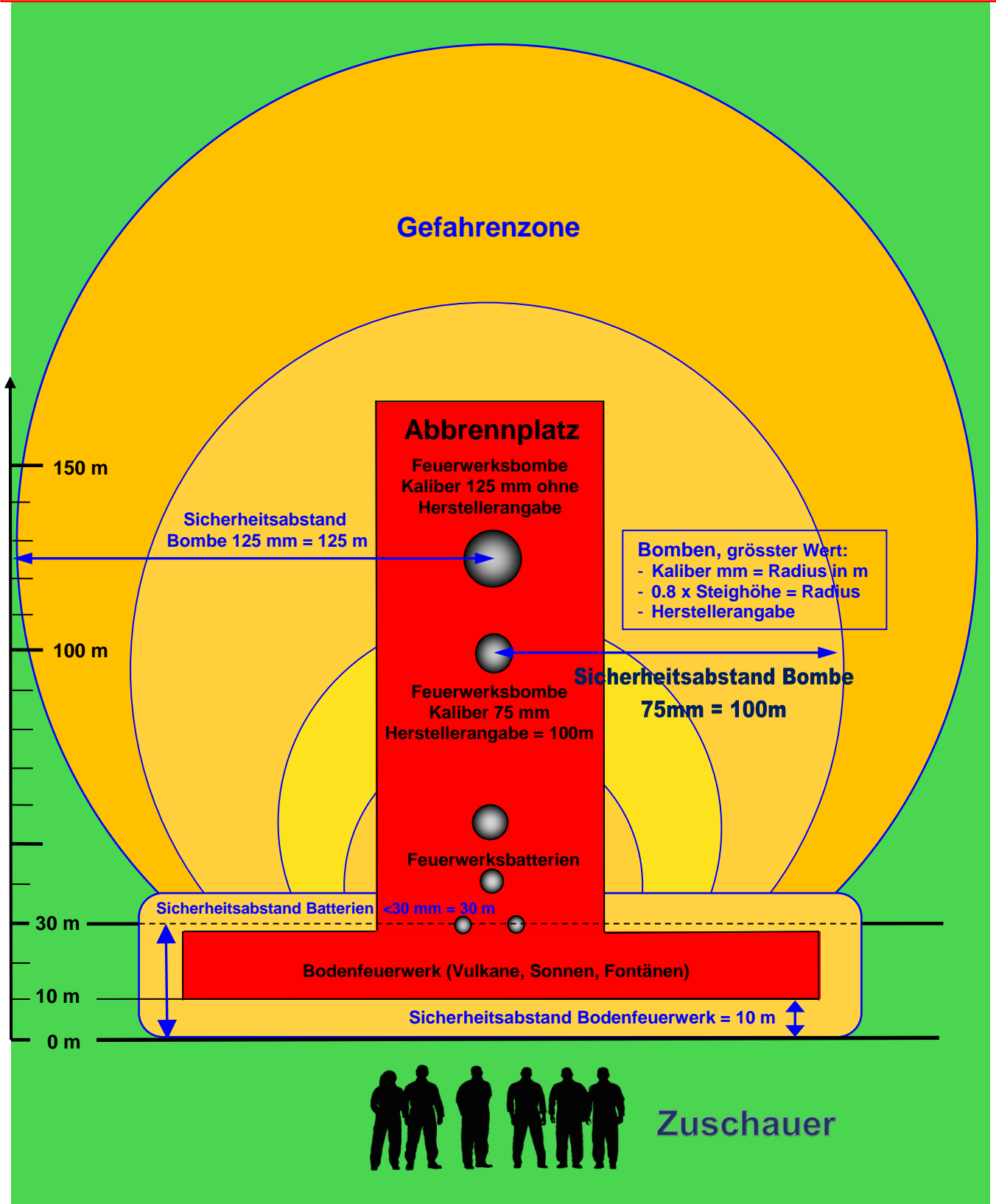
FEUERWERKFABRIK AG					CE 0163
Kombination-Batterie / Combinaison-Batterie / Combinazione-Batteria - KAT. F4					
(W) SILVER COCO + RED STROBE STARS + SILVER TAIL					Art.Nr.:10318B
Cal: 30mm NEM/MA/NEC: 1845g Bruttogewicht/Poids brut/Peso lordo: 11115g Schusszahl: 90					
Produktionsjahr / Année de fabrication / Anno di produzione: 2020 Hersteller / Fabricant / Fabbicante: China 43					
Reg. Nr. / CE-Code / Batch Nr.: 0163-F4-2136 / JX-COMB.4A.F03.90.055/ JX/COM/E20/0586-6					
Darf nicht an Personen unter 18 Jahren abgegeben werden! Ne peut être remis à des personnes de moins de 18 ans! Non può essere fornito a persone di meno di 18 anni!					
					Ausschussrichtung Direction de tir Direzione di lancio 
<ul style="list-style-type: none"> • Nur zur Verwendung durch Personen mit Fachkenntnissen. Nur im Freien verwenden! Der Mindestsicherheitsabstand ist vom Verwendungsberechtigten mithilfe der angegebenen Produktdaten zu bestimmen. Gegenstand ist entsprechend der Gebrauchsanweisung und nationalen Bestimmungen zu verwenden. Darf nur auf Vorweisen eines Erwerbsscheins oder einer Abbrandbewilligung abgegeben werden. • Utilisation réservée aux personnes ayant des connaissances particulières. A utiliser seulement à l'extérieur! Distance minimale de sécurité à déterminer par l'utilisateur en fonction des données indiquées sur le produit. Article à utiliser conformément au mode d'emploi et aux réglementations nationales. Ne peut être remis que sur présentation d'un permis d'acquisition ou d'une autorisation de mise à feu. • L'uso solo a persone di conoscenze specialistiche. Solo per uso esterno! Rispettare le distanze di sicurezza imposte dalla norma ed i dati di sicurezza propri dell'artificio. Utilizzare l'oggetto attenendosi alle istruzioni per l'uso e conformemente alle disposizioni nazionali. Può essere rilasciato solo previa presentazione di un permesso d'acquisto o di un'autorizzazione per l'accensione. 					
A: 51.0m	B: 109dB(Almax)@ 120m	C:	D: ~ 50m	W: 54°	
Feuerwerkfabrik AG / Musterweg 4 / 3005 Bern, Schweiz					

Pyrodummy Kat T2 Art.Nr.:14218 CE 0163				
Pyrotechnik-KOMET/Pyrotechnie-COMÈTE/ Pirotecnica-COMETA				
COMET GOLD Cal:30mm		Reg: 0163-T2-2287		
NEM/MA/NEC: 35g / Bruttogewicht/Poids brut/Peso : 113g				
Produktionsjahr / Année de fabrication / Anno di produzione: 19				
Hersteller / Fabricant / Fabbicante: China KTBX				
Darf nicht an Personen unter 18 Jahren abgegeben werden! Ne peut être remis à des personnes de moins de 18 ans! Non può essere fornito a persone di meno di 18 anni!				
				Ausschussrichtung Direction de tir Direzione di lancio 
Nur zur Verwendung durch Personen mit Fachkenntnissen. NUR IM FREIEN VERWENDEN! Der Mindestsicherheitsabstand ist durch den Verwender mit Hilfe der auf dem Gegenstand angegebenen Kenngrößen und Umgebungsbedingungen festzulegen. Gegenstand ist entsprechend der Gebrauchsanweisung und nationalen Bestimmungen zu verwenden. Darf nur auf Vorweisen eines Erwerbsscheins oder einer Abbrandbewilligung abgegeben werden. Es ist gesetzlich verboten, diesen Gegenstand für andere als den vorgesehenen Zweck zu verwenden.				
Utilisation réservée aux personnes ayant des connaissances particulières. A UTILISER SEULEMENT À L'EXTÉRIEUR! Distance minimale de sécurité doivent être déterminé par l'utilisateur à l'aide des données du produit fournies des caractéristiques de performances, et des conditions environnementales. Article à utiliser conformément au mode d'emploi et aux réglementations nationales. Ne peut être remis que sur présentation d'un permis d'acquisition ou d'une autorisation de mise à feu. Il est interdit par l'objet d'employer cet engin à des fins autres que celles pour lesquelles il est prévu.				
L'uso solo a persone di conoscenze specialistiche. UTILIZZARE SOLO ALL'APERTO! La distanza minima di sicurezza deve essere determinata dall'utente utilizzando i dati del prodotto forniti, le caratteristiche prestazionali e le condizioni ambientali. Utilizzare l'oggetto attenendosi alle istruzioni per l'uso e conformemente alle disposizioni nazionali. Può essere rilasciato solo previa presentazione di un permesso d'acquisto o di un'autorizzazione per l'accensione. È vietato per legge utilizzare il presente pezzo per scopi diversi da quelli previsti.				
<i>Pyrodummy / Junkerweg 4, 8832 Wollerau, Schweiz</i>				
A: 40m	B: 108dB(Almax)@ 40m	C: -	D: -	T: 2m

11.2 Beispiel: Sicherheitsabstände für Kategorie F4 nach 5.1 – 5.7

Vertikaler Abschuss ab Boden (<math><10^\circ</math>) bis max. 5 m/s Windgeschwindigkeit

Bomben, römische Kerzen, Feuerwerksbatterien, Single Shot: Grösster Wert der Berechnungen a - c
a) 80 % der Steighöhe; b) Kaliber pro mm in 1 m (min. 30 m); c) Sicherheitsabstand gemäss Hersteller
Bodenfeuerwerk: → Minimum 10 Meter



11.3 Windgeschwindigkeits-Einheiten Tabelle

Beaufort – Skala

Stärke Beaufort	Bezeichnung	Wind- Geschwindigkeit		Auswirkungen	
		~m/s	~km/h		
0	Windstille	0	0	Rauch steigt senkrecht auf	Normaler Abstand
1	Leiser Zug	1,2	4	Rauch zeigt Windrichtung an	
2	Leichter Wind	2,5	9	Wind im Gesicht spürbar	
3	Schwacher Wind	4	14	Baumblätter bewegen sich	
4	Mässiger Wind	6	22	Wimpel gestreckt, loses Papier fliegt	Abstand vergrös- sern
5	Frischer Wind	9	32	Grössere Zweige bewegen sich	
6	Starker Wind	11	40	Pfeifen an Häusern hörbar	Empfehlung: Verzicht auf das Abbrennen von Gross-Feuerwerk
7	Steifer Wind	15	54	Schlanke Baumstämme wiegen	
8	Stürmischer Wind	17	61	Gehen erschwert	
9	Sturm	20	72	Dachziegel werden abgehoben	
10	Schwerer Sturm	23	83	Entwurzelte Bäume	
11	Orkanartiger Sturm	27	97	Schwere Zerstörungen	
12	Orkan	29 & +	110 & +	Verwüstungen	