Inhaltsverzeichnis

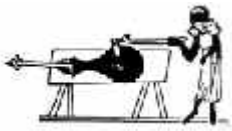
	Seite
Inhaltsverzeichnis	**1**
Einleitung	**2**
Geschichte des Feuerwerkes	**3 - 5**
Der Produktionsweg	**6 - 10**
Funktion einer Kugelbombe	**11 - 14**
Feuerwerkszusammenstellung	**15 - 17**
Arten und Effekte	**18 - 25**
Umfrage	**26 - 28**

Warum eine Dokumentation über Feuerwerk?

Seit Jahrhunderten bilden Feuerwerke Höhepunkt und Abschluß besonderer Festlichkeiten. Man fragt sich, wie Feuerwerkskörper funktionieren und wie Feuerwerker (Pyrotechniker) ein Feuerwerk vorbereiten und abbrennen. Leider ist es nicht einfach, Antworten auf diese Fragen zu bekommen. Von Feuerwerkern auf einem Abbrennplatz erhält man kaum Informationen und Literatur über dieses äusserst interessante Thema ist knapp bemessen. Mit dieser Dokumentation möchten wir Interessierten ermöglichen, sich umfassend über Feuerwerke und Pyrotechnik zu informieren.
Sie fragen sich vielleicht noch zurecht, wie wir auf dieses Thema gekommen sind. Nun es ist ganz einfach. Nachdem wir das Oberthema „Feuer“ bekommen hatten fragten wir uns, in welchem Bereich das Feuer etwas mit uns zu tun hat. Wir fanden nach langem überlegen heraus, dass wir beide vor ein paar Jahren Versuche gemacht haben. Aus gekauften Feuerwerkskörpern versuchten wir selbst etwas zu basteln. Allerdings mussten wir feststellen, dass dies nicht so einfach ist. Unsere Künste gingen in Stichflammen und Rauch auf. Nun haben wir mehr Wissen um ein Feuerwerkskörper zu basteln. Wir wissen aber auch wie gefährlich solch ein Gebastel sein kann und lassen es lieber. Nun wünschen wir Ihnen viel Vergnügen beim Betrachten unserer Dokumentation.

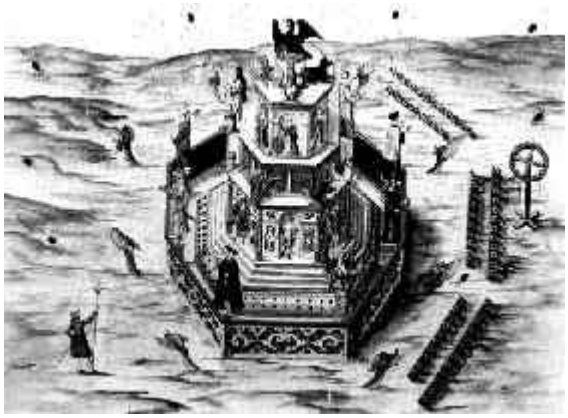
Huo-pau - wie alles begann

Von dem Tag an, an dem die ersten Feuerwerkskörper den Himmel erleuchteten, bis zum heutigen, an dem bei größeren Feuerwerken 1000de Feuerwerkskörper abgebrannt werden, sind nun schon mehr als 600 Jahre verstrichen.



Angefangen hat alles vor mehr als 1000 Jahren mit der Erfindung des Schwarzpulver im alten China, in dem die Grundstoffe wie Salpeter (Siao si), Holzkohle (Mu tan) und Schwefel (Lin huang) für das Schwarzpulver bereits in der Zeit der Hau Dynastie (25-250 n.Chr.) bekannt waren. In der Sung-Zeit (960-1279) flogen bei den Chinesen bereits die ersten Raketen, damals noch als Feuerpfeile bekannt. Bald folgten erste Einsätze des Schwarzpulvers, dem Huo-pau, zu kriegerischen Zwecken, zunächst nur dazu um den Feind in Angst und Schrecken zu versätzen. Nur wenig später gab es dann bereits schon die ersten primitiven Geschütze, die jedoch schon Grundlagen heutiger Waffen besaßen. Gegen Ende des 13.Jh. soll dann die Kenntnis vom Schwarzpulver von holländischen Seefahrern nach Europa gebracht wurden sein. In der gleichen Zeit experimentierte auch der englische Mönch Roger Bacon mit Stoffen, die die Grundbestandteile des Schwarzpulvers enthielten. In einer Niederschrift von ihm lässt sich so die Aufzeichnung finden: *"Laß das gesamte Gewicht 30 sein, jedoch vom Salpeter nehme 7 Teile, 5 vom jungen Haselholz und 5 von Schwefel, und du wirst Donner und Zerstörung hervorrufen wenn du die Kunst kennst."* Neben Roger Bacon hat auch Berthold der Schwarze, wahrscheinlich durch einen glücklichen Zufall, das Schwarzpulver entdeckt. So heißt es noch später im Feuerwerkbuch: *"Die Kunst hat erfunden ein Meister, hieß Niger Berchtholdus ist gewesen ein Nigromantikus, geboren von Griechenland."* Schon bald gab es kaum noch kriegerische Auseinandersetzungen in dem das Schwarzpulver nicht zum Einsatz kam. Hier lagen auch die ersten Anfänge des Feuerwerks, zwar nicht für friedliche Zwecke, doch wie ein Krieg entschieden wurde hing nicht selten davon ab, ob das Heer einen guten Feuerwerker besaß oder nicht. Neben ihrer Ausbildung zum Feuerwerker, die nach strengen Regeln den angehenden Feuerwerkern die Kunst des Kriegshandwerkes lehrten, lernten sie zusätzlich noch die Kunst des Freudenfeuerwerkes kennen. Auch die Prüfung beinhaltete die Durchführung eines Freudenfeuerwerkes, die von jedem Teilnehmer abgelegt werden mußte. 1379 fand die erste friedliche Anwendung des Schwarzulvers in Europa statt. Anlässlich des Pfingstfestes wurde ein heiliges Ritual mit einer funkensprühenden Taube, die sich an einem Seil entlang bewegte, gefeiert. 1420 wurde das deutschsprachige Feuerwerckbuch verfasst, allerdings kam es erst im Jahre 1529 in Straßburg zum Druck. Schon bald entdeckte der Adel das Feuerwerk für sich, und so

wurden die Zeiten des Barrocks und Rokkoko zur wahren Blütezeit für das Feuerwerk. Es gab kaum Anlässe, die dem Adel zu gering waren um nicht ein Feuerwerk abzubrennen. Geburten von Trohnfolgern, der Besuch von Adligen oder der Sieg über Feinde - all diese und viele andere Ereignisse waren Anlass für ein Feuerwerk. Finanzielle Mittel waren damals reichlich vorhanden, und so war es recht uninteressant, wie hoch der Preis für ein Feuerwerk war. Besonders bei dem Adel war die Wirkung des Feuerwerks von Intresse, denn Feuerwerke zeigten weithin sichtbar Reichtum und Macht des wohlhabenden Adels. Das besondere an diesen Feuerwerken war allerdings, dass sie nicht nur im einfachen Abbrennen von Feuerwerkskörpern bestanden, sondern, besonders bei erfolgreichen Schlachten, eher ganzen Theaterstücken mit Feuerwerkskörpern ähnelten. Bereits Wochen vor einem Feuerwerk waren Handwerker damit beschäftigt ganze Schlösser nachzubauen. Künstler schufen kunstvoll bemalte Prospekte, in denen das Feuerwerk angekündigt wurde und Feuerwerker brachten Bomben, Schwärmer, Raketen und Kanonenschläge in Stellung. Das Feuerwerk konnte beginnen. Drachen, die den Angreifer darstellten, gleiteten von einer Schnur geführt zur Festung und lösten ganze Kettenreaktionen aus. Die Festung begann mit der Verteidigung, ohrenbetäubende Kanonenschläge detonierten, Raketen flogen wild umher, Feuerräder zogen ihre Spuren und Schwärmer flogen aus, um den Feind zu irritieren. Am Ende eines jeden Feuerwerks wurde der Feind prunkvoll und unter lautem Getöse in die Luft gejagt. Das wohl größte Feuerwerk in der Zeit des Barocks fand 1770 im Park von Versailles unter Ludwig dem XV. statt. Damals hieß der König Frankreich's seine Schwiegertochter Marie Antoinette Willkommen. Gezündet wurden insgesamt 20000 Raketen, 6000 Feuertöpfe und Vulkane sowie 80 (bis zu 30m! Durchmesser große) Sonnen. Doch schon bald war ein Ende dieser Blütezeit erreicht. Ende des 18Jh. ging dem Adel das Geld aus und die wenigen Feuerwerke, die jetzt noch abgebrannt wurden, waren nur noch mickrig und rahr. Obwohl in Deutschland schon lange auch große Feuerwerke abgebrannt wurden, dauerte es bis in das Jahr 1838, in dem Georg Berckholz, der zuvor als Kanonier angestellt war, die erste Feuerwerksfirma gründete. Anfangs war sie in einem Schuppen ansässig. Anfang des 20.Jh. gab es bereits zahlreiche Feuerwerksfirmen, bei denen nun auch die Möglichkeit durch Entwicklungen in der chem. Indutrie, zu noch brillianteren und schöneren Feuerwerkskörpern gegeben war. Während der Weltkriege gab es für die pyrotechnische Industrie viel zu tun. Doch zum Ende eines jeden Weltkrieges begannen harte Zeiten für Feuerwerksfirmen. Vor allem der zweite Weltkrieg bereitete den Feuerwerkereien große Schwierigkeiten: teilweise Zerstörung oder Freigabe für Reparationszahlungen waren eine harte Bewährungsprobe. Auch wenn sie diese harten Zeiten überstanden hatten, so war der Wiedereinstieg nicht leicht und wurde teilweise mit der Produktion von Artikeln wie Ofenanzünder und anderen Dingen begonnen. Doch schon einige Jahre später wuchs das Interesse bei der Bevölkerung wieder ein Feuerwerk zu sehen und bald gehöhrten Feuerwerke wieder zum Programm großer Veranstaltungen.

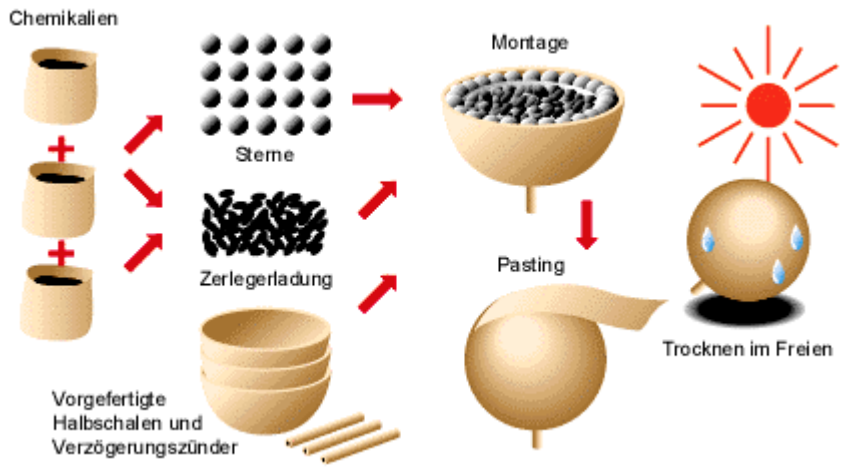


Am 15.Juli 1988 zündeten Japaner am Toyasee in Hokkaido das bisher größte aller Feuerwerke. Dabei wurde die bisher größte Kugelbombe, mit einen Durchmesser

von 139cm, einem Gewicht von 700kg und einen Explosionsdurchmesser von 1200m, abgeschossen.
Heute gibt es in Deutschland rund 40 zumeist kleinere Unternehmen in denen Feuerwerk hergestellt wird.

Der Produktionsweg

Im Gegensatz zum Silvesterfeuerwerk, bei dem fast ausschließlich Raketen gezündet werden, finden bei Großfeuerwerken vor allem Bomben Verwendung. Es handelt sich um (zumeist) mit Sternen und einer Zerlegerladung gefüllte Pappschalen (seltener Kunststoff), die aus Mörsern geschossen werden und bei der Explosion hoch in der Luft den erwünschten Effekt hervorbringen.
Am Beispiel japanischer Kugelbomben soll der Herstellungsprozeß dieser Feuerwerkskörper gezeigt werden. Zwar gelten die Japaner zu Recht als Meister des Feuerwerks, die Herstellung von Kugelbomben geschieht aber auf der ganzen Welt auf ähnliche Weise und selbst in Deutschland werden noch von einigen Firmen Kugelbomben in reiner Handarbeit produziert.



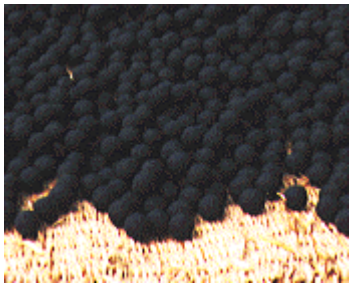
EINZELSRITTE DER BOMBEN-HERSTELLUNG

Für die Herstellung von Kugelbomben sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Herstellung von Sternen und Zerlegerladung aus Chemikalien
- Füllen von Bomben-Halbschalen mit diesen pyrotechnischen Produkten; Einsetzen eines Verzögerungszünders.
- Zusammensetzen der gefüllten Halbschalen, Verkleben mit leimgetränkten Papierstreifen (Pasting).
- Trocknungsprozeß

Herstellung von Sternen und Zerleger

MISCHEN VON CHEMIKALIEN



FERTIGE STERNE

Der pyrotechnische Inhalt von Kugelbomben besteht hauptsächlich aus Sternen, die am Himmel als farbige oder funkensprühende Punkte und Streifen zu sehen sind, sowie der Zerlegerladung, die die Bombe am höchsten Punkt der Flugbahn zerreißt, die Sterne zündet und auseinandertreibt. Die Farben- und Formenvielfalt der Sterne wird durch zahlreiche "Rezepte" (Formeln) erreicht, nach denen Chemikalien zu pyrotechnischen Sätzen ('Wazai') vermischt werden. Im ersten Arbeitsschritt werden deshalb die benötigten Rohstoffe sehr genau abgewogen, zu feinstem Pulver gemahlen, gesiebt und im richtigen Verhältnis gemischt ('Haigou').

ROLLTROMMEL

HOSHI-KAKE

Für japanische Kugelbomben, bei denen sich die Sterne kugelförmig ausbreiten und dabei - evtl. mehrmals - die Farbe wechseln ('Warimono'-Bomben), sind runde Sterne ('Hoshi') mit exakt identischem Durchmesser erforderlich. Nur so wird erreicht, daß alle Sterne gleichzeitig farbwechseln und zum gleichen Zeitpunkt verglühen. Dies gilt als höchste Perfektion bei Bomben des Warimono-Types.
Die Sterne werden in einer Rolltrommel um einen Kern dragiert - dies kann ein Samenkorn oder ein kleiner Leuchtstern sein. Durch abwechselnde, schrittweise Zugabe von Sternpulvergemisch und Lösungsmittel in die sich ständig drehende Rolltrommel wachsen die Sterne langsam nach dem "Schneeballprinzip". Es erfordert großes Geschick, um mit dieser Methode ('Hoshi-kake') gleich große und perfekt runde Sterne zu rollen.

STERNWACHSTUM VERSCH. FARBPULVER

PERFEKT GEROLLTE STERNE (HOSHI)

STERNE TROCKNEN

Die Sterne werden in mehreren Arbeitsschritten gerollt. Zwischendurch werden sie mehrmals vorsichtig aus der Rolltrommel genommen und auf Sieben oder Strohmatten ausgebreitet im Freien getrocknet. Würden die Sterne in nur einem Durchgang bis zum gewünschten Durchmesser gerollt, könnte die Feuchtigkeit (Lösungsmittel) beim anschließenden Trocknen nur sehr langsam aus den Sternen entweichen. Dies kann u.U. zu gefährlichen chemischen Reaktionen im Inneren der Pulversterne führen.
Für farbwechselnde Sterne kann nach jedem Trocknungsvorgang ein anderes Sternpulver aufgerollt werden. Nach der Explosion der Bombe erscheinen die Farben dann in umgekehrter Reihenfolge der Pulverschichten. Die zuletzt aufgerollte Schicht ist immer der sog. Zündmantel (jap.: 'Kake-boshi' = "ummantelter Stern"), ein dem Schwarzpulver ähnliches Gemisch, das als erstes zündet und seinerseits genügend Energie für die meist höheren Zündtemperaturen der Sternpulver liefert

ZERLEGERLADUNG

Einfache Bomben des Warimono-Types haben nur eine Lage aus Sternen entlang der Innenseite der Bombenschale. Der größte Teil des Bombeninneren wird mit Zerlegerladung ('Warikayaku', 'Hadanyaku') aufgefüllt; bei Warimono-Bomben mit mehreren Sternlagen befindet sich der Zerleger zwischen den Sternen.

Bei kleinkalibrigen Bomben wird vor allem grobkörniges Schwarzpulver als Zerlegerladung verwendet, wogegen für größere Bomben der Schwarzpulversatz ähnlich dem Hoshi-kake um Samenkörner gerollt oder in einer dünnen Schicht auf Reishülsen (Reisstroh) "paniert" wird. Würde die Zerlegerladung großkalibriger Bomben ausschließlich aus gekörntem Schwarzpulver bestehen, wäre das Gewicht und die Sprengkraft der Bomben zu hoch.

Montage von Kugelbomben

HANABISHI

HALBSCHALEN, BEGINNENDE MONTAGE

Kugelbomben werden in reiner Handarbeit produziert. Japanische Feuerwerk-Meister ('Hanabishi') stellen besondere Bomben, z.B. für Festlichkeiten oder Wettkämpfe, in wochen- und monatelanger Arbeit selbst her. Kleinere Bomben werden in "Fabriken" von Arbeitern in großen Stückzahlen montiert. Das Prinzip der Bombenmontage ('Tama-gome') ist bei allen Kalibern gleich: zwei Halbschalen ('Tamagawa') aus Pappe werden sorgfältig mit Sternen und Zerlegerladung gefüllt, zusammengesetzt und dann miteinander verklebt.

STERNE

ZERLEGERLADUNG

HALBSCHALEN

Bei Bomben des Warimono-Types werden zuerst die gerollten Sterne entlang der Halbschalen-Innenseiten angeordnet; in eine Hälfte wurde zuvor ein Verzögerungszünder ('Doukasen', 'Michi') eingesetzt. Die Halbschalen werden dann mit der Zerlegerladung aufgefüllt, die durch feines Seidenpapier ('Hasamigami') von den Sternen getrennt ist. Die gefüllten Halbschalen einer Bombe werden schließlich in einer schnellen Bewegung zusammengeführt ('Pacckuri'). Warimono-Bomben mit mehreren Sternlagen sind deutlich komplexer und deshalb schwieriger zu montieren.

ZUSAMMENFÜHREN

SCHALEN FIXIEREN

PASTING

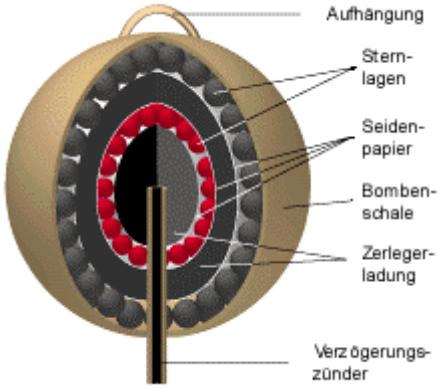
Bevor die Halbschalen mit Klebeband fixiert werden, wird überflüssiges Seidenpapier abgeschnitten. Im letzten Arbeitsschritt der Bombenmontage, dem Pasting ('Tama-hari', "Zukleben"), werden Papierstreifen ('Uwabari-shi') um die Nahtstelle (Äquator) der Halbschalen und gleichmäßig um die ganze Bombe geklebt.

12“ BOMBE

6“ BOMBE

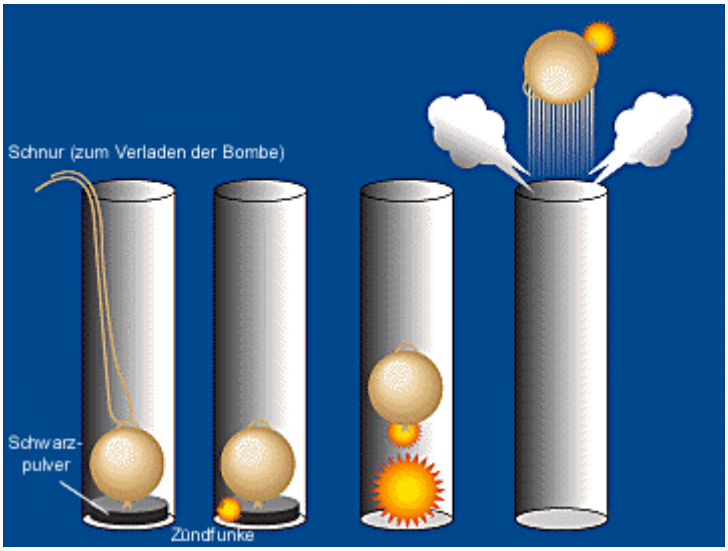
Dem Pasting kommt besondere Bedeutung zu. Durch die Anzahl der mit Leim getränkten Papierstreifen und deren Anordnung um die Bombe ergibt sich die Stärke der Bombenschale. Im Zusammenhang mit Menge und Art der Zerlegerladung bestimmt das Pasting, wie schnell die Bombe bei der Explosion zerrissen wird und mit welcher Kraft und Geschwindigkeit sich die Sterne ausbreiten. Für Bomben des Warimono-Types (Chrysanthemen, Peonies) findet eine sehr stabile Bombenschale und ein kräftiger Zerleger Verwendung, um einen möglichst großen Durchmesser der "Blüten" zu erreichen. Trauerweiden und Kamuros besitzen hingegen etwas schwächere Bombenschalen und weniger Zerlegerladung, damit die Sterne als "Goldregen" in Richtung Boden fallen.
Großkalibrige Bomben brauchen zudem stabile Bombenschalen, damit sie beim Abschuß durch den Druck der Ausstoßladung nicht zerstört werden und schon im Mörserrohr explodieren. Das Pasting wird deshalb sehr sorgfältig mit zahlreichen Papierstreifen durchgeführt.

Wie funktioniert eine Kugelbonbe



WARIMONO MIT PISTIL

Die typische japanische Kugelbombe ist die Warimono: Chrysanthemen- (mit Schweif) oder Peony-Sterne (ohne Schweif; siehe) sind innerhalb der Bombenschale in einer oder mehreren kugelförmigen Sternlagen angeordnet. Alle Zwischenräume sind mit Zerlegerladung (meist Schwarzpulver) aufgefüllt. Ein Verzögerungszünder führt vom Äußeren der Bombenschale in das Zentrum der Bombe.

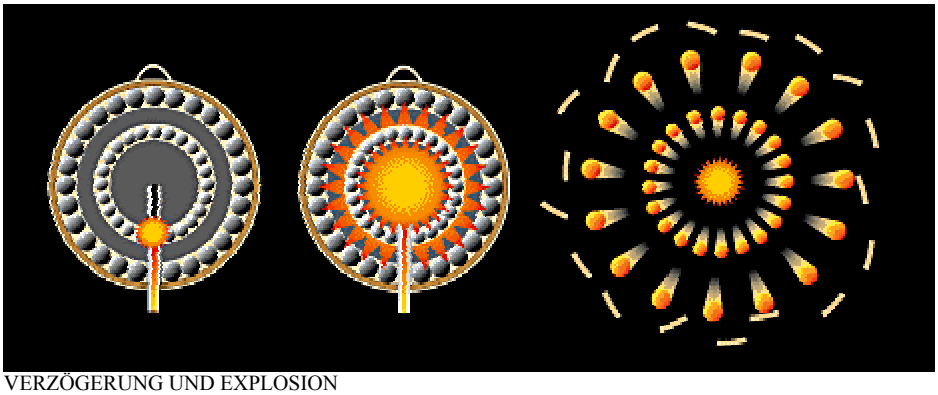


ABSCHUSS-PRINZIP

Bomben werden aus Mörsern senkrecht oder leicht geneigt in die Luft geschossen. Unterhalb der Bombe befindet sich dazu eine entsprechend ihrem Kaliber und Gewicht bemessene lockere Ausstoßladung aus gekörntem Schwarzpulver. Die Bombe wird so in das Mörserrohr geführt, daß der Verzögerungszünder nach unten in die Ausstoßladung ragt. Um Mörser schneller und sicherer laden zu können, ist der Schwarzpulversatz meist in einem kleinen Papierbeutel an der unteren Hälfte der Bombe befestigt.

Beim Zünden der Ausstoßladung (z.B. durch eine Stoppine oder einen Elektrozünder) wird die Bombe durch die explosionsartig entstehenden Verbrennungsgase mit großem Druck aus dem Rohr getrieben. Das Abbrennen des Schwarzpulvers entzündet dabei gleichzeitig den Verzögerungszünder. Die Bombe

besitzt keinen zusätzlichen Antrieb und steigt nach dem Verlassen des Rohres nur durch die Wucht des Abschusses auf.



VERZÖGERUNG UND EXPLOSION

Die Flugzeit von Bomben richtet sich nach ihrem Kaliber, Gewicht und der gewünschten Steighöhe. Sie wird einerseits durch die Menge der Ausstoßladung und andererseits durch Länge und Art des Verzögerungszünders eingestellt. Der Durchschnittswert liegt bei etwa 3 Sekunden, großkalibrige Bomben können über 5 Sekunden lang steigen. Während dieser Zeit brennt der Verzögerungszünder, bis seine Flamme in das Zentrum der Bombe durchschlägt und die Zerlegerladung entzündet.
Diese verbrennt in Sekundenbruchteilen und zündet ihrerseits die Sterne. Durch die Explosion wird die Bombenschale zerrissen und die brennenden Sterne in Form größer werdener Sphären auseinander getrieben. Durch die zusätzliche Zerlegerladung zwischen den einzelnen Sternlagen (bei einer Warimono-Bombe mit Pistil oder mehreren Petals), breiten sich die äußeren Sterne weiter aus als innere.

Bombentypen

Kugelbomben können mit sehr unterschiedlichen pyrotechnischen Effekten gefüllt werden. Je nach Anordnung der Effekte werden sie in zwei Grundtypen (Bauarten) unterteilt, Warimono und Pokamono:

WARIMONO

WARIMONO-EFFEKT

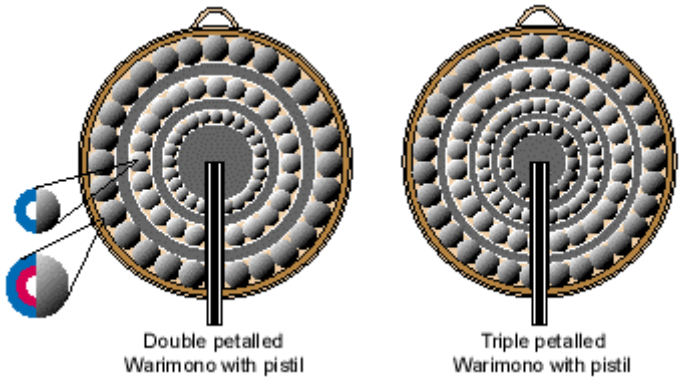
POKAMONO

POKAMONO-EFFEKT

Am häufigsten werden Bomben des Warimono-Types geschossen. In der Bombenschale sind ein oder mehrere Sternlagen ('Petals', jap.: 'Oya-boshi' = "äußere/Eltern-Sterne"; 'Pistil', jap.: 'Shin-boshi' = "innere Sterne") konzentrisch um eine Zerlegerladung angeordnet. Dadurch breiten sich die Sterne bei der Bomben-Explosion kugelförmig aus.

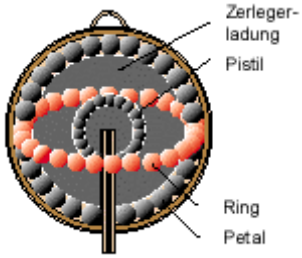
Bei Bomben des Pokamono-Types ("Poka") sind die Sterne dagegen mit der Zerlegerladung vermengt und regellos in der Bombenschale verteilt. Anstelle von

Sternen können z.B. auch Kometen, Gitter-Kometen oder Tourbillions als Effekte verwendet werden. Bei solchen Poka-Bomben ist die Zerlegerladung in der Regel in Seidenpapier eingeschlossen (siehe Zeichnung). Die Effekte werden bei der Explosion einer Poka nicht wie bei einer Warimono kugelförmig auseinandergesprengt, sondern in unregelmäßigen Formen am Himmel verteilt. Die Herstellung ist im allgemeinen einfacher als die von Warimono-Bomben.



WARIMONO MULTI PETALLED

Meistens besitzen Bomben des Warimono-Types eine ('single petalled', jap.: 'Shin-nashi' oder 'Warippanashi' = "keine inneren Sterne") oder zwei ('single petalled with pistil', jap.: 'Shin-iri') Sternlagen. In komplexen Bomben können drei ('double petalled with pistil', jap.: 'Yae-shin') oder sogar mehr Sternlagen ('triple petalled with pistil', jap.: 'Mie-shin') angeordnet sein. Die Herstellung einer solchen multi petalled Warimono ist sehr schwierig und zeitaufwendig und dementsprechend teuer; deshalb werden sie meist nur einzeln zu besonderen Anlässen und bei Wettkämpfen geschossen.
Typisch für Warimono-Bomben ist ein (mehrfaches) Farbwechseln der Chrysanthemen- oder Peony-Sterne. Sterne der inneren Petals und des Pistils wechseln meist nur einmal die Farbe oder sind einfarbig.



FUKURINZU

FUKURINZU-EFFEKT

KOWARIMONO

SHELL OF SHELLS

Warimono- und Poka-Bomben können sehr variationsreich sein. Die Fukurinzu ("Sonnenblume") z.B. ist eine Warimono mit Pistil und einem zusätzlichen Ring ('Circle') um den Äquator. Weitere Abwandlungen sind Saturn- und Figuren-Bomben (siehe Seite Hanabi 2 im Kapitel Pyro-Gallery für Beispiel-Fotos).

Eine Mischform des Warimono- und Pokamono-Types ist die Kowarimono: in der Bombenschale sind kleinere Bomben ('Shells', 'Small Flowers') angeordnet. Ihren Effekt nennt man 'Shell of Shells' oder 'Thousand Flowers'. Die inneren Bomben können sowohl vom Warimono- als auch vom Pokamono-Typ oder Thunder (Salut) sein.

Bombengrössen

JAPANISCHE KUGELBOMBEN 3" bis 24"

Bomben gibt es in zahlreichen Größen. In Europa und den USA werden Bomben nach Kalibern in Zoll ('Inches', 1" entspricht ca. 25mm) gemessen: eine 3"-Bombe muß in ein Mörserrohr mit 75mm Innendurchmesser passen. Der Durchmesser der Bombe selbst kann von ca. 68 bis 75mm variieren. Gängige Kaliber sind 2" (50mm) bis 12" (300mm). Selten werden in Deutschland Bomben mit 16" (400mm) geschossen.
Japanische Kugelbomben werden nur nach ihrem Durchmesser und nicht nach den Mörserkalibern unterschieden. Als Maßeinheit werden 'sun' und 'gou' verwendet; ein sun entspricht etwa 33mm. Eine 2-sun Bombe hat dementsprechend einen Durchmesser von gut 60mm. 10-sun sind ein 'shaku', eine 300mm Bombe heißt 'Shaku-dama'. Ein 'gou' entspricht knapp 30mm (also z.B. 2,5-gou = 75mm, 20-gou = 60cm). Der derzeitige japanische Rekord ist eine Kugelbombe mit 60" (150cm) Durchmesser!

Nachfolgend eine Tabelle mit einigen Beispiel-Maßen von Kugelbomben. Die Werte verstehen sich als Durchschnitt: je nach Bombentyp (z.B. Pokamono, Figurenbombe, Fallschirmbombe etc.) können Gewicht, Steighöhe und Effektdurchmesser erheblich abweichen.

DURCHSCHNITTSGRÖSSEN JAPANISCHER KUGELBOMBEN, WARIMONO-TYP

Grösse (gou)	3	4	5	6	7	8	10	20	30	40
Durchmesser (mm)	85	115	142	169	205	235	285	570	855	1140
Kaliber, ca. (inch)	3.5	5	6	6.5	8	9	12	24	36	48
Gewicht (kg)	0.2-0.23	0.5-0.55	1.1-1.3	1.9-2.0	2.8-3.0	4.3-4.8	7.0-8.5	45-70	200-280	400-420
Satzgewicht (kg)	0.13	0.35	0.65	1.2	1.6	2.7	5	25	70	80
Steighöhe (m)	120-130	160-170	190-200	220	250	280	330	450-500	550-600	500-650
Durchmesser Effeckt (m)	60-70	110-130	150-170	180-220	200-240	250-280	280-320	480-520	500-650	650-700

Feuerwerkszusammenstellung

Vor einem nächtlichen Feuerwerk steht stunden-, meist sogar tagelange Arbeit. Die folgende Fotoserie zeigt den typischen Ablauf der Vorbereitungen für ein Großfeuerwerk. Die Reihenfolge der Arbeitsschritte ist abhängig von Art und Größe des Abbrennplatzes und des Feuerwerks, vom Wetter und der Personen-Anzahl der "Pyro-Crew".

BOMBETTEN – GESTELLE

MÖERSERROHRE

FEUERWERKSKOERPER

BOMBETTEN

Als erstes sind alle Bombetten-Gestelle, Holzgestelle mit Mörserrohren ("Racks") sowie zahllose Holzlatten und Eisenstangen vorzubereiten. Die Kisten mit Feuerwerkskörpern (Bomben, Bombetten, China-Feuerwerksbatterien, Raketen, Frontstücke usw.) werden an Sicherer Stelle zwischengelagert.

SCHWARZPULVER

VORBEREITUNG BOMBETTENROHRE

LITZE

MOERSER – BATTERIE

Für den Einsatz von Bombetten verbindet ("verleitet") man die Rohre der Gestelle untereinander mit Litze. Die Litze wird beim Feuerwerk an einer Seite entzündet und feuert alle Bombetten-Rohre nacheinander ab. Um ein ganzes Gestell "auf Schlag" (alle Rohre gleichzeitig) zünden zu können, setzt man in jedes Rohr einen Elektrozünder ein. Die Bombetten-Rohre werden einzeln mit genau abgewogenen Schwarzpulver-Ausstoßladungen versehen und sodann mit Bombetten geladen. Die Vorbereitung von Mörser-Batterien für kleinkalibrige Bomben ist ähnlich. Einziger Unterschied: die Schwarzpulver-Ladungen befinden sich bereits an den Bomben und müssen nicht gesondert abgewogen werden.

ROEMISCHE LICHTER

CHINABATTERIEN

RAKETEN – STAENDER

BOMBEN – RACKS

Weitere Feuerwerkskörper bei Höhenfeuerwerken sind Römische Lichter und China-Feuerwerksbatterien. Sie werden meist in einer breiten Front zum Publikum

auf dem Abbrennplatz verteilt. Römische Lichter fächert man dabei häufig, z.B. in Gestellen oder an Armierungseisen befestigt. Nach dem Öffnen der Chinabatterien werden die innenliegenden, bereits pyrotechnisch gefüllten Papprohre mit Alufolie gegen Funkenflug anderer Effekte geschützt. Das elektrische Verkabeln (Verleiten) der Fronten verbraucht meist zig hundert Meter sog. Verschleißdraht. Raketen finden bei Großfeuerwerken relativ selten Verwendung. Sie werden dann mit den Leitstäben in Abschuß-Ständer gesteckt und mit Litze verleitet.

KUGELBOMBEN

ZYLINDERBOMBEN

BOMBE IM MOERSER

STOPPIENIERT

Bomben werden aus Mörserrohren geschossen und bilden den größten Anteil der Effekte bei Großfeuerwerken. Ihre Vorbereitung ist besonders aufwendig und arbeitsintensiv. Die Bomben-Racks müssen an den vorgesehenen Positionen aufgestellt und gegen Umkippen gesichert werden. Das geschieht entweder durch Verschrauben der Racks mit Holzlatten oder durch spezielle Befestigungs-Systeme, die die einzelnen Racks miteinander verbinden. Anschließend bestückt man die Mörser mit Kugel- oder Zylinderbomben und verleitet diese untereinander mit Stoppinen und Vorbrennern ("Stoppinieren"). Mit Vorbrennern unterschiedlicher Brenndauer kann der zeitliche Ablauf einzelner Bomben-Salven vorherbestimmt werden. Die stoppinierten Bomben müssen dann noch mit Elektrozündern versehen und mit der Zündanlage verkabelt werden.

VERLEITET

AUFRÄUMEN

BOMBETTEN – GESTELLE

BOMBEN – RACKS

Zu einem Feuerwerk gehört natürlich immer auch das Aufräumen. Wenn alle Gestelle und Rohre geladen sowie alle Feuerwerkskörper verlitzt, stoppiniert und elektrisch verleitet sind, müssen leere Kisten und Abfälle entsorgt werden. Nach dem Feuerwerk wird's nochmals richtig "schlimm"! Bevor die Pyro-Crew den Heimweg antreten kann, muß das Gelände nach möglichen Versagern abgesucht und alles abgebaut und gesäubert werden. Meist dauert das bis in die Morgenstunden, bei wirklich großen Feuerwerken kann das Abbauen sogar 1-2 Tage in Anspruch nehmen.

ROEMISCHE LICHTER

CHINABATTERIEN

RAKETEN – STAENDER

BOMBEN – RACKS

Weitere Feuerwerkskörper bei Höhenfeuerwerken sind Römische Lichter und China-Feuerwerksbatterien. Sie werden meist in einer breiten Front zum Publikum auf dem Abbrennplatz verteilt. Römische Lichter fächert man dabei häufig, z.B. in Gestellen oder an Armierungseisen befestigt. Nach dem Öffnen der Chinabatterien werden die innenliegenden, bereits pyrotechnisch gefüllten Papprohre mit Alufolie gegen Funkenflug anderer Effekte geschützt. Das elektrische Verkabeln (Verleiten) der Fronten verbraucht meist zig hundert Meter sog. Verschleißdraht. Raketen finden bei Großfeuerwerken relativ selten Verwendung. Sie werden dann mit den Leitstäben in Abschuß-Ständer gesteckt und mit Litze verleitet.

KUGELBOMBEN

ZYLINDERBOMBEN

BOMBE IM MOERSER

STOPPIENIERT

Bomben werden aus Mörserrohren geschossen und bilden den größten Anteil der Effekte bei Großfeuerwerken. Ihre Vorbereitung ist besonders aufwendig und arbeitsintensiv. Die Bomben-Racks müssen an den vorgesehenen Positionen aufgestellt und gegen Umkippen gesichert werden. Das geschieht entweder durch Verschrauben der Racks mit Holzlatten oder durch spezielle Befestigungs-Systeme, die die einzelnen Racks miteinander verbinden. Anschließend bestückt man die Mörser mit Kugel- oder Zylinderbomben und verleitet diese untereinander mit Stoppinen und Vorbrennern ("Stoppinieren"). Mit Vorbrennern unterschiedlicher Brenndauer kann der zeitliche Ablauf einzelner Bomben-Salven vorherbestimmt werden. Die stoppinierten Bomben müssen dann noch mit Elektrozündern versehen und mit der Zündanlage verkabelt werden.

VERLEITET

AUFRÄUMEN

BOMBETTEN – GESTELLE

BOMBEN – RACKS

Zu einem Feuerwerk gehört natürlich immer auch das Aufräumen. Wenn alle Gestelle und Rohre geladen sowie alle Feuerwerkskörper verlitzt, stoppiniert und elektrisch verleitet sind, müssen leere Kisten und Abfälle entsorgt werden. Nach dem Feuerwerk wird's nochmals richtig "schlimm"! Bevor die Pyro-Crew den Heimweg antreten kann, muß das Gelände nach möglichen Versagern abgesucht und alles abgebaut und gesäubert werden. Meist dauert das bis in die Morgenstunden, bei wirklich großen Feuerwerken kann das Abbauen sogar 1-2 Tage in Anspruch nehmen.

Arten und Effekte

Kugelbomben

Bomben sind die wichtigsten Feuerwerkskörper bei Höhenfeuerwerken: die Effekte und Blumen am Himmel stammen meist nicht wie zu Silvester von Raketen, sondern sind Explosionen von Kugelbomben. Bomben besitzen eine Schwarzpulver-Ausstoßladung und werden damit nach dem "Kanonen-Prinzip" aus Rohren (Mörsern) geschossen; sie steigen ohne Eigenantrieb nur durch die Wucht des Abschusses auf. Am Zenit der Flugbahn zündet ein Verzögerungszünder die Zerlegerladung im Inneren der Bombe. Diese entzündet ihrerseits die Effekte und zerreißt die Bombenhülle. Sterne nennt man dabei kleine Pulverpresslinge, die als farbige oder funkensprühende Streifen erscheinen und das Bukett der Bombe bilden.

STERNBUKETT 4"

PEONIES 8"

PALME 8"

Zylinderbomben

Zylinderbomben werden wie Kugelbomben gestartet. Die Mörserrohre müssen allerdings wesentlich stabiler sein, weil Zylinderbomben aufgrund ihres höheren Gewichtes eine größere Schwarzpulver-Ladung für den Abschuss benötigen als Kugelbomben. Für große Kaliber verwendet man deshalb häufig Stahlrohre, die zum Splitterschutz bei einem möglichen Rohrkrepierer eingegraben werden. Im Aufbau können sich Zylinder- erheblich von Kugelbomben unterscheiden. Bei Mehrschlagbomben z.B. explodieren mehrere Kammern mit Sternbuketts und anderen Effekten nacheinander. Besonders eindrucksvoll sind Simultan-Bombetten, die von einer großkalibrigen Zylinderbombe am Himmel verstreut werden und nach kurzer Verzögerung gleichzeitig zünden.

MEHRSCHLAG 4"

SIMUL.-BOMBETTEN 8"

STAHLROHRE 8"

SCHWEIFSTERNE 4"

SIMUL.-BOMBETTEN 8"

Bombetten

Als Bombetten bezeichnet man kleinere Feuerwerkskörper, die den Bomben ähnlich aus Rohren geschossen werden. Da sie jedoch keine eigene Ausstoßladung besitzen, lädt man die einzelnen Rohre entsprechend dem Kaliber erst mit genau abgewogenem Schwarzpulver (gekörntes "Feuerwerkspulver") und dann mit Bombetten. Bombetten-Gestelle bestehen gewöhnlich aus Holzbrettern, auf denen Aluminium- oder Kunststoffrohre unterschiedlicher Länge und mit verschiedenen Abschuß-Winkeln befestigt sind Die Effekte von Bombetten können sehr unterschiedlich sein: Sternbuketts, Kreiselblitze (Saluts mit Silberschweif), Kometen, Knall-, Ratter- und Pfeifpatronen sowie Leuchtsterne. Verschiedene Effekte können miteinander kombiniert werden.

VERSCH. GESTELLE

FÄCHER 60mm

BOMBETTEN

KOMETEN

KOMETENBOMBETTE

STERNBUKETT

Raketen

Großfeuerwerks-Raketen funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Silvester-Raketen: ein verdichteter Pulvertreibsatz brennt während der gesamten Flugzeit und treibt die Rakete durch die Verbrennungsgase an. Sie werden jedoch bei Feuerwerken relativ selten eingesetzt, weil sie im Vergleich zu Bomben nur relativ kleine Effektladungen transportieren können und ihre Flugbahn je nach Wetterverhältnissen nicht genau berechenbar ist. Der Leitstab dient der Stabilisierung während des Fluges. Die Effektkörper von Raketen sind meistens mit Sternen und anderen Effekten (z.B. Heuler, Knallpatronen) gefüllte dünnwandige Papphülsen. Ausnahmen sind Kugelbomben- und Salutraketen.

VERSCHIED. RAKETEN

BOMBENRAKETEN

KUGELRAKETEN

RAKETEN-STÄNDER

STERNBUKETTS

BOMBENRAKETE

Chinabatterien

China-Feuerwerksbatterien sind Pappkisten, in denen zahlreiche, mit Effekten gefüllte Papprohre miteinander verleitet sind. Ihr großer Vorteil ist der geringe Arbeitsaufwand: die Kisten werden komplett geladen und stoppiniert geliefert und müssen auf dem Abbrennplatz nur noch gegen Umkippen gesichert werden. Die Effekte gleichen je nach Rohrkaliber Bombetten oder Bomben und werden wie diese mit Schwarzpulver ausgestoßen: Sterne, Wirbel, Heul- und Knallpatronen, Kometen, Sternbuketts. Chinabatterien wirken besonders durch die schnelle Schußfolge der Effekte. Intervall-Chinabatterien feuern mehrmals hintereinander, durch kurze Pausen unterbrochen, jeweils eine Anzahl Rohre ab.

1000 SCHUSS 1/2"

66 SCHUSS 1-3/4"

9 SCHUSS 4"

SILBERBIENEN

INTERVALL-BATTERIE

Roemische Lichter

Römische Lichter sind Papprohre, die auf ihrer gesamten Länge mit mehreren Effekt-Schüssen gefüllt sind. Die einzelnen Schüsse sind untereinander zeitlich verzögert und bestehen jeweils aus einer Schwarzpulver-Ausstoßladung, dem Effektkörper (z.B. Leuchtsterne, Bombetten, Kometen) und einem Pfropfen oberhalb des pyrotechnischen Effektes. Letzterer trennt die Schüsse und verstärkt den Druckaufbau der Schwarzpulver-Ladungen. Während Römische Lichter der Klasse II (Silvester-Feuerwerk) meistens 6-10 Leuchtsterne ausstoßen, werden beim Großfeuerwerk vor allem großkalibrige Kometen- und Bombenrohre mit 4-8 Schuß verwendet.

RÖMISCHE LICHTER

FÄCHER

KLEINE RÖM. LICHTER

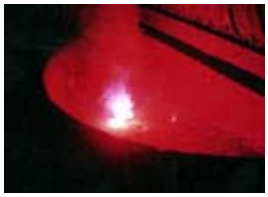
KOMETEN BARRAGE

KOMETEN FÄCHER

LEUCHTKUGELN

Sonstige

Bengalische Zylinderflammen dienen der Illumination von Bauten und Landschaften. Sie verbrennen mit einer intensiv gefärbten Flamme (meist rot oder grün), teilweise farbig oder weiß blinkend ('Strobes'). Je nach Größe und Gewicht der Bränder liegt die Brennzeit zwischen einer und 10 Minuten. Um das Publikum nicht mit den hellen Flammen zu blenden, werden die Bengal-Bränder gewöhnlich hinter Blechen o.ä. abgeschirmt.



BENGAL-FLAMMEN BENGAL-FLAMME

Steigende Kronen sind außergewöhnliche Feuerwerkskörper, die nur selten bei Feuerwerken eingesetzt werden. Es handelt sich um radähnliche Konstruktionen aus Holz, Bambus, Rattan oder Kunststoff, an der mehrere Treiber und Bränder in verschiedenen Winkeln zueinander befestigt sind. Der Durchmesser beträgt etwa 20 bis 100cm. Als erstes werden die horizontalen Treiber gezündet, die die Konstruktion in schnelle Rotation versetzen. Nach kurzer Zeit zünden die vertikalen Treiber und die Krone steigt nach dem Rückstoßprinzip mit einer breiten Funkenspirale auf. Am Zenit der Flugbahn kann die Krone noch Effekte freisetzen. Wegen der herunterfallenden "Räder" benötigen Steigende Kronen einen großen Sicherheitsabstand.

STEIGENDE KRONE KRONEN-AUFSTIEG

Japanisches Feuerwerk “ Hanabi “

Japanisches Feuerwerk - Hanabi: Feuerblumen - gilt zu Recht als das schönste der Welt. Die Japaner haben die Kunst der Feuerwerksherstellung von den Chinesen übernommen und perfektioniert. Bei einem Hanabi Feuerwerk ('Hanabi taikai') werden fast ausschließlich in aufwendiger Handarbeit geschaffene Kugelbomben geschossen. Für besonders große und komplizierte Bomben benötigen die japanischen Feuerwerker ('Hanabishi') oft mehrere Monate, bevor diese in allen Einzelheiten fertiggestellt sind. Bei festlichen Veranstaltungen werden solche Bomben dann einzeln angekündigt und gezündet. Die Hauptsaison für Feuerwerke und Hanabi-Wettkämpfe in Japan ist der Sommer. Allein in den Monaten Juli und August finden über 5000 Hanabi taikai statt. Das durchschnittliche Budget solcher Veranstaltungen liegt bei US$80.000; zu besonderen Anlässen kann ein Hanabi bis zu US$1.000.000 kosten. Übrigens dauert in Japan die Ausbildung zum Feuerwerker 10 Jahre. In dieser Zeit müssen die zukünftigen Hanabishi die Herstellung von Feuerwerkskörpern erlernen und bei zahlreichen Feuerwerken Erfahrungen sammeln - auch Unfälle und Rohrkrepierer sollen durchlebt werden!

AOKIMANGEKYO

IKEBUN

MARGARET

DANDE

Warimono – Hanwarimono

Die traditionelle Kugelbombe "nach Japanbauart" ist die Warimono: zahlreiche Sterne sind in einer Lage parallel zur Bombenschale angeordnet und formen je nach Art (Farbe, mit Schweif, ohne Schweif) bei der Explosion der Bombe die Blätter einer sphärenförmigen Chrysanthemen- oder Pfingstrosen (Peony)-Blüte. Besonders schöne und aufwendige Bomben des Warimono-Types haben mehrere Sternlagen, die in Form ineinanderliegender Sphären erscheinen ("gefüllte Blüten": 'petal', "Blütenstempel": 'pistil'). Dem Blütenstempel können zudem wenige große Sterne (Kometen) beigemischt sein, die "Palmenblätter" formen.
Auch die Brenndauer spielt bei der Namengebung eine Rolle: bei Chrysanthemen und Peonies erlöschen die Sterne, bevor sie durch die Schwerkraft einen Bogen beschreiben. Kronenbuketts ('Crown Chrysanthemum', Kamuro) explodieren mit geringerer Wucht und besitzen langsam "herabregnende" Sterne - meist golden, silber oder brokat. Sie werden als Hanwarimono ("Semi-Warimono") bezeichnet.

HALF & HALF

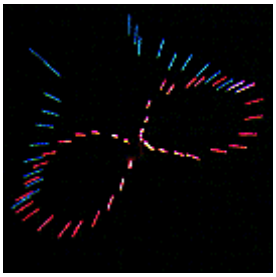
CHRYSANTHEMUM

SILVER PEONY W/PISTIL

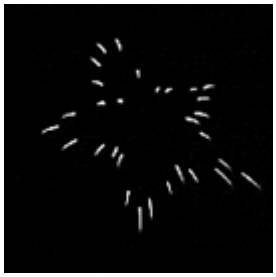
Katamono

Bomben des Katamono-Types erzeugen bei der Explosion Formen und Figuren ("Figurenbomben"). Typische Beispiele sind "Ring"-, "Herz"- und "Stern"-Bomben.

Die verschiedenen Formen werden durch eine exakt definierte Lage der Sterne innerhalb der Bombe erzeugt. Für Ringe z.B. befinden sich die Sterne nur entlang der Nahtstelle der Bombenschale - die obere und untere Halbschale werden mit Zerlegerladung und/oder Stroh aufgefüllt. Der Effekt einer Katamono-Bombe ist meist "zweidimensional" (flach) und nicht sphärenförmig. Deshalb sind "Saturn"- oder "Schmetterlings"-Bomben keine Bomben des Katamono-Types, sondern gehören zum Warimono-Typ.



SUN GLASSES



FIVE POINTED STAR

ROEMISCHE LICHTER

CHINABATTERIEN

RAKETEN – STAENDER

BOMBEN – RACKS

Weitere Feuerwerkskörper bei Höhenfeuerwerken sind Römische Lichter und China-Feuerwerksbatterien. Sie werden meist in einer breiten Front zum Publikum auf dem Abbrennplatz verteilt. Römische Lichter fächert man dabei häufig, z.B. in Gestellen oder an Armierungseisen befestigt. Nach dem Öffnen der Chinabatterien werden die innenliegenden, bereits pyrotechnisch gefüllten Papprohre mit Alufolie gegen Funkenflug anderer Effekte geschützt. Das elektrische Verkabeln (Verleiten) der Fronten verbraucht meist zig hundert Meter sog. Verschleißdraht. Raketen finden bei Großfeuerwerken relativ selten Verwendung. Sie werden dann mit den Leitstäben in Abschuß-Ständer gesteckt und mit Litze verleitet.

KUGELBOMBEN

ZYLINDERBOMBEN

BOMBE IM MOERSER

STOPPIENIERT

Bomben werden aus Mörserrohren geschossen und bilden den größten Anteil der Effekte bei Großfeuerwerken. Ihre Vorbereitung ist besonders aufwendig und arbeitsintensiv. Die Bomben-Racks müssen an den vorgesehenen Positionen aufgestellt und gegen Umkippen gesichert werden. Das geschieht entweder durch Verschrauben der Racks mit Holzlatten oder durch spezielle Befestigungs-Systeme, die die einzelnen Racks miteinander verbinden. Anschließend bestückt man die Mörser mit Kugel- oder Zylinderbomben und verleitet diese untereinander mit Stoppinen und Vorbrennern ("Stoppinieren"). Mit Vorbrennern unterschiedlicher Brenndauer kann der zeitliche Ablauf einzelner Bomben-Salven vorherbestimmt

werden. Die stoppinierten Bomben müssen dann noch mit Elektrozündern versehen und mit der Zündanlage verkabelt werden.

VERLEITET

AUFRÄUMEN

BOMBETTEN – GESTELLE

BOMBEN – RACKS

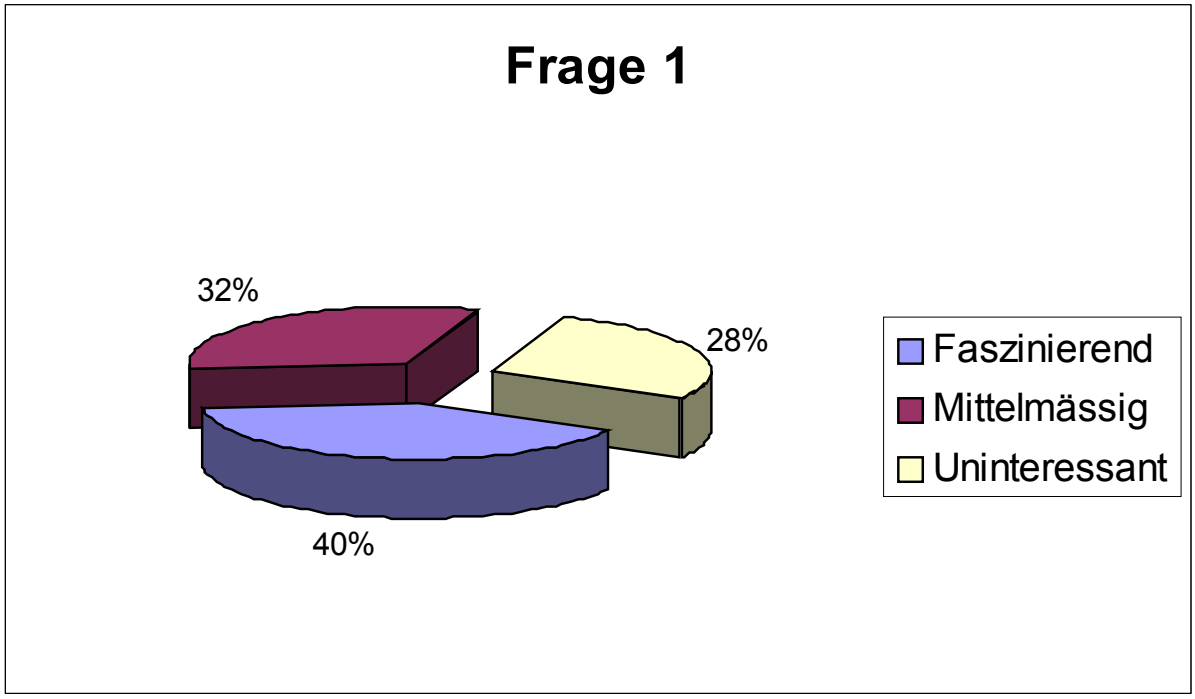
Zu einem Feuerwerk gehört natürlich immer auch das Aufräumen. Wenn alle Gestelle und Rohre geladen sowie alle Feuerwerkskörper verlitzt, stoppiniert und elektrisch verleitet sind, müssen leere Kisten und Abfälle entsorgt werden. Nach dem Feuerwerk wird's nochmals richtig "schlimm"! Bevor die Pyro-Crew den Heimweg antreten kann, muß das Gelände nach möglichen Versagern abgesucht und alles abgebaut und gesäubert werden. Meist dauert das bis in die Morgenstunden, bei wirklich großen Feuerwerken kann das Abbauen sogar 1-2 Tage in Anspruch nehmen.

Umfrage

Um diese Dokumentation etwas aufzulockern, haben wir eine Umfrage gestartet und sie ausgewertet. Es ging hauptsächlich um die Meinung der Befragten. Das Alter der Befragten, lag zwischen 15 Jahren bis 53 Jahren. Die meisten waren allerdings zwischen 20 und 30 Jahren. Insgesamt haben wir 29 Leute befragt. Die folgenden Fragen ergaben die dazugehörigen Diagramme.

1. Frage

Was halten Sie von einem Feuerwerk?

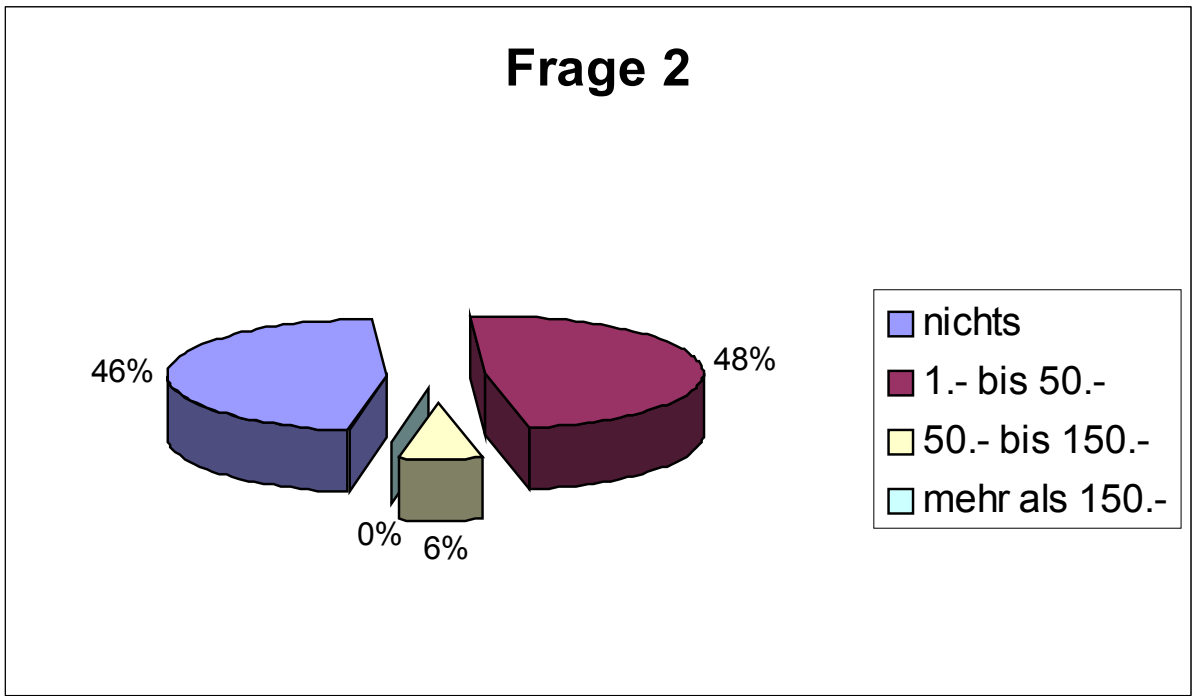


Antworten in Zahlen:

1. Faszinierend 20
2. Mittelmässig 16
3. Uninteressant 14

Frage 2

Wieviel Geld geben sie pro Jahr für Feuerwerkskörper aus?

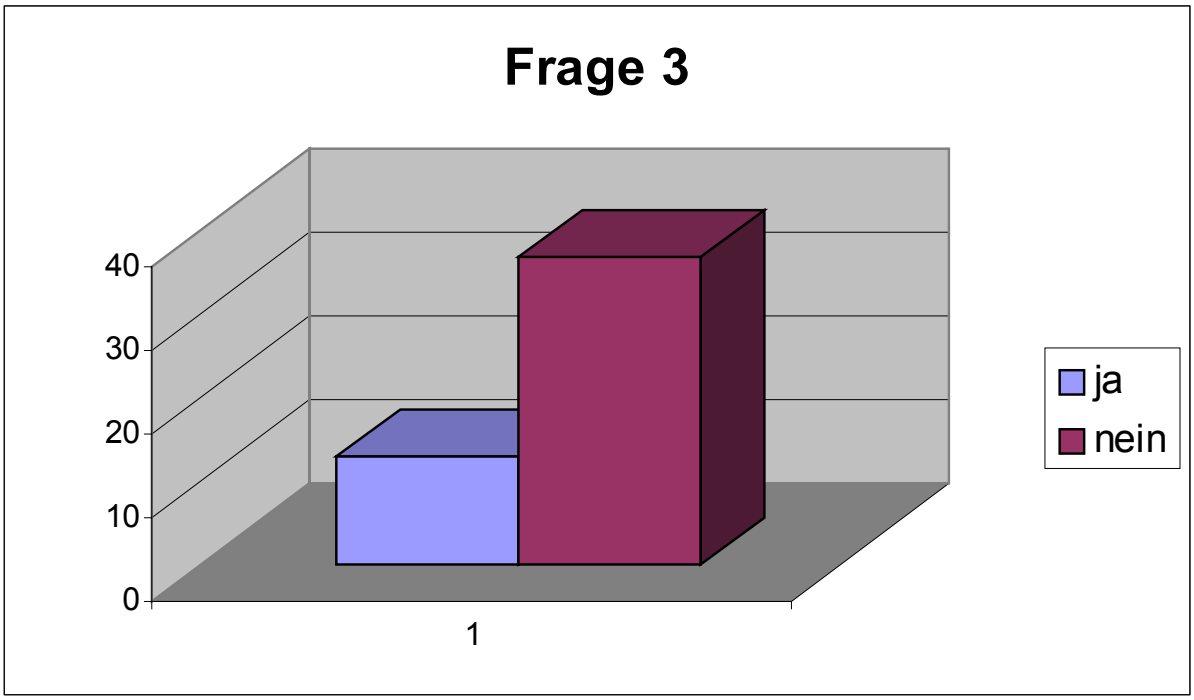


Antworten in Zahlen:

1. nichts	23
2. 1.- bis 50.-	24
3. 50.- bis 150.-	3
4. mehr als 150.-	0

Frage 3

Sind Ihrer Meinung nach die Ausgaben für ein Feuerwerk wie z.B. am 1. August sinnvoll?



Antworten in Zahlen:

1. ja	13
2. nein	37

Die Leute, die wir befragt haben, sind Leute, die wir mitten auf der Strasse befragt haben. Wir haben allerdings auch Verwante und Bekannte gefragt. Das alter der Befragten war zwischen 15 Jahre und 60 Jahre,. So schätzen wir zumindest. Die meisten sind um die 20 Jahre alt(+/- 2Jahre). Es sind erstaunlich viele Leute sehr hilfsbereit. Nur wenige haben uns „stehen gelasen“.