

# **Die moderne Kunstfeuerwerkerei**

---

---

**Eine Anleitung für Dilettanten**

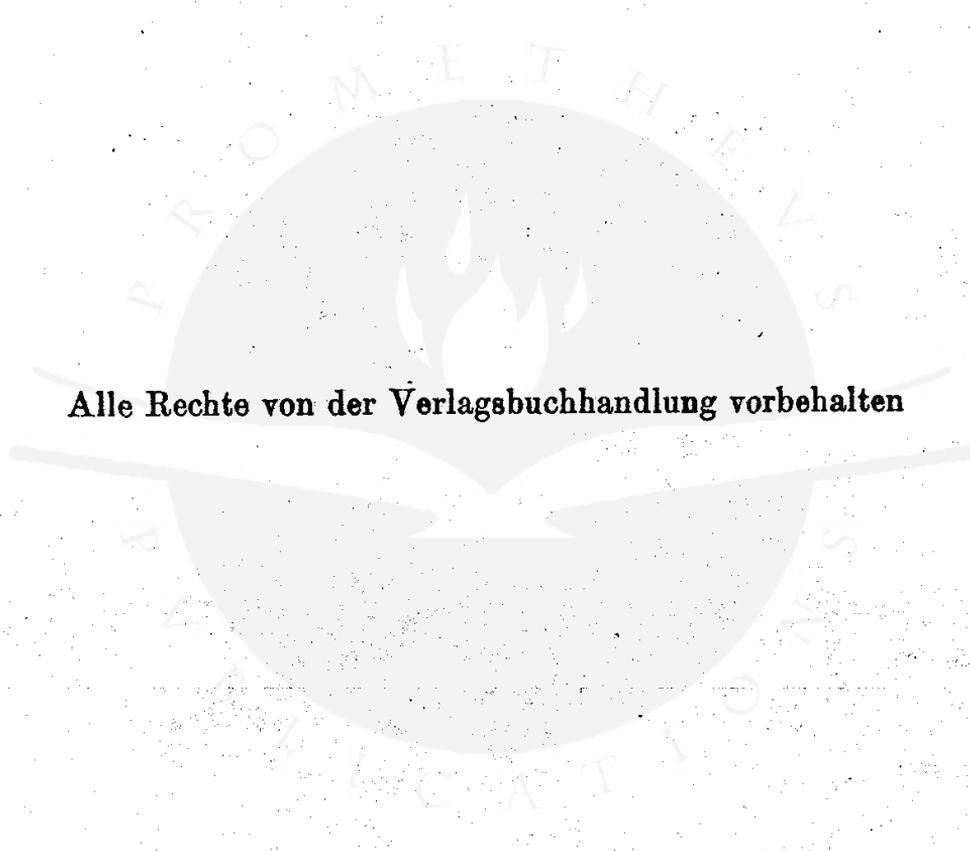
Herausgegeben von

**Dr. Karl Gelingsheim**

K. k. Oberlandesgerichtsrat d. R.

Mit 8 Tafeln

Verlegt bei Strecker & Schröder in Stuttgart



**Alle Rechte von der Verlagsbuchhandlung vorbehalten**

**Druck von Strecker & Schröder in Stuttgart**

Motto:

*Μελέτα τὸ πᾶν.*

Periander.

## Vorwort.

Das vorliegende Werkchen hat nicht die Ambition, ein Lehrbuch der Kunstfeuerwerkerei sein zu wollen; es soll nur Freunden und Dilettanten dieser schönsten und interessantesten aller Liebhaberkünste in knapper Form die Wege weisen, um sie in den Stand zu setzen, außer den herkömmlichen Feuerwerkskörpern sich auch in der Herstellung solcher zu versuchen, die bisher wohl zumeist nur von Berufsfeuerwerkern angefertigt wurden, wobei insbesondere auf neuere Erfindungen und Erfahrungen das Hauptgewicht gelegt wurde.

Mit der Übergabe dieses Büchleins an die Öffentlichkeit möchte ich die Bitte verbinden, mir Andeutungen, die die Brauchbarkeit desselben zu befördern in der Lage wären, wohlgeneigt zukommen lassen zu wollen.

Drachenburg, im Mai 1913.

Dr. Gelingsheim.



# Inhaltsübersicht.

## Allgemeiner Teil.

	Seite
1. Die technischen Ausdrücke . . . . .	1
2. Das Material und die Satzbestandteile . . . . .	17
3. Die Sätze . . . . .	19
4. Die pyrochemischen Stoffe und die Präparate . . . . .	20
Alaun . . . . .	20
Alkohol . . . . .	21
Aluminium . . . . .	22
Antimon . . . . .	22
Arsen . . . . .	23
Asphalt . . . . .	23
Barium und seine Verbindungen . . . . .	23
Bernstein . . . . .	25
Blei und seine Verbindungen . . . . .	25
Borsäure . . . . .	25
Kalzium und seine Verbindungen . . . . .	26
Kolophonium . . . . .	26
Dextrin . . . . .	26
Eisen . . . . .	27
Fata Morgana . . . . .	28
Gummilack . . . . .	28
Schellackersatz . . . . .	29
Klebstoffe . . . . .	29
Kienruß . . . . .	29
Kleister . . . . .	30
Leim . . . . .	30
Kalium und seine Verbindungen . . . . .	31
Kalomel . . . . .	38
Kohle . . . . .	39
Kupfer und seine Verbindungen . . . . .	40
Lycopodium . . . . .	41
Magnesium . . . . .	41
Mangan . . . . .	42
Mastix . . . . .	42

— VIII —

	Seite
Milchzucker . . . . .	43
Natrium und seine Verbindungen . . . . .	43
Pikrinsäure . . . . .	45
Phosphor . . . . .	46
Pyroxylin . . . . .	47
Porzellan . . . . .	47
Schießpulver . . . . .	47
Schwefel . . . . .	48
Strontium und seine Verbindungen . . . . .	48
Terpentinöl . . . . .	49
Ton . . . . .	50
Zink . . . . .	50
5. Gerätschaften und Werkzeuge . . . . .	50
a) Der Winder . . . . .	50
b) Das Rollbrett . . . . .	51
c) Setzer oder Stempel . . . . .	51
d) Der Würgeapparat . . . . .	52
e) Die Dorne . . . . .	54
f) Schlägel . . . . .	55
g) Schaufeln . . . . .	56
h) Mörser . . . . .	56
i) Schraubstock . . . . .	57
j) Schneidzirkel . . . . .	57
k) Pechdraht . . . . .	57
l) Der Trockenschrank . . . . .	58
6. Von den Hülsen, vom Schlagen und Stopfen derselben . . . . .	59
7. Stoppinen, Zündschnüre und ähnliches . . . . .	61
a) Stoppinen . . . . .	61
b) Schießbaumwolle . . . . .	63
c) Zündpapier . . . . .	65
d) Anfeuerung . . . . .	65
e) Luntten . . . . .	66
f) Zündlichter . . . . .	66
g) Langsam brennende Zündschnüre . . . . .	67
h) Sprengsatz . . . . .	67
8. Versetzungen und Einzelheiten . . . . .	67
a) Sterne oder Leuchtkugeln . . . . .	67
b) Sätze zu Sternen . . . . .	72
c) Sterne mit Aluminium, Magnesium und Fata Morgana . . . . .	75
d) Sätze für Zinkkapseln . . . . .	77
e) Körner . . . . .	78
f) Schwärmer . . . . .	80
g) Veränderte Schwärmer . . . . .	81

	Seite
h) Neptunspfeifen . . . . .	83
i) Schläge . . . . .	84
j) Frösche . . . . .	87
k) Sonnenregen, Gold- und Silberregen, Diamantregen, Rubin- regen, Smaragdregen . . . . .	88
l) Aluminiumquasten . . . . .	90
m) Bombetten . . . . .	90
n) Fallschirme . . . . .	92
o) Bengalische Flammen . . . . .	94
p) Sätze zu bengalischen Flammen . . . . .	96
q) Magnesiumfackeln . . . . .	98
r) Lichter oder Lanzen . . . . .	99
s) Lichtersätze . . . . .	102
t) Brander . . . . .	104
u) Sätze für Brander . . . . .	107

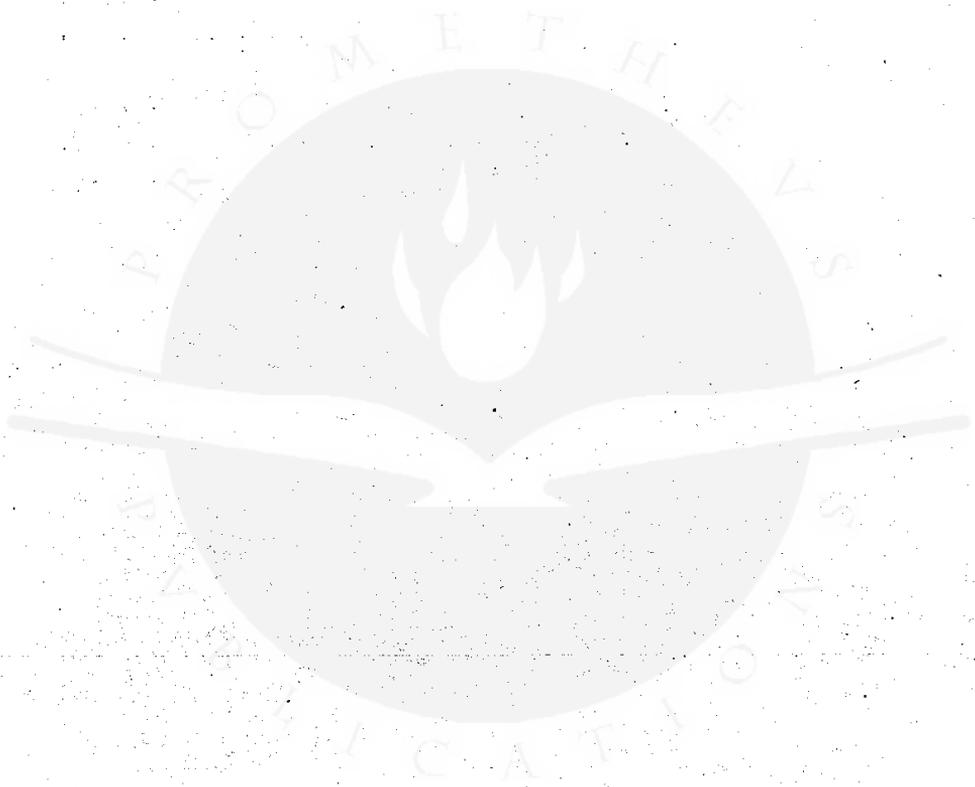
**Besonderer Teil.**

1. Stillfeuer . . . . .	111
a) Fixstern . . . . .	111
b) Gänsefuß und Fächer . . . . .	112
c) Sonne . . . . .	113
d) Stehende Kaskade . . . . .	113
e) Glorien . . . . .	114
f) Springbrunnen . . . . .	114
g) Fichtenbaum . . . . .	114
h) Tannenbaum . . . . .	114
i) Palme . . . . .	115
2. Luftstücke . . . . .	115
A. Bomben . . . . .	116
Einfache zylindrische Schnürbombe . . . . .	116
Bombenmörser . . . . .	122
Verschiedene Gattungen von Schnürbomben . . . . .	123
a) Gewöhnliche Sternbombe . . . . .	124
b) Sternbombe mit geteiltem Auswurf . . . . .	125
c) Feuerregenbombe . . . . .	126
d) Bombe mit Sternschnuppenfall . . . . .	127
e) Funkenregenbombe . . . . .	127
f) Polypenbomben . . . . .	127
g) Veränderte Polypenbomben . . . . .	129
h) Kreuzbombe, Fünfstrahlen- und Sechsstahlenbombe	130
i) Chrysanthemumbombe . . . . .	131
j) Fallschirmbombe . . . . .	132
k) Kettenbomben . . . . .	132

	Seite
l) Regenbombe . . . . .	134
m) Schwärmerbombe . . . . .	135
n) Raketenbombe . . . . .	135
o) Petardenbombe . . . . .	135
p) Verwandlungsbombe . . . . .	136
q) Danaebombe . . . . .	137
r) Morgensternbombe . . . . .	137
Etagenbomben . . . . .	138
Kugelbomben . . . . .	144
Leuchtbomben . . . . .	145
Allgemeine Betrachtungen über Bomben . . . . .	147
B. Granaten oder Luftkanonenschläge . . . . .	150
C. Leuchtgranaten . . . . .	151
D. Raketen . . . . .	152
E. Versetzte Raketen . . . . .	165
a) Versetzung mit Kalium und Natrium . . . . .	168
b) Versetzung mit Phosphor . . . . .	168
c) Pfeifrakete . . . . .	169
d) Rakete mit geändertem Feuer . . . . .	170
e) Rakete mit doppeltem Auswurf . . . . .	170
f) Perlrakete . . . . .	171
g) Kometenrakete . . . . .	171
h) Verwandlungsrakete . . . . .	172
i) Meteorrakete . . . . .	172
j) Fallschirmrakete . . . . .	173
k) Strahlrakete . . . . .	175
l) Schnurrakete . . . . .	175
Raketensätze . . . . .	176
Allgemeine Betrachtungen über Raketen . . . . .	177
F. Pots à feu . . . . .	181
a) Schwärmerfaß . . . . .	181
b) Leuchtkugelfaß . . . . .	183
c) Froschfaß . . . . .	183
d) Pfeiferfaß . . . . .	184
G. Schlagleisten (Bienenschwarm) . . . . .	184
H. Tischrakete (fliegender Kranz) . . . . .	185
I. Römische Lichter . . . . .	190
K. Körnerwerfer . . . . .	193
3. Die Pyrographie . . . . .	195
4. Rotierende Feuerwerksstücke . . . . .	198
A. Auf vertikaler Achse . . . . .	198
a) Umläufer . . . . .	198
b) Scheibenräder . . . . .	201

	Seite
c) Speichenräder . . . . .	202
d) Ringräder . . . . .	203
e) Balkenrad . . . . .	203
B. Auf horizontaler Achse . . . . .	205
a) Horizontalsonne . . . . .	205
b) Umlaufende Pyramide . . . . .	205
c) Kaprice oder Schnurre . . . . .	206
d) Kreisläufer . . . . .	207
e) Laufende Kaskade . . . . .	208
f) Rotierender Globus . . . . .	208
Allgemeine Betrachtungen über Drehstücke . . . . .	209
5. Vom Abbrennen eines Feuerwerkes . . . . .	211
6. Über Ort und Zeit der Anfertigung und über die Aufbewahrung der Feuerwerkskörper . . . . .	212
Schlußwort . . . . .	214
Verzeichnis und Erklärung der Abbildungen . . . . .	215





# Allgemeiner Teil.

## 1. Die technischen Ausdrücke.

Durch die Liebenswürdigkeit und das freundliche Entgegenkommen des Professors der Gr. Kunstgewerbeschule in Karlsruhe, Herrn Franz Sales Meyer, bin ich in die Lage versetzt worden, die folgenden technischen Ausdrücke, deren sich unsere Kunst bedient, aus seinem ausgezeichneten, mit Meisterhand illustrierten Werke: „Die Feuerwerkerei als Liebhaberkunst“, Leipzig, Verlag Seemann & Co., 1898, zum Abdruck bringen zu dürfen, wofür ich ihm hiermit meinen besten Dank ausspreche.

Allee, eine nach dem Beschauer laufende Doppelreihe senkrecht stehender, gleichzeitig abbrennender Funkenfeuerhülsen, römischer Lichter oder Körnerwerfer.

Anfeuerung, ein Brei von Pulvermehl und Wasser oder Alkohol, der in die Hülsenmündung fertiger Feuerwerksstücke gestrichen wird, leicht Feuer fängt und dasselbe auf das Innere überträgt.

Artischocke, veralteter Ausdruck für Tafelrakete.

Ausstoß, das zum Fortschleudern der Wurfffeuer bestimmte Schießpulver in Mörsern, Feuerrässern usw.

Balkenrad, ein Drehfeuer, dessen Treibhülsen und Garnierungen auf einer Latte befestigt sind, die sich um ihre Mitte in senkrechter Ebene dreht.

Baum, feststehendes Funkenfeuerstück, dessen Hülsen auf einem Lattengestell derart befestigt sind, daß es brennend einem Stamme mit seitlichen Ästen ähnlich sieht.

Bengalische Flammen, farbige Flammenfeuersätze, die, lose aufgeschüttet oder in dünne Hülsen von Papier oder Stanniol gestopft, abbrennen.

**Bienenschwarm**, ein Feuerwerksstück, das nacheinander eine Anzahl von Schwärmern einzeln in die Höhe wirft. Genaue: ein großer Körnerwerfer, um dessen senkrecht stehende Hülse kleinere Hülsen verschieden hoch angeordnet sind. Sie sind durch Feuerleitröhren mit dem Innern des Körnerwerfers verbunden, enthalten je einen Schwärmer und das nötige Ausstoßpulver. Der Schwärmer wird ausgeworfen, sobald das Feuer im Körnerwerfer bis zum betreffenden Leitröhrchen abgebrannt ist.

**Blätterrose**, mit Zwitteratz (Mittelding zwischen Funken- und Flammenfeuer) geladener Umläufer.

**Bombe**, ein kugelförmiges oder zylindrisches, mit Zeitzünder versehenes Feuerwerksstück, welches aus einem Mörser in die Luft geschossen wird, dort platzt und Schwärmer, Leuchtkugeln oder andere Garnierungen ausstreut.

**Brander**, die mit Funkenfeuersatz massiv geladene Hülse, zur Bildung stehender und beweglicher Feuerwerksstücke dienend. Auch Fontäne oder Fontänenbrander heißen. Gewöhnlich mit Schlag versehen und zu Schluß des Feuers platzend.

**Brenner**, in Feuerwerkssätzen derjenige Stoff, der die richtige Verbrennung ermöglicht, Schwefel, Kohle, Schellack usw. Der Brenner ist für den Satz dasjenige, was der Docht für eine Kerze ist.

**Brillantfeuer**, besonders schönes Funkenfeuer, zum Unterschied vom gewöhnlichen. Die betreffenden Bestandteile des Brillantfeuersatzes sind Stahl oder Gußeisenfeilspäne usw.

**Caduceus**, siehe Hermesstab.

**Chevalet**, siehe Parallelraketen.

**Chinesisches Feuer**, eine Art Brillantfeuer. Zerstoßenes Gußeisen erzeugt gelbe, blumenartige Funken.

**Dekorationsfeuer**, feststehende, durch Muster und Linienführung wirkende Brander- oder Lichterzusammenstellungen.

**Delphin**, Wasserfeuerwerksstück; siehe Knierakete.

Detonation, die mit Knall vor sich gehende Verpuffung.

Doppelmarquisen, Raketen von 22 mm Kaliber.  
Veraltete Bezeichnung.

Doppelrad. Zwei voneinander auf die nämliche Achse gesteckte Feuerräder bewegen sich gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung.

Doppelraketen, zwei an dem nämlichen Stabe befestigte, miteinander abbrennende Raketen.

Doppelsatz, Mittelding zwischen Funken- und Flammensatz.

Doppelschraubenraketen. Wie die Doppelraketen; aber die Hülsen sind auf Höhe der Zehrung nach entgegengesetzten Seiten durchlocht, was eine Drehbewegung und schraubenförmige Feuerstrahlen hervorbringt.

Dorn. Die Raketen werden nicht massiv, sondern hohl geladen, mit konisch verjüngter „Seele“. Um diesen Hohlraum zu bilden, hat die Eichel des beim Laden benutzten eisernen Untersatzes einen nagelartigen Fortsatz, den Dorn.

Drache, siehe: Schnurfeuer.

Drehbrunnen, Wasserfälle und Springbrunnen mit Drehbewegung um die senkrechte Achse; laufende Kaskaden.

Drehfeuer, alle sich drehenden Feuerwerksstücke, insbesondere die Feuerräder.

Drehraketen, siehe Schraubenraketen, Doppelschraubenraketen und Hermesstäbe.

Drehstern, Fixstern mit Drehbewegung um seine Achse.

Dreiflügel, Feuerräder mit drei unter gleichem Winkelabstand an der Nabe befestigten Latten.

Ehrenraketen, ältere Bezeichnung für alle Raketen von über 22 mm Kaliber.

Enten, Wasserfeuerwerksstücke, schwimmende Lichter.

Etagenraketen. Einer großen Rakete wird eine kleine aufgesteckt, die zu steigen beginnt, wenn die erstere ausgebrannt ist.

Fächer, radial im Halbkreis angeordnete Brander, ein fächerförmiges Feuer gebend. Eine halbe Sonne aus 5, 7 oder 9 Brandern.

**Fallschirmrakete.** Ein rundes, in der Mitte durchlochstes Stück Taffet trägt an 6 Schnüren eine Holzscheibe, auf deren unterer Seite eine kurze Zylinderflamme angebracht ist. Das Ganze wird im Hut einer großen Rakete untergebracht. Ist diese ausgebrannt, so stößt sie den Fallschirm aus und entzündet die bengalische Flamme, welche, von dem sich ausbreitenden Taffetstück getragen, langsam durch die Luft herabsinkt.

**Farbenfunkenrad,** ein mit Körnerwerfern besetztes Feuerrad.

**Fauler Satz.** Ein langsam brennendes Gemenge. Im Gegensatz zu einem raschen Satz.

**Feuer,** allgemeiner Ausdruck zur Bildung von Sammelbegriffen, wie Funkenfeuer, Farbenfeuer, Treibfeuer, Steigfeuer, erstes, zweites Feuer usw.

**Feuerknäuel,** ein Horizontal-Drehfeuer mit in der Mitte drehbar befestigtem Umläufer, dessen Feuer eigenartige Schleifen beschreibt.

**Feuerradrakete,** siehe Tafelrakete.

**Feuertöpfe,** zylindrische Feuerwerksstücke, gewissermaßen Mörser aus Papier oder Pappe, die mit Schwärmern, Leuchtkugeln, Fröschen usw. geladen werden und diese Garnituren emporschleudern, sobald die in der Mitte angebrachte Zünderhülse ausgebrannt ist. Als solche dient häufig ein römisches Licht.

**Fixstern,** eine oben und unten geschlossene, im Umfang mit gleichmäßig verteilten Brandlöchern versehene Funkenfeuerhülse, die brennend einen mehrstrahligen Stern erzeugt. Oder: mehrere Hülsen werden in regelmäßiger Anordnung der Länge nach miteinander verleimt, wobei jede Hülse nur ein seitliches, nach außen gerichtetes Brandloch erhält. Die Wirkung ist in beiden Fällen ähnlich, im letzteren doch besser.

**Flammenrose,** siehe Blätterrose.

**Fledermaus,** ein Wirbelschwärmer, ein veränderter Schwärmer.

**Fliegendes Rad,** fliegender Umläufer, siehe Tafelrakete.

Fontäne, siehe Brander.

Front. Die Aufstellung größerer Feuerwerksstücke in einer der Breite nach durchlaufenden Reihe zum Zwecke gleichzeitigen Abbrennens. Nur bei größeren Feuerwerken üblich.

Frosch. Eine starke Zündschnur wird in eine dünne lange Hülse geschoben. Diese wird im Zickzack gebrochen und mit Bindfaden gebunden. Die Zündschnur zerreißt die Hülse ruckweise unter Knall, wobei das kleine Feuerwerksstück von einer Stelle zur anderen geworfen wird.

Froschfaß, ein Frösche auswerfender Feuertopf (siehe oben).

Fundamentalsatz, siehe Grauer Satz und Salpeterschwefel.

Gänsefuß, Zusammenstellung dreier, gleichzeitig brennender Funkenfeuerhülsen oder römischer Lichter. Die mittlere Hülse wirft ihr Feuer senkrecht, die beiden seitlichen schräg unter 45°.

Garbenfeuer, siehe Raketengarbe.

Garnierung, Garnitur, gleichbedeutend mit Ver-  
setzung. Die Ausschmückung eines größeren Stückes mit kleinen Verzierungen, eines Rades mit Lichtern usw.

Garnwinde, ein Horizontal-Drehstück, mit einem Kreis von farbigen Lichtern in schiefer Ebene garniert, eigentümliche Schleifen beschreibend.

Gegenräder, siehe Doppelräder.

Girandelfeuer, Girandole, siehe Raketengarbe und Vulkan.

Gitterfeuer, die Anordnung von Funkenfeuerhülsen auf Lattengestellen, so daß beim Abbrennen gitterförmige geometrische Muster entstehen.

Gitterzaun, eine Reihe schräg auf Latten oder Bretter aufgebundener Funkenfeuerhülsen, deren Feuerstrahlen sich gegenseitig durchkreuzen.

Glorie, radial und regelmäßig in zwei oder mehr Abständen vom Kreismittelpunkt befestigte Funkenfeuerhülsen,

die gleichzeitig abbrennen. Mehrreihige Sonne von 16 und mehr Hülsen.

Granate, eine mit Pulver gefüllte Bombe, ein Luftkanonenschlag.

Grauer Satz, ein Gemenge von 75 Teilen Salpeter, 25 Teilen Schwefel und 7 Teilen Kohle oder Mehlpulver. Oder: 93,46 Salpeterschwefel und 6,54 Mehlpulver. Als Grundlage für allerlei Satzgemenge dienend.

Guillochierung, siehe Doppelrad.

Halbpfündig heißen Raketen von 16 mm Kaliber.

Hand, ein Fächer, aus 5 Brandern gebildet, wie der Gänsefuß aus 3 solchen.

Hermesstab. Zwei Raketen, sparrenförmig gegeneinandergestellt, erhalten einen gemeinsamen Stab. Während diese Doppelrakete sich hebt, dreht sie sich und die Feuerstrahlen bilden zwei Schraubenlinien, die sich scheinbar kreuzen, daher der Name.

Hohlgeschlagen, über den Dorn geladen; mit konischer Seele.

Hülse, die röhrenförmige Papierhülle der Feuerwerksätze. Dünnwandig, aus wenigen Umwindungen bestehend; dickwandig, von  $\frac{1}{3}$  Kaliber Dicke.

Hut, die Verlängerung einer Raketenhülse zum Zwecke der Raumgewinnung für die Garnitur oder Versetzung.

Irrwisch, ein Wasserfeuerwerksstück; Knierakete.

Kaliber, die innere Weite einer Feuerwerkshülse.

Kammer, Pulverkammer, Raum für den Ausstoß, prismatische oder zylindrische Vertiefung im Bodenstück der Mörser. Siehe auch Hut.

Kandelaber, aus Funkenfeuerhülsen auf einem Lattengestell zusammengesetztes Feuerwerksstück, welches beim Abbrennen an die Form eines mehrarmigen Leuchters erinnert.

Kanonenschlag. Eine kleine Pappschachtel wird stark umschnürt und verleimt, mit Schießpulver gefüllt und mit Zünder versehen. Die Schachtel zerreißt unter starkem Knall.

Kappe, Spitzkappe, der kegelförmige Papieraufsatz einer Raketenhülse; Spitze des Hutes, der Raketenkammer.

Kaprice, siehe Schnurre.

Kaskade, siehe Wasserfall.

Knallfeuer, Schläge, Kanonenschläge usw.

Knierakete, ein Wasserfeuerwerksstück. An eine Funkenfeuerhülse wird im stumpfen Winkel eine gleich starke leere Hülse befestigt. Beim Abbrennen macht das Stück eigentümliche Bewegungen, taucht unter, erscheint wieder usw.

Köder, gleichbedeutend mit Anfeuerung.

Königsraketen, ältere Bezeichnung der Raketen von 9 mm Kaliber.

Körner, kleine Leuchtkugeln, rund oder prismatisch, aus Leuchtkugelteig geformt oder geschnitten.

Körnerfontäne, Körnerwerfer, eine Hülse von großem Kaliber, mit einem Gemenge von Funkenfeuersatz und kleinen Leuchtkugeln oder Körnern geladen, welche als farbige Sterne ausgeworfen werden, während die Hülse abbrennt.

Kometenschwärmer, siehe Veränderte Schwärmer.

Kommunikation, siehe Leitfeuer.

Kreisläufer, ein horizontal drehendes Balkenrad mit Umläufern an beiden Enden, deren Feuer Radlinien beschreiben und sich im Kreise nachlaufen.

Laden heißt, eine Hülse mit Satz füllen, wobei der Satz mit Ladstock und Schlägel festgeschlagen wird.

Ladstock, der zylindrische Setzer aus Holz oder Metall, auf den beim Laden die Schläge erfolgen. Hohl oder massiv, je nachdem über den Dorn oder massiv geladen wird.

Lanzen, siehe Lichter.

Laufende Kaskaden, Wasserfälle oder Springbrunnen, die sich während des Abbrennens um die senkrechte Achse drehen. Gleichbedeutend mit Drehbrunnen.

Lauffeuer, an Drähten entlang schießende Raketen, Räder usw.

Leitfeuer, Feuerleitungen, Zündschnurverbindungen.

Leitröhren, dünnwandige, über die Zündschnüre geschobene Papierhülsen.

Leuchtbombe, mit Flammenfeuersatz überzogene Bombe.

Leuchtkugeln, zylindrische Körper, aus Flammenfeuersatzteig geformt, angefeuert und getrocknet; als Versatzstücke von Raketen, Bomben usw. dienend; Bestandteil der römischen Lichter; in der Luft als farbige Sterne verbrennend.

Leuchtkugelfaß, Feuerfaß, welches eine Anzahl Leuchtkugeln auswirft, nachdem der Zünder ausgebrannt ist.

Leuchtkugelstangen, siehe römische Lichter.

Lichter oder Lanzen. Dünnwandige Papierhülsen von 6 bis 10 mm Kaliber und 100 bis 150 mm Länge werden mit Flammenfeuersatz gestopft und dienen zur Darstellung von geometrischen Figuren, von Namenszügen, Architekturen usw. in farbigem Feuer, sowie zur Verzierung von Feuerrädern, Gitterfeuern usw.

Luftkanonenschlag, ein mit Zeitzünder versehener, aus einem Mörser in die Luft geschossener und dort platzender Kanonenschlag.

Luftwirbel, siehe Veränderte Schwärmer.

Lunte, brennbar gemachter Docht, brennendes Seil; zum Anzünden von Feuerwerksstücken und als Zündleitung dienend; farbig brennend auch zur Vorstellung von Namenszügen usw. Früher mehr als heute üblich.

Luntenfeuer, Dekorationen aus farbig brennenden Lunten.

Makartstrauß, feststehendes Dekorationsstück aus Brandern usw. von reicher, straußartiger Wirkung.

Marquisen, ältere Bezeichnung für Raketen von 18 bis 20 mm Kaliber.

Massiv geschlagen, voll geladen, nicht hohl, nicht über den Dorn, ohne Seele.

Mehlpulver, im Mörser gestoßenes, im Lederbeutel zerschlagenes oder auf der Reibplatte zerriebenes und fein gesiebtes Sprengpulver.

Mehrfache Feuerräder, Feuerräder, hintereinander auf derselben Achse befestigt, gleichzeitig oder nacheinander abbrennend.

Melone, zusammengesetztes Feuerwerksstück aus 6 oder 8 Umläufern.

Mosaik, siehe Gitterfeuer.

Normalsatz, allgemein üblicher Feuerwerkssatz; durch Beigaben abzuändernder allgemeiner Satz.

Palmbaum, größeres Feuerwerksstück aus Funkenfeuerhülsen, die auf einem Lattengestell derart befestigt sind, daß beim Abbrennen die Figur an eine Palme erinnert.

Parallelraketen, nebeneinander auf ein Raketengestell gehängte und gleichzeitig emporschießende Raketen.

Pastillen, siehe Spiralrädchen.

Patronen, älterer Ausdruck für Hülsen.

Perlraketen, während des Aufsteigens Körner oder Leuchtkugeln nach unten auswerfende Raketen.

Pfauenschweif, fächerförmig aufgehängte und ebenso gleichzeitig aufsteigende Raketen.

Pfündig heißen Raketen von 25 mm Kaliber.

Pot à feu, Feuerfässer, Schwärmer- und Leuchtkugelfässer werden gelegentlich so bezeichnet.

Pulverisierfaß, ein Faß, welches einer Mühle oder Maschine angehängt wird, im Innern Eisenkugeln und die zu pulverisierenden Stoffe enthält und dieselben in kürzerer oder längerer Zeit mühelos zerkleinert.

Pyramide, ein größeres Feuerwerksstück. Ein pyramiden- oder kegelförmiges Gestell, welches durch Treibbrander um seine Achse gedreht wird, trägt auf schraubenförmig ansteigender Umwindung eine Anzahl farbig brennender Lichter und auf der Spitze eine Funkenfeuerhülse oder einen Körnerwerfer.

Pyrotechnik, Feuerwerkerei.

Pyrotechnische Pausen. Wenn einzelne Feuerwerksstücke, z. B. Kanonenschläge, in bestimmten Zeitabständen nacheinander abbrennen sollen, so muß das Leitfeuer entsprechend verlangsamt werden. Das kann geschehen, indem man

wie Zeitzündler wirkende kleine Brander dazwischen einschaltet, die erst abbrennen müssen, bevor das Feuer weitergeleitet wird. Diese Unterbrechungen heißen pyrotechnische Pausen.

Rakete, hohl über den Dorn oder massiv geschlagene und konisch ausgebohrte Funkenfeuerhülse, die, an einen Stab befestigt, vom ausströmenden Feuer in die Höhe geworfen wird, dort ausbrennt, mit einem Schläge zerplatzt oder Leuchtkugeln und andere Garnituren auswirft. — Die älteren Feuerwerker benannten auch die Brander als Raketen und die eigentlichen Raketen zum Unterschied hiervon als fliegende Raketen.

Raketenfächer, siehe Pfauenschweif.

Raketengarbe, in umgekehrter Kegelform aufgehängte und aufsteigende Raketen, mit ihrem Feuer eine Art Köcher oder Garbe bildend.

Raketenstrauß, ähnlich der Raketengarbe, aber auch im Innern mit Raketen verschiedener Art, die großen innen, die kleinen außen.

Regen, als Raketen- oder Bombenversetzung durch die Luft herunterfallendes Flammen- oder Funkenfeuer, erzielt durch farbige Körner, solche aus Funkenfeuersatz oder durch kleine kurze, nicht gewürgte Funkenfeuerhülsen.

Reihenfeuer, in Frontstellung gleichmäßig gereihte senkrechte Funkenfeuerhülsen, gleichzeitig abbrennend; oder ebensolche Körnerwerfer oder römische Lichter.

Römische Lichter, römische Kerzen, Leuchtkugelstangen, das sind langgestreckte, an der Feuermündung nicht gewürgte Hülsen, abwechselnd geladen mit Funkenfeuersatz, mit Leuchtkugeln und dem zugehörigen Pulverausstoß. Nacheinander eine Anzahl farbiger Sterne in die Luft werfend.

Rollholz, siehe Winder.

Rose, ein größeres Feuerwerksstück, gebildet aus 7 regelmäßig auf einem Lattengestell angeordneten Umläufern. Sechs derselben bilden die Ecken eines Sechsecks; ein weiterer nimmt die Mitte ein.

Rosettenfeuer, größeres Feuerwerksstück in regelmäßiger Anordnung, nach Art der Gitterfeuer auf einem

Lattengestell zusammengesetzt aus Brandern, Umläufern, Spiralrädchen, Fixsternen, Lichtern usw.

Salonfeuerwerk, im Zimmer abzubrennende Stücke kleinen Kalibers, tunlichst schwefelfrei; Spiralrädchen, bengalische Flammen usw.

Salonflammen, siehe Theaterflammen.

Salpeter-Schwefel. 75 Teile Salpeter und 25 Teile Schwefel werden zusammenschmolzen und pulverisiert als Grundlage verschiedener Satzgemenge benützt.

Saucischen, siehe Luftwirbel und veränderte Schwärmer.

Scheibenrad, Feuerrad in Scheibenform. Die Treibränder werden auf einem Brettchen oder einer Pappscheibe befestigt.

Schlag, ein Knall, ein Schuß, hervorgebracht durch das die Hülse zerreiße Schießpulver. Endeffekt von Brandern, Raketen usw.

Schlagleisten, ähnlich dem Bienenschwarm. Auf ein Brett werden nebeneinander senkrechte Hülsen befestigt, welche Schwärmer und das nötige Ausstoßpulver enthalten. Eine davor liegende große Funkenfeuerhülse ist der Länge nach mit einer Reihe entsprechender Bohrlöcher versehen. Kurze Leit- röhren verbinden die große Hülse mit den erstgenannten Hülsen. Während die Funkenfeuerhülse abbrennt, fliegen nach- einander die einzelnen Schwärmer in die Luft.

Schlagrakete, Rakete mit Schlag, mit Knall in der Luft zerplatzend.

Schlagscheibe, eine durchbohrte Holzscheibe, welche zwischen den Funkenfeuersatz und das Schießpulver eingeleimt ist, wenn große Hülsen mit Schlag zu versehen sind.

Schnürung, die Umwicklung der gewürgten Hülse mit Bindfaden; der Feuerwerkerknoten, welcher die Würgung ver- hindert, sich auszuweiten.

Schnurfeuer. Eine mit 2 Ösen versehene Raketenhülse wird an einer Schnur oder an einem gespannten Drahte der- art eingehängt, daß sie angezündet mit großer Schnelligkeit jenen entlang läuft. Man kann die Schnurfeuer benützen, um

entfernte Feuerwerksstücke in Brand zu setzen. Man kann sie verdoppeln, so daß eine Hülse den Hinweg, die andere den Rückweg übernimmt; beide Hülsen sind dann parallel nebeneinander befestigt mit auseinander gerichteten Mündungen. Stellt man die Hülsen übers Kreuz, so entsteht ein Schraubenfeuer mit verlangsamter Fortschreitung.

Schnurre, ein eigentümliches Funkenfeuer-Drehstück. Auf einem sich um die senkrechte Achse drehenden Gestell werden die Hülsen derart befestigt, daß ihre Achsen und die Achse des Gestells windschiefe Linien sind. Das Feuer bildet dann hyperboloidische Flächen. Auch Kaprice genannt.

Schraubenraketen, Schlangenraketen. Bindet man die Raketenhülse nicht parallel zum Raketenstab, sondern etwas schief gestellt an diesen fest, so beschreibt das ausströmende Feuer eine langgezogene Schraubenlinie.

Schwärmerfaß, ein Feuerfaß, dessen Mörser aus Papier oder Pappe eine Anzahl Schwärmer gleichzeitig in die Luft wirft, wenn der Zünder abgebrannt ist. Als letzterer dient gewöhnlich ein römisches Licht.

Schwärmermasse, eine Menge kleiner Schwärmer, zur Versetzung von Raketen oder Bomben dienend.

Seele, der konische Hohlraum einer Rakete, durch Schlagen über den Dorn oder durch Ausbohren einer massiv geladenen Hülse erzielt.

Seeschlange, ein Wasserfeuerwerksstück. Eine Schlagrakete mit Stab wird auf ein leichtes Schiffchen befestigt, mit dem sie angezündet über das Wasser dahinsaust.

Serpentose, ähnlich dem Regen. Kleine Schwärmerhülsen werden ungewürgt mit faulem Funkenfeuersatz geladen, am vorderen Ende angefeuert, am hinteren Ende mit einer Leuchtkugel geschlossen. Als Versetzung von Raketen und Bomben dienend, mit Schlangenbewegung durch die Luft fallend und mit farbigem Stern erlöschend. Sternschlangen.

Setzer, siehe Ladstock.

Sonne, radial in gleichem Abstand unter sich und vom Kreismittelpunkt auf einer Scheibe befestigte Funkenfeuer-

hülsen, beim Abbrennen eine Sonne von 6, 8, 12 und mehr Strahlen darstellend.

Spiralrädchen, kleines Feuerrädchen. Eine lange, dünne Hülse wird mit raschem Funkenfeuersatz gestopft, spiralförmig aufgerollt und auf eine Pappscheibe geleimt.

Springbrunnen, feststehende Funkenfeuerdekoration aus Brandern oder Körnerwerfern; die Wirkung eines Springbrunnens ungefähr im Feuer nachahmend.

Steigfeuer, Feuerwerksstücke, die durch das ausströmende Feuer in die Luft gehoben werden, also Raketen und Tafelraketen.

Sterne, siehe Leuchtkugeln und Körner.

Sternenfaß, siehe Leuchtkugelfaß.

Sternschlangen, siehe Serpentose.

Stillfeuer, am Platze verbrennende, sich nicht bewegende Feuerwerksstücke.

Stock, der Holz- oder Metallzylinder, in welchen die Hülsen während des Ladens gesteckt werden.

Stoppinen, Zündfäden, Zündschnüre.

Straußfeuer, Feuerwerksstücke, die beim Abbrennen an einen Blumenstrauß erinnern.

Tafelräder, Tafelraketen, Mittelding zwischen Raketen und Feuerrädern. In eine hölzerne Nabe sind 2, 4 oder mehr beiderseits geschlossene, mit raschem Funken-  
satz geladene Hülsen als Speichen eingeleimt. Die Hülsen sind an den Enden seitlich durchbohrt, so daß das ausströmende Feuer eine Drehbewegung hervorruft. Weitere Durchbohrungen nach unten ergeben das Feuer, welches das Stück in die Luft hebt, nachdem es sich zunächst auf einem auf einem Tisch oder einer Tafel befestigten Stift gedreht hat.

Tannenbaum, wie der Palmbaum, mit entsprechender Änderung.

Taucher, ein Wasserfeuerwerksstück. Ein Brander, abwechselnd mit Funkenfeuersatz und Mehlpulver geladen, wird unten mit einem Gewicht beschwert, oben mit einem hohlen umgekehrten Kegel umhüllt, so daß die Grundfläche des

letzteren bündig im Wasser schwimmt. Die Kraft des Mehlpulvers taucht das Stück momentan unter, wobei es nicht erlischt.

Telegraph, siehe Schnurfeuer.

Tellerrad, Verbindung oder Vereinigung eines horizontalen Rades mit senkrechten Scheibenrädern. Auf einem runden Tisch ist eine Nabe mit 2 horizontalen entgegengesetzten Speichen auf Rollen beweglich. Außerhalb des Tisches sind an den Enden der Speichen Scheibenräder beweglich befestigt, deren Feuer nach derselben Richtung drehen. Haben sich erst die Räder in Bewegung gesetzt, so kommt auch das Ganze in Bewegung.

Theaterflammen, bengalische Flammen für Innenräume. Da der Schwefeldampf vermieden werden soll, so dient den Sätzen Schellack als Brenner. Einfache Theaterflammensätze sind:

Rotfeuer: 5 Teile salpetersaures Strontium, 1 Teil Schellackpulver.

Grünfeuer, 5 Teile salpetersaurer Baryt, 1 Teil Schellackpulver.

Gelbfeuer, 5 Teile salpetersaures Natrium, 1 Teil Schellackpulver.

Die Mischungen werden am besten zusammenschmolzen und nochmals pulverisiert.

Tortillement, siehe Umläufer.

Tourbillon, siehe Tafelrakete.

Treibbrander, Funkenfeuerhülsen mit raschen Sätzen, die Räder usw. treiben.

Treibfeuer, dasselbe.

Umläufer, das einfachste Drehfeuer. Eine lange beiderseits geschlossene Funkenfeuerhülse ist an beiden Enden seitlich nach entgegengesetzten Richtungen durchlocht und angefeuert. Eine Feuerleitung verbindet beide Öffnungen. Die Hülse ist in ihrer Mitte durchbohrt und dreht sich um einen Nagel oder Bohrer. Der Umläufer kann auch aus 2 Hülsen bestehen, die entsprechend an einem durchbohrten Holzklötzchen befestigt werden.

**Veränderte Schwärmer.** Zu Versetzungen dienend, kann der Schwärmer auf vielerlei Arten abgeändert werden, wonach er dann in der Luft verschiedenartige Bewegungen macht und von verschiedener Wirkung ist. Wie ein kleiner Umläufer behandelt, bildet er ein fallendes Drehfeuer. Liegt das eine Seitenloch in einer Ebene, die mit derjenigen des anderen einen Winkel bildet, so macht der Schwärmer eine Zwirbelbewegung. Bohrt man ihn nur an einem Ende seitlich an, so erzeugt er ebenfalls wieder ein anderes Drehfeuer. Diese verschiedenen Wirbelschwärmer heißen Luftwirbel, Fledermäuse, Saucischen usw. Läßt man den Schwärmer auf gewöhnliche Art an beiden Enden brennen, so bildet er einen Doppelstrahl, der sich in der Luft eigentümlich wendet. Brennt das eine Ende mit Funkenfeuer, das andere mit Flammenfeuer, so erhält man einen Kometenschwärmer usw.

**Versetzung,** die Garnitur von Raketen, Bomben usw. Raketen werden z. B. mit Leuchtkugeln versetzt, d. h. sie werfen zum Schluß farbige Sterne aus. Feuerfässer werden mit Schwärmern, Leuchtkugeln oder Fröschen versetzt usw.

**Verzugsstücke,** ähnlich wie pyrotechnische Pausen, kleine Unterbrechungsstücke zwischen größeren Stücken.

**Vierflügel,** ein verdoppeltes, also ein Kreuz bildendes Balkenrad.

**Vulkan,** großes Schlußeffektstück verschiedener Ausstattung. In konzentrischen Halbkreisen werden Brander, Körnerwerfer, Feuertöpfe usw. aufgestellt. In die Mitte kommt eine Raketengarbe. Erst brennen die Brander und Körnerwerfer, dann werfen die Feuertöpfe ihre Versetzungen aus und von Kanonenschlägen begleitet steigt zum Schluß die Raketengarbe.

**Wasserfall,** stehende Funkenfeuerdekoration aus Brandern; die Erscheinung eines Wasserfalls ungefähr im Feuer nachahmend.

**Wasserkurier,** ein Wasserfeuerwerksstück. Eine Funkenfeuerhülse wird mit einem Doppelkegel aus Pappe umgeben, so daß sie horizontal über Wasser schwimmt. Angezündet, läuft sie auf dem Wasser fort.

Wasserräder, Wasserwirbel, Wasserfeuerwerksstücke. Auf einer schwimmenden, kreisrunden Holzscheibe wird ein Feuerrad oder ein Umläufer angeordnet. Schwimmende Horizontalräder.

Wasserrakete, siehe Seeschlange.

Wechsel. Der Wechsel des Feuers bei einem Feuerwerksstück. Übergang von Funken- zu Flammenfeuer; Übergang einer Drehung in die entgegengesetzte usw. Brennen z. B. auf einer Achse 4 verschiedene Feuerräder nacheinander ab, so hat das Stück 3 Wechsel.

Winder, der zylindrische Holz- oder Messingstab, der zum Aufrollen des Papiers bei Herstellung der Hülsen dient. Mit oder ohne Griff.

Windmühlenflügel, siehe Vierflügel.

Wirbelrad, Balkenrad mit Umläufern auf beiden Armen.

Würgung. Wenn das Feuer einer Hülse einen Strahl ergeben soll, so muß die Mündung eingeengt werden. Zu diesem Zwecke wird die Hülse nahe am Ende gewürgt, was auf verschiedene Art geschehen kann, mit der Würgschnur, der Würgzange oder besonderen Maschinen. Auch der Verschuß der Hülsen am hinteren Ende kann durch Zuwürgen erfolgen.

Wurfffeuer, Feuerwerksstücke, die in die Luft geschleudert werden, also Bomben und Granaten usw.

Zaun, siehe Reihenfeuer.

Zehrung, der massive Teil der Ladung einer Rakete. Das Feuer des Hohlraumes wirft die Rakete mit zunehmender Schnelligkeit in die Luft, ist aber rasch ausgebrannt. Die lebendige Kraft trägt die Rakete noch ein Stück weiter; das Funkenfeuer der Zehrung soll anhalten, bis diese Bewegung aufhört und die Rakete umkippt. Die Länge der Zehrung ist nach dem Kaliber verschieden.

Zeitzündler, Funkenfeuerhülse von bestimmter Brenndauer, dazu dienend, ein Feuerwerksstück im richtigen Moment zu entzünden. So werden z. B. Bomben mit Zeitzündler versehen, der, ausgebrannt, das Platzen derselben herbeiführt.

Zierraketen, ältere Bezeichnung für Raketen von 14 bis 16 mm Kaliber.

Zündlichter, dünne, lange Flammenfeuerhülsen, langsam brennend, dem Winde widerstehend, zum Anzünden der Feuerwerksstücke dienend. Eine brennende Zigarre ersetzt sie, wenn der Feuerwerksplatz nicht gar zu dunkel ist.

Zündpapier, mit Anfeuerung bestrichenes Papier, verschieden verwendet, z. B. um die Raketen eines Garbenfeuers gleichzeitig zu entzünden.

Zündschnüre, Feuerleitungen, Leitfeuer, zum Übertragen des Feuers von einer Stelle zur andern. Dochte aus mehrfachen Baumwollfäden werden in einem Brei von Schießpulver und Gummiwasser geknetet und zum Trocknen aufgehängt oder auf Rahmen gespannt.

Zündschnurhülsen, dünne, lange Papierhülsen, welche über die Zündschnüre geschoben werden. Frei brennend, pflanzen die Zündschnüre das Feuer nur langsam und unsicher fort. In Hülsen schlägt ihr Feuer momentan von einem Ende zum anderen.

Zündschwämme, in die Anfeuerung geklebte Zunderstücke zum Anzünden von Handschwärmern, Fröschen usw.

Zwillingsrakete, siehe Doppelrakete.

Zwitteratz, siehe Doppelsatz.

Zylinderflammen, in Hülsen abbrennendes bengalisches Feuer.

## 2. Das Material und die Satzbestandteile.

Die in der Kunstfeuerwerkerei zur Anwendung gelangenden Stoffe gehören zum größeren Teile der anorganischen, zum geringeren der organischen Chemie an. Die genaue Kenntnis dieser Stoffe, ihr Verhalten sowohl für sich als in ihren verschiedenen Zusammensetzungen ist absolut notwendig, wie denn überhaupt eine Summe chemischer und physikalischer Kenntnisse die Vorbedingung für jeden bildet, der sich mit Erfolg in der Pyrotechnik betätigen und nicht sich und seine Umgebung ständigen Gefahren aussetzen will.

Diese Gefahren sind mannigfacher Art, und wird hierauf bei Besprechung der einzelnen Stoffe, deren Mischung und Anwendung, wiederholt aufmerksam gemacht werden.

Sollen die Stoffe und Präparate, deren man sich in der Pyrotechnik bedient, ihrem Zwecke voll und ganz entsprechen, so müssen dieselben die erforderliche Gebrauchereinheit besitzen; deren Anschaffung soll daher nur seitens solcher Firmen geschehen, die, mit der nötigen Sachkenntnis ausgerüstet, Pyrotechnikern von Beruf liefern und diese Stoffe, wo nötig, in feinsten Pulverform, wie das gegebenenfalls verlangt wird, in jedem Quantum zu liefern in der Lage erscheinen.

Derartige Weltfirmen, die auch in entgegenkommendster Weise Interessenten fachmännische Auskünfte erteilen, sind:

Julius Hutstein, Fabrik pyrotechnischer Präparate, Breslau, Schuhbrücke Nr. 54;

Otto Laugsch, Fabrik chemisch-technischer Produkte, Berlin-Charlottenburg, Spreestraße Nr. 55.

Es hat eine Zeit gegeben, und sie liegt nicht sehr weit zurück, in welcher sich der Pyrotechniker einzelne chemische Präparate selbst anfertigen mußte, da diese, weil keine anderweitige technische Verwendung findend, schwer, mitunter gar nicht im Handel erhältlich waren. Diese Zeit ist vorüber, und es wird heutzutage wohl wenige Pyrotechniker geben, die, wenn sie auch praktische Chemiker sind, sich damit befassen, da ihnen der Bezug fertiger Präparate billiger zu stehen kommt als deren Selbstanfertigung. Mit Rücksicht auf das Angeführte wird in diesem Werkchen die Frage der Selbstherstellung derartiger Präparate oder die Reinigung chemischer, für Feuerwerkszwecke nicht einwandfreier Stoffe keinen Gegenstand der Erörterung bilden, ausgenommen zwei Fälle, in denen der Bezug gebrauchsfertiger Präparate auf mehr als ein Hindernis stoßen dürfte; in einem Falle handelt es sich um die Fabrikation der Schießbaumwolle, im zweiten um die Herstellung des Kaliumpikrates.

Wer sich über die Darstellung, die Eigenschaften und die Anwendung der hauptsächlichsten in der Pyrotechnik benützten Sprengstoffe und über die die Feuerwerkssätze bildenden Chemi-

kalien gründlich und vom chemisch wissenschaftlichen Standpunkte aus informieren will, dem seien die hervorragenden Arbeiten des Vorstandes des chemischen Laboratoriums der Stadt Stuttgart, Dr. A. Bujard, empfohlen, und zwar:

1. Bujard, Leitfaden der Pyrotechnik mit Einführung in die Chemie der wichtigsten Rohmaterialien und Sprengstoffe der Kunstfeuerwerkerei 1899 (Arnold Bergsträubers Verlag).

2. Bujard, in Band X von Muspratts Enzyklopädie der Technischen Chemie, 4. Aufl., im Artikel Zündwaren, Feuerwerkerei und chemische Feuerlöschmittel. Braunschweig (Viewegs Verlag).

3. Bujard, Zündwaren und Feuerwerkskörper in Lunge-Berls Chemisch-technischen Untersuchungsmethoden 6. Aufl. (1911) III. Außerdem ist vom Genannten im Verlage G. J. Göschen, Berlin W 35 und Leipzig, Ende des Jahres 1912 ein Werkchen erschienen unter dem Titel: „Die Feuerwerkerei“, das aber etwas anders angeordnet ist als seine Pyrotechnik aus dem Jahre 1899 (oben unter 1).

### 3. Die Sätze.

Die in der Feuerwerkerei zur Verwendung gelangenden Materialmischungen werden als „Sätze“ bezeichnet; welche Materialien und in welchen Gewichtsmengen dieselben im speziellen Falle genommen werden müssen, um ein gewünschtes Resultat zu zeitigen, besagen die „Rezepte“.

Die Gewichtsmengen der einzelnen Stoffe, aus denen ein Satz besteht, sind mitunter ziemlich stark variabel, ohne daß hierdurch der Satz unbrauchbar werden würde; darin ist der Grund gelegen für die Unmenge von Rezepten, die sich in der einschlägigen Literatur vorfinden.

Nach der verschiedenen Wirkung, welche die Sätze auf das Auge ausüben, teilt man sie ein in:

- Funkenfeuersätze,
- Flammenfeuersätze und
- Doppel- oder Zittersätze.

Die Erklärung liegt in den Worten. Ist die Lichterscheinung, die der entzündete Satz auf das Auge ausübt, nur eine momentane, aber sehr intensive, so bezeichnet man denselben als „Blitzlichtsatz“; nach der akustischen Wirkung eines Satzes unterscheidet man „Knallsätze“ und „Pfeifsätze“.

Was die Funkenfeuer-, Flammenfeuer- und die Doppelsätze betrifft, so werden Materialmengen, in denen der Verbrennungsprozeß energisch vor sich geht, als scharfe oder rasche Sätze, solche, in denen dieser Prozeß mehr oder weniger langsam fortschreitet, als faule Sätze bezeichnet; doch muß schon hier bemerkt werden, daß diese beiden Begriffe sehr relativ erscheinen.

Teilweise im Zusammenhange mit der soeben erwähnten Einteilung ist die in Treibfeuer- und Still- oder Standfeuersätze; von den ersteren wird eine mechanische Arbeitsleistung gefordert, von den letzteren nicht.

Eine besondere Art der Funkenfeuersätze sind die Brillantsätze. Nach der Verwendungsart der einzelnen Sätze spricht man weiters von Brander-, Schwärmer-, Leuchtkugel-, Körner-, Raketen- usw. Sätzen.

Die zum Aufbau eines Satzes zur Anwendung gelangenden Materialien müssen, insoferne nicht ausdrücklich Ausnahmen statuiert werden, in die feinste Pulverform übergeführt werden; weiter ist eine innige Mischung der einzelnen Satzbestandteile untereinander unbedingte Voraussetzung eines günstigen Resultates.

Daß die bei jedem Rezept angeführten Zahlen stets nur die Gewichtsteile der zu nehmenden Stoffe bedeuten, wurde bereits oben erwähnt.

#### **4. Die pyrochemischen Stoffe und die Präparate.**

##### **Alaun (alumen, Kalialaun).**

Man unterscheidet Alumen crudum und Alumen ustum; einer Beschreibung bedarf dieses Doppelsalz wohl nicht, da es allgemein bekannt ist. Alumen ustum, das seines Kristall-

wassers beraubte *Alumen crudum*, wurde seinerzeit zu blauen und blauvioletten Flammenfeuersätzen gebraucht; da es aber nichts Besonderes leistete, ist dessen Verwendung in der heutigen Pyrotechnik obsolet geworden.

*Alumen crudum* kann aber zur Präparierung von Stoffen (Papier, Leinwand, Wolle) benützt werden, von denen man wünscht, daß sie schwer verbrennlich seien, indem man die bezüglichen Stoffe in eine konzentrierte Lösung dieses Salzes in Wasser (bei gewöhnlicher Temperatur des Wassers lösen sich ungefähr 12 % des Salzes) taucht.

Bessere Dienste für diesen Zweck leistet jedoch das Ammonsulfat (schwefelsaures Ammonium), das sich im Wasser leicht löst.

Eine Lösung von 10 Teilen Ammonsulfat auf 100 Teile Wasser ist vollkommen genügend für alle derartigen Imprägnierungen.

### Alkohol

(Äthylalkohol, Weingeist, Spiritus, Sprit, Äthyloxydhydrat, Branntwein), das bekannte Hauptprodukt der Traubenzuckergärung, findet als absoluter oder wasserfreier Alkohol Verwendung zur Befeuchtung gewisser Sätze, deren Entmischung beim Einfüllen in die Hülsen befürchtet wird oder deren Ladung mit Entzündungsgefahr verbunden sein könnte.

Weiter bedient man sich des wasserfreien Alkohols, in welchem ein kleiner Prozentsatz eines Harzes (zumeist Mastix) gelöst wurde, als Bindemittel für Satzteige, die hygroskopische Bestandteile enthalten; endlich gebraucht man mit Wasser verdünnten Alkohol in Fällen, in welchen die Lösung von Salzen gewünscht wird, die sich in absolutem Alkohol nicht lösen würden (farbige Weingeistflammen), oder in welchen ein rascheres Trocknen von Satzteigen bewerkstelligt werden soll und die Anwendung absoluten Alkohols untunlich erscheint.

Denaturierten Alkohol gebrauche man nicht wegen der in demselben enthaltenen Pyridinbasen (Denaturierungsmittel).

Auch der giftig wirkende Methylalkohol (Holzgeist) hat meines Wissens bisher zu pyrotechnischen Zwecken keine Verwendung gefunden.

### Aluminium,

das wichtigste der Erdmetalle, gleichzeitig unter die Leichtmetallgruppe fallend, silberweiß, gegen die Feuchtigkeit der Luft unempfindlich, beherrscht seit ungefähr einem Dezennium das gesamte Gebiet der Kunstfeuerwerkerei, insbesondere seitdem infolge seiner Bereitung auf elektrochemischem Wege dessen Preis so tief gesunken ist, daß er mit dem des Zinnes bald in Wettbewerb treten können wird.

Zur Verwendung gelangen:

- I. Aluminium-Paillettes, und zwar Nr. 1 (sehr grob), Nr. 2 (grob), Nr. 3 (mittelfein), Nr. 4 (Grießform).
- II. Aluminium-Flitter (Flocken), und zwar a) weich und grob, b) weich und fein, c) hart.
- III. Aluminium-Pulver: 1. halbflein, 2. fein; letzteres in den Marken 00, P, PL und I brillant.
- IV. Aluminiumschliff.
- V. Aluminiumspäne.

Das Aluminium muß eisenfrei sein, sonst treten beim Verbrennungsprozeß störende rote Funken auf. Reines Aluminium brennt lichtblau. Mischungen mit chlorsaurem Kali müssen vorsichtig vorgenommen werden. Das feinste Aluminiumpulver wirbelt beim geringsten Luftzuge auf, man hüte sich daher, ein Licht in die Nähe zu bringen; eine Aluminiumstaubexplosion wäre die Folge einer derartigen Unvorsichtigkeit.

Bezugsquellen: Julius Hutstein, Otto Laugsch, Julius Schopflocher, Frankfurt a. M.

### Antimon

(Regulus Antimonii, Spießglanzmetall, Stibium) findet als grobes Pulver, sowie als feinstes Pulver Verwendung zwecks Erzeugung weißer Funken, beziehungsweise solcher Flammen; in letzterem Belange wird es zumeist wohl durch das Schwefel-

antimon (dreifach Schwefelantimon, Antimontrisulfid, Stibium sulfuratum nigrum) ersetzt, welches man als feinstes, beinahe schwarzes, Pulver bezieht; man kaufe nur prima Ware, jap. 98 %.

Man bedient sich des Schwefelantimons übrigens nicht nur zur Darstellung weißer, sondern auch farbiger Sätze, in welchen es die Verbrennung befördert.

### Arsen.

In der Feuerwerkerei gebraucht man nur eine Verbindung des Arsens mit Schwefel, nämlich das Realgar (Schwefelarsen, Arsendisulfid), welches, feinst zerrieben, ein rotgelbes Pulver bildet und, wenn chemisch rein, von der Magensäure nicht aufgelöst wird, während die Verbrennungsprodukte auch bei chemisch reiner Ware giftig sind.

Gemennt mit Kalisalpeter und Schwefel gibt Realgar ein glänzend weißes, etwas ins Gelbliche ziehendes Licht.

### Asphalt,

auch Erdpech oder Judenpech genannt, ist das Verharzungsprodukt verschiedener Steinölsorten und bildet eine schwarzgraue Masse von bituminösem Geruch. Derselbe findet fein gepulvert zu roten und gelben Flammen Anwendung, und sind Sätze, die Asphalt enthalten und mit Terpentinöl zu einem steifen Teige angemacht werden, leicht zu Leuchtkugeln in die Form zu pressen.

Derartige Leuchtkugeln werden, wenn sie vollkommen trocken geworden, was allerdings einen Zeitraum von 4 bis 5 Wochen in Anspruch nimmt, sehr hart, ohne deshalb an Entzündlichkeit einzubüßen, und sind aus diesen Gründen zu römischen Kerzen sehr zu empfehlen.

### Barium,

ein Metall der alkalischen Erden, wie Kalzium und Strontium, zeigt in allen seinen Verbindungen ein hohes spezifisches Gewicht, daher der Name (*βαρύς*).

Als für die Kunstfeuerwerkerei wichtig erscheinen nachstehende Bariumsalze:

1. Das chlorsaure Barium (chlorsaurer Baryt, Bariumchlorat) gibt das schönste Grün mit außerordentlicher Lichtstärke, weshalb die mit diesem Salze bereiteten Sätze insbesondere für die Fernwirkung von besonderer Schönheit sind.

Das chlorsaure Barium ist jedoch mit großer Vorsicht zu behandeln und sind Mischungen mit Schwefel selbstentzündlicher und gegen Druck, Stoß und Reibung ebenso empfindlich wie solche mit chlorsaurem Kali.

Das gepulverte Salz soll gegen Licht geschützt werden.

2. Das salpetersaure Barium, salpetersaurer Baryt, Bariumnitrat, findet die ausgedehnteste Anwendung insonderheit zu bengalischen Flammen.

Sowohl das chlorsaure wie auch das salpetersaure Barium sollen chemisch rein und kalkfrei sein.

3. Das kohlensaure Barium (kohlensaurer Baryt, Bariumkarbonat) findet zuweilen in Aluminium- und Magnesiumsätzen Anwendung, in welchen aber das grüne Licht vollkommen unterdrückt wird, so daß die damit bereiteten Sätze weiß brennen.

4. In neuester Zeit wurde das oxalsaure Barium in die Pyrotechnik eingeführt.

Es ist mir nicht bekannt geworden, welches Resultat mit diesem Salze andere Pyrotechniker erzielt haben; alle Versuche, die ich damit vorgenommen, sind fehlgeschlagen, so daß ich meinerseits behaupten kann, das oxalsaure Barium leiste an Färbungsfähigkeit der Flamme nicht mehr als das salpetersaure Salz, obschon es im Preise höher steht als dieses, ja selbst höher als das chlorsaure Barium.

Ich habe daher von den vielfachen Proben nur einen einzigen Leuchtkugelsatz mit oxalsaurem Barium in dieses Werkchen aufgenommen.

Die Barytsalze färben die Flamme grün, und es ist durchaus überflüssig, sich um andere grümfärbende Substanzen (Borsäure, Kupfersalze) umzusehen, da sie nicht im entferntesten das leisten, was die Bariumverbindungen zu leisten vermögen.

Die Barytsalze sind giftig und vollkommen luftbeständig.

### Bernstein.

Dieses Harz vorweltlicher Pinienarten wird noch hie und da zur Erzeugung gelber Flammen benützt, die jedoch ohne Lichtstärke einer brennenden Kerze ähnlich sind.

### Blei.

Die in der Pyrotechnik gebrauchten Bleiverbindungen sind:

1. Das Bleioxyd (Bleiglätte, Littargyrium, Massikot) dient als gröbliches Pulver zu Funkensätzen, in welchen es einen Sprühregen weißer Funken erzeugt.

2. Das rote Bleioxyd (Mennige, Minium) dient zur Herstellung eines weißen Lichtes.

3. Das Bleisulfid ( $PbS$ ), der natürlich vorkommende Bleiglanz, gibt in Treibsätzen blasse Funken, die beim Auf-  
fallen zerspringen.

4. Das Bleichlorid ( $PbCl_2$ ) wird in neuerer Zeit, insbesondere von italienischen Feuerwerkern, aus ökonomischen Gründen, an Stelle des hoch im Preise stehenden Kalomels zu Blaufeuer verwendet, um im Satze freies Chlor zu entwickeln, ist jedoch nicht vollkommen luftbeständig.

5. Das salpetersaure Blei (Bleisalpeter, Bleinitrat) gibt, mit chlorsaurem Kali, Schwefel und Antimon gemengt, ein prachtvolles Weißfeuer zu Leuchtkugeln; der Gebrauch von Mischungen dieses Salzes mit chlorsaurem Kali ist jedoch auszuschließen wegen der beständigen Gefahr der Selbstentzündung derartiger Sätze.

Auch zu Funkensätzen kann der Bleisalpeter Anwendung finden, insbesondere mit feinsten Kohle gemengt zur Darstellung eines dichten aber glanzlosen Funkenregens.

Alle Bleiverbindungen sind giftig.

### Borsäure,

auch Orthoborsäure, findet hie und da zu grün brennenden bengalischen Flammen Anwendung; die Verwandlung derselben in feinstes Pulver unterliegt auf mechanischem Wege großen Schwierigkeiten, daher sich der Bezug im bereits ge-

pulverten Zustand empfiehlt. Ein zuweilen in Verwendung kommender Satz ist der folgende:

Borsäure	55	Teile
Schwefel	33	"
Kaliumchlorat	12	"

### Kalzium,

gleich dem Barium und dem Strontium ein Metall der alkalischen Erden, kommt in drei Verbindungen in Betracht:

1. als Kalziumchlorid ( $\text{CaCl}_2$ ), das als „gebranntes Chlorkalzium“ ein starkes Trockenmittel der Chemiker bildet;

2. als Kalziumkarbonat (kohlenaurer Kalk), durch feinstes Pulvern von Kreide hergestellt;

3. als Kalziumsulfat — Gips, der 2 Moleküle Kristallwasser enthält, das er durch mäßiges Erhitzen abgibt und als gebrannter Gips im Handel vorkommt. Kreide und gebrannter Gips geben ein „leidliches Rosa“, finden jedoch nur selten Verwendung, da sie als sehr schwer flüchtig un- gemein viel Schlacke hinterlassen.

### Kolophonium (Geigenharz)

wird als Rückstand beim Erhitzen des Fichtenharzes oder des Terpentin gewonnen, zählt zu den sogenannten Hartharzen, im Gegensatz zu den Weichharzen (Balsamen), ist gelb bis dunkelbraun gefärbt und findet feinst pulverisiert als brennbarer Körper Anwendung.

Die Ansicht Eschenbachers (Eschenbacher, Die Feuerwerkerei, 3. Auflage [1897, A. Hartlebens Verlag]), „daß Kolophonium genau dieselben Dienste leiste wie der Gummilack, und daß letzteren zu Feuerwerkszwecken anzuwenden im buchstäblichen Sinne des Wortes Geld zwecklos verbrennen heiße“, ist ganz und gar unrichtig, da sich der Gummilack (Schellack) in vielen Fällen durch gar kein billigeres Harz substituieren läßt.

### Dextrin,

auch als Stärkegummi bezeichnet, bildet ein weißes oder lichtgelbes Pulver, welches durch allmähliches Erhitzen der Stärke

auf 160—200° sich bildet; es ist in Alkohol unlöslich, löst sich aber in Wasser sowie in stark verdünntem Alkohol (30 %) vollständig auf und dient als Ersatzmittel des Gummiarabikums, dem gegenüber es vielfache Vorteile bietet.

In der modernen Pyrotechnik wird das Gummiarabikum nur mehr zu Papparbeiten, nie als Bindemittel zu Sternen, Körnern oder für die Fabrikation von Stoppinen, verwandt, da es zwei sehr üble Eigenschaften besitzt: es ist beinahe gar nicht verbrennbar und auch etwas hygroskopisch, wogegen Dextrin an Verbrennbarkeit dem Zucker nahekommt und vollkommen luftbeständig ist. Mit gleichen Teilen kalten Wassers verrührt unter Zusatz von 10 % weißen Zuckers kann Dextrin zu Papparbeiten gebraucht werden.

### Eisen.

Das Eisen spielt eine nicht unwichtige Rolle in der Pyrotechnik, da es, in verschiedener Gestalt angewendet, ein Funken-spiel von verschiedener Wirkung — das sogenannte Brillantfeuer — liefert.

Leider sind Sätze, die dieses Metall enthalten, nicht lange haltbar, denn sobald das Eisen verrostet ist, hört dessen Wirkung auf.

Auszuschließen sind die Feilspäne von Schmiedeeisen, da sie rötliche, nicht schöne Funken liefern und am raschesten oxydieren; dagegen liefern vortreffliche Resultate:

1. das Gußeisen in zwei Formen: grob, in der Größe von Hirsekörnern, und mittelfein, in der Größe des Jagdpulvers;

2. Stahl als feinstes Pulver und in der Form von Griesß und Spänen;

3. Drehspäne aus Gußstahl (die sogenannten Lyoner Fäden) in drei verschiedenen Nummern, und zwar Nr. 1 grob, Nr. 2 mittelgrob, Nr. 3 fein. Für Treibfeuer werden die feineren Sorten, für Stillfeuer die gröberen verwendet.

Von außerordentlicher Schönheit sind die Sätze, die außer Eisen noch Aluminium- und Magnesiumspäne enthalten.

Es sind verschiedene Mittel empfohlen und angewendet worden, um das Eisen in den Sätzen vor Oxydation zu schützen, doch ist von dem Gebrauch dieser Mittel abzuraten, weil hierdurch immer der Schönheit des brennenden Satzgemenges Abbruch geschieht.

Werden derartige Eisen enthaltende Sätze bei trockener Luft in vollkommen trockene Hülsen geladen und diese an einem warmen, vor Feuchtigkeit geschützten Ort aufbewahrt, so kann man sicher sein, daß vor sechs Wochen ein Rosten des Eisens nicht eintritt.

Das Material ist in luftdicht schließenden Gläsern aufzubewahren.

Auch einer Eisenverbindung bedienen sich die Feuerwerker, die den sonderbaren Namen Caput mortuum, Colcothar führt und unter dem Namen Englischrot gewerblichen Zwecken dient.

Es besitzt die chemische Formel  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Ferrioxyd) und findet, mit Mehlpulver gemengt — 100 Teile Mehlpulver auf 30—40 Teile Eisenoxyd —, zu einem beinahe feuer- und funkenlosen Treibsätze für besondere Zwecke Verwendung.

### **Fata Morgana.**

Phantasiename für eine sehr gelungene Mischung von Magnesium- und Aluminiumpulver.

### **Gummilack,**

ein Hartharz, kommt in drei verschiedenen Formen in den Handel — als Stocklack, Körnerlack und als Schellack; uns interessiert nur der letztere. In Alkohol, Äther und in ätherischen sowie fetten Ölen leicht löslich, läßt er sich ungemein schwer pulverisieren, und da er nur als allerfeinstes Mehl Verwendung finden kann, so bezieht man ihn bereits in diesem Zustande.

Die jährlich steigenden Schellackpreise haben zu mannigfachen Versuchen geführt, dieses Harz durch ein billigeres zu ersetzen, doch ist ein vollkommener Ersatz absolut ausgeschlossen.

Die beiden erwähnten Firmen Julius Hutstein und Otto Laugsch haben ein Harz eingeführt, welches an Stelle des Schellacks, jedoch nur in Sätzen, verwendet werden kann, die chloresaures Kali enthalten, und bezeichnen dasselbe als

### **Schellackersatz.**

Dieser stellt sich im Preise um zwei Drittel billiger als Schellack und leistet ganz gute Dienste für bengalische Flammen, die in größerer Menge abgebrannt werden sollen; die damit bereiteten Sätze brennen jedoch nicht rauchlos ab.

Zum Formen von Leuchtkugeln und Sternen aus Sätzen, die größere Mengen an Schellack enthalten, darf kein Alkohol gebraucht werden, da sich ein klebriger Teig bildet, der sehr schwer trocknet.

### **Klebstoffe.**

(Siehe Dextrin, Kleister, Leim.)

### **Kienruß.**

Der Kienruß stellt sich als die feinste und leichteste Kohle dar und kann für gewisse Sätze absolut nicht entbehrt werden, und ist in solchen Fällen auch ein Ersatz durch Rotkohle vollkommen ausgeschlossen. (Rußflockenfall, japanische Blitzähren, japanische Blitzkerzen usw.)

Nur in der außerordentlichen Feinheit besteht seine Wirkung, durchaus nicht in der Beimengung „brenzlicher Substanzen und brandiger Öle“.

Die in den meisten Büchern über Kunstfeuerwerkerei vorkommende, von einem Werk in das andere übernommene Bemerkung, daß diese Beimengungen einen günstigen Einfluß ausüben, ist ganz und gar unrichtig, im Gegenteil, da die brenzligen Substanzen und brandigen Öle im Teer- und Säuregehalte des Kienrußes bestehen, wirken sie nachteilig und retardierend auf den Verbrennungsprozeß und werden durch anhaltendes starkes Erhitzen des Kienrußes zu entfernen getrachtet (gebrannter Kienruß).

Da dieses Material sehr voluminös ist, läßt es sich schwer mit anderen Substanzen mengen und muß zu diesem Zwecke vorerst in eine kompaktere Form gebracht werden.

Um dies zu erreichen, schlägt man den Kienruß in Papier ein und drückt auf das Paket so lange, bis der Inhalt das kleinste Volumen angenommen hat und einem trockenen Kuchen ähnlich erscheint.

### **Kleister.**

Man stellt denselben am besten aus Reisstärke her; in einem Topfe werden 3 Teile Stärke mit 2 Teilen kaltem Wasser verrührt, wobei sich eine milchige Emulsion bildet, da die Stärke im kalten Wasser unlöslich ist.

Diese Emulsion wird unter beständigem Umrühren langsam in 6 Teile siedendes Wasser eingegossen.

Der auf diese Art bereitete Kleister wird für alle Papparbeiten verwendet, wo nicht ausnahmsweise Leim gebraucht werden muß; er besitzt eine große Bindekraft, soll jedoch bald verbraucht werden, weil er in kurzer Zeit sauer wird. Auf die gleiche Art läßt sich auch ein Kleister aus Weizenstärke herstellen, doch ist derselbe von minderer Bindekraft.

### **Leim.**

Man verwende nur prima Kölnerleim (nicht den gewöhnlichen Tischlerleim) und stelle damit eine flüssig bleibende Lösung her, um dem fortwährenden Erwärmen der sich beim Kaltwerden gelatinierenden Lösung enthoben zu sein. Zu diesem Behufe weicht man Leim in kaltem Wasser durch 24 Stunden ein und bringt die aufgequollene Masse in ein Wasserbad, bis sich aller Leim gelöst hat; sodann schüttet man in diese Lösung tropfenweise und unter beständigem Umrühren 5% des Leimgewichtes Salpetersäure von 35° B, wodurch der Leim flüssig bleibt, ohne an Bindekraft einzubüßen. Durch Zusatz einiger Tropfen Karbolsäure wird überdies die Bildung von Schimmelpilzen verhindert. Man hüte sich, Leim auf Stoppinen oder auf eine sonstige Anfeuerung zu bringen, da er sie unverbrennlich macht.

### Kalium,

ein Alkalimetall, silberweiß, weich, zeigt eine außerordentliche Affinität zum Sauerstoff, mit dem es sich zu Kaliumoxyd verbindet.

Kalium ist daher stets in sauerstofffreien Flüssigkeiten (Petroleum, Benzol, Benzin) aufzubewahren. Wasser wird durch dasselbe mit einer derartigen Energie in seine beiden Komponenten zersetzt, daß die hierbei entbundene Wärme das Metall entzündet, welches mit violetter Flamme zu Ätzkali (KOH) verbrennt.

Kalium könnte daher zu Wasserfeuerwerken eine gute Verwendung finden, wenn sein Preis nicht so enorm hoch wäre. (Das Kilo kostet derzeit 65 Mark.)

Als Raketenversetzung wurde dieses Metall bereits vom Dorpater Feuerwerker Oskar Frey verwendet, der dieser Versetzung den Namen „Fixsternfall“ gegeben (siehe Oskar Frey, Die Feuerwerkskunst 2. Aufl. 149 Erfurt 1885 [Bartholomäus]).

Das gleiche gilt für das Alkalimetall Natrium, welche Versetzung der genannte Autor als „Goldstrahlen“ bezeichnete.

Das Nähere hierüber wird unter dem Abschnitt „Raketenversetzungen“ erörtert werden.

Die für unsere Zwecke wichtigste Verbindung des Kaliums ist das

### Kaliumnitrat,

auch Kalisalpeter, salpetersaures Kalium, zumeist kurzweg „Salpeter“ genannt, da es den Hauptbestandteil des Schwarzpulvers bildet und als Sauerstofflieferer für Funken- und Flammenfeuersätze eine große Rolle spielt.

Der Kalisalpeter (wohl zu unterscheiden von Chili- oder Natronsalpeter) muß chemisch rein sein, sonst ist er für Feuerwerkszwecke vollkommen unbrauchbar.

Als solcher ist er luftbeständig, in Alkohol unlöslich, dagegen im warmen Wasser mit 4 Teilen, im kalten Wasser nur mit 0,4 Teilen löslich; in der Glühhitze zerfällt er in Sauerstoff, Stickstoff und Kaliumoxyd.

Eine äußerst wichtige Kaliumverbindung, wohl unentbehrlich für die meisten Buntfeuerzwecke, ist das

### Chlorsaure Kalium,

Kaliumchlorat, Kalium chloricum; es kristallisiert in farblosen Täfelchen, ist luftbeständig und wirkt innerlich giftig.

Vollkommen chemisch rein, kann es für sich allein ohne jede Gefahr zerstoßen, zerrieben und geglüht werden (Sauerstofferzeugung), es explodiert jedoch, wenn dies bei Anwesenheit von Phosphor, Antimonmetall, Schwefel, Schwefelantimon, Magnesium, Aluminium, Realgar oder auch von gewissen organischen Stoffen, z. B. Kohle, Schellack, Zucker, Lykpodium geschieht.

Man mengt daher alle übrigen Bestandteile des Satzes vorerst gut zusammen und setzt erst als letzten Bestandteil das chlorsaure Kalium hinzu, worauf man den Satz mit den Händen mengt und durch wiederholtes Durchsieben die Mischung zu einer möglichst innigen gestaltet.

Man beziehe nur chemisch reines Kaliumchlorat, denn dieses ist am ungefährlichsten; angewandt wird es nur in feinsten Pulverform.

Vollkommen irrig und irreführend ist die Behauptung Falbesoners (Falbesoner, Lustfeuerwerkerei Wien und Leipzig 1909 [A. Hartlebens Verlag]), „das chemisch reine Kaliumchlorat sei explosiver als die gewöhnliche Handelsware und genüge es, von ersterem einen trockenen Kristall kräftig auf den Boden zu werfen, um ihn mit heftigem Knall explodieren zu sehen“. Es muß diesem Autor unbedingt ein error in substantia oder eine optische Täuschung unterlaufen sein, weil es vollkommen ausgeschlossen ist, daß chemisch reines chlorsaures Kali für sich allein explodiere — eher könnte dies der Fall sein bei einem Material, das durch Metalle oder Sulfat verunreinigt ist.

Die erste Kapazität auf dem Gebiete der pyrotechnischen Chemie, Dr. Bujard, ermahnt daher die Feuerwerker, nur chemisch ganz reines Kaliumchlorat zu verwenden, eine Mah-

nung, die, wie ich weiter unten zeigen werde, eine besondere Bedeutung erlangt hat. (Bujard, Leitfaden der Pyrotechnik 40 und Bujard, Die Feuerwerkerei 76.)

Noch einer zweiten Gefahr muß Erwähnung geschehen, die mit der Aufbewahrung von Feuerwerkskörpern verbunden erscheint, die chlorsaures Kali und Schwefel enthalten.

Übergießt man Kaliumchlorat mit Schwefelsäure, so entwickelt sich ein gelblichgrünes Gas, welches in Gegenwart brennbarer Stoffe explodiert — dieses Gas ist das Chlordioxyd ( $\text{ClO}_2$ ).

Bedient man sich daher zu derartigen Sätzen statt des chemisch reinen Schwefels der sogenannten Schwefelblumen oder Schwefelblüten, die beinahe immer etwas Schwefeldioxyd enthalten, so kann sich, insbesondere bei Anwesenheit hygroskopischer Salze, durch Oxydation des Schwefeldioxydes, das leicht ein Atom Sauerstoff aufnimmt, Schwefelsäureanhydrit ( $\text{SO}_3$ ) bilden, und die Selbstentzündung des Satzgemenges ist die unmittelbare Folge davon.

Herr Otto Laugsch in Charlottenburg war so freundlich, mich auf einen Erlaß des Kgl. Ministeriums für Handel und Gewerbe aufmerksam zu machen, der im Ministerialblatt Nr. 1 de dato Berlin, den 8. Jänner 1913, erschienen ist und dessen Inhalt von weittragender Bedeutung erscheint.

Der Erlaß lautet wörtlich: „Infolge mehrfacher unerklärlicher Selbstentzündungen von Feuerwerkssätzen mit Chloratgehalt untersuchte Dr. Gartenmeister im Jahre 1907 Gemischproben aus Kaliumchlorat, Zucker und Schwefel und kam zu dem Ergebnisse, daß als Ursache der Selbstentzündungen solcher Chloratsätze die Verunreinigung der Chlorate durch niedrigere Chloroxyde (Hypochlorite) anzusehen wäre (Chemiker-Zeitung 174 [1907]). Seither ist dieser Gegenstand auch von anderen Chemikern untersucht worden (Chemiker-Zeitung 217 und 285 [1907]; 604, 633, 677, 1151 [1908]; 21, 305 [1909], zuletzt von der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen in Neubabelsberg und vom Kgl. Militärversuchsammt in Berlin-Jungfernheide. Die in diesen beiden

Anstalten ausgeführten eingehenden Untersuchungen stimmen in ihren Hauptergebnissen, die im folgenden mitgeteilt werden sollen, miteinander und mit den von einigen anderen Chemikern ausgeführten Untersuchungen darin überein, daß ein irgendwie erheblicher Gehalt des Kaliumchlorats an Kaliumbromat einen ungünstigen Einfluß auf die Haltbarkeit der damit gefertigten Chloratsätze ausüben kann. Dieser Bromatgehalt findet sich hauptsächlich in allen elektrolytisch hergestellten Chloraten und rührt vom Ausgangsstoffe, den bromhaltigen Chlorkaliumlauge, her. Die nach dem alten Verfahren hergestellten Chlorate sind praktisch frei von Bromaten.

In bedenklichem Maß ist die erwähnte Einwirkung des Bromatgehaltes im Kaliumchlorat auf die damit hergestellten Sätze bei Stehenlassen der Mischungen in verkorkten Reagenzgläsern dann beobachtet, wenn die übrigen Bestandteile, zumal der Schwefel, nicht die erforderliche Reinheit hatten. Auch hier zeigte sich die Berechtigung der allgemein anerkannten Regel, daß in Feuerwerkereien und besonders in solchen, in denen eine nach jeder Richtung hin fachmännisch gebildete Aufsicht nicht vorhanden ist, nur reiner, säurefreier Schwefel verwendet werden soll. — Geringe Mengen von Feuchtigkeit beschleunigten bei den eben erwähnten Mischungen die Zersetzung.

Hiernach sollte für Chloratsprengstoffe, Feuerwerkssätze, Zünd- und Knallsätze im allgemeinen ein möglichst reines Chlorat verwendet werden. Indessen kann nach Ansicht des Militärversuchsamts ein kleiner Bromatgehalt im Chlorat von nicht über 0,1 v. H. zugelassen werden, wenn es sich um Sätze für Lustfeuerwerkerei handelt und wenn die anderen Bestandteile, besonders der Schwefel, völlig rein sind. Kommen aber Zündsätze und Knallsätze in Frage, an deren Lagerbeständigkeit und sonstige Zuverlässigkeit die größten Anforderungen gestellt werden müssen, so sollte von der Verwendung eines bromatfreien Chlorats nicht abgesehen werden.

Für Chloratsprengstoffe hält das Militärversuchsamtsamt ein Kaliumchlorat mit höchstens 0,15 v. H. Kaliumbromat noch

für zulässig; eine Selbstentzündung der in den bekannten Chloratsprengstoffen enthaltenen Kohlenstoffträger durch einen solchen Bromatgehalt wird für ausgeschlossen gehalten.

Die Zentralstelle in Neubabelsberg hält eine Vorschrift, betreffend Innehaltung einer bestimmten Grenze im Bromatgehalte, mit Rücksicht auf die verschiedene Zusammensetzung der mit Chlorat hergestellten explosiven Mischungen nicht für angezeigt.

Ein Chlorat mit einem Bromatgehalte von 0,1 bis 0,15 v. H. können die elektrolytisch arbeitenden Fabriken heute schon liefern, und es ist zu erwarten, daß der Bromatgehalt bei entsprechend nachdrücklicher Betonung der Wünsche der Besteller im Laufe der Zeit noch herabgedrückt werden wird. Chlorat, das frei von Bromat ist oder nur Spuren davon enthält, scheint vorläufig nur von Fabriken geliefert werden zu können, die nach dem alten Verfahren arbeiten.

Zur Prüfung des Kaliumchlorats auf Gehalt an Kaliumbromat sind nach den Angaben des Militärversuchsamts 2 g Chlorat in 100 ccm Wasser zu lösen; dann sind 5 ccm einer 10prozentigen Jodkaliumlösung hinzuzufügen, und es ist mit 5 ccm Normal-Salzsäure anzusäuern. Wenn die Proben dann innerhalb 10 Minuten keine oder nur eine schwache Blaufärbung zeigen, so sind sie als rein anzusehen. Zum Vergleiche sind zweckmäßig 100 ccm destillierten Wassers ebenso zu behandeln. Die quantitative Bestimmung des Broms geschieht durch Titrieren des ausgeschiedenen Jods nach einstündigem Stehen an einem dunklen Orte mittels Thio-sulfat.

Ich ersuche Sie, das Vorstehende den Sprengstoffabriken, Munitionsabriken und Feuerwerkereien Ihres Bezirks zur Kenntnis und Beachtung mitzuteilen. Dieser Erlaß wird im Handelsministerialblatt veröffentlicht; Abzüge sind von der Verlagsdruckerei Karl Heymann hierselbst W 8, Mauerstraße 44, zu beziehen.

Schließlich ersuche ich Sie noch, bis zum 1. März n. J. eine Nachweisung der im dortigen Bezirke befindlichen Spreng-

stoff- und Munitionsfabriken, sowie der Anlagen zur Herstellung von Feuerwerk und pyrotechnischen Scherzartikeln unter Beifügung der Gesamtzahlen der im Mittel beschäftigten Arbeiter einzusenden. Bei den zuletzt erwähnten Anlagen und bei den Munitionsfabriken ist anzugeben, ob Knallkorken oder Schreckschußzündspiegel hergestellt werden und, bejahendenfalls, wieviel Arbeiter hiermit beschäftigt werden und wie groß die Jahreserzeugung ist.

In Vertretung: Schreiber.

An die Herren Regierungspräsidenten und den Herrn Polizeipräsidenten zu Berlin.“

Die neuerliche Mahnung, nur chemisch ganz reines Kaliumchlorat zu verwenden, dürfte daher nicht überflüssig erachtet werden.

Alle diese Unzukömmlichkeiten fallen gänzlich bzw. zum größten Teile fort, wenn man in die Sätze, die neben chlorsaurem Kali auch noch Schwefel enthalten, statt dieses Salzes das

### Überchlorsaure Kali

(Kaliumperchlorat) einführt, unter Erhöhung des Schwefelgehaltes um 10% des Gewichtes an chlorsaurem Kali.

Das überchlorsaure Kali ist, immer dessen chemische Reinheit vorausgesetzt, vollkommen unempfindlich gegen Schwefelsäure und bedeutend weniger empfindlich gegen Stoß, Schlag und Reibung als das chlorsaure Kali, aus dem es hergestellt wird. Der Preis des überchlorsauren Kalis stellt sich allerdings doppelt so hoch als der des Kaliumchlorats (derzeit 1 Mark zu 2 Mark).

Herr Julius Hutstein in Breslau äußerte sich über das Kaliumperchlorat in nachstehender Weise:

„Fast in allen Ausgaben von Martin Webskys Kunstfeuerwerkerei, wie auch in der letzten, 1873 erschienenen, von Professor Dr. M. Websky und mir herausgegebenen, ist auf die Gefahr der Selbstentzündung bei den Feuerwerkssätzen mit chlorsaurem Kali und Schwefel hingewiesen worden,

namentlich aber tritt die Gefahr bei den Leuchtkugeln ein, wenn sie gefeuchtet und wieder — namentlich in der Wärme — getrocknet werden.

Alle Jahre sind Unglücksfälle durch Selbstentzündung zu beklagen und nicht selten sind Menschenleben gefährdet und die pyrotechnischen Laboratorien ein Opfer der oft nachfolgenden Explosion durch Entzündung anderer in der Nähe vorhandener Feuerwerkskörper. Es kann daher nicht genug auf das gefahrlose überchlorsaure Kali hingewiesen werden, dessen Preis jetzt ein sehr mäßiger ist und wodurch fast jede Selbstentzündung vermieden werden kann, wenn das Salz rein ist. Für die chemische Reinheit meines Präparates kann ich einstehen. Die Eigenschaften des überchlorsauren Kalis sind, soweit sie Interesse für den Pyrotechniker haben, etwa folgende: Es verbrennt langsamer als das chlorsaure Kali mit dem erforderlichen Schwefel gemischt, hat aber weit größere Lichtstärke als letzteres und ist daher für die Ferne, namentlich für hochgeworfene Körper, von großem Wert. Es verhält sich gegen Schwefelsäure und gesäuerten Schwefel völlig indifferent und wird erst bei einer hohen Temperatur zerlegt. Nicht für alle Flammen und Lichtersätze möchte sich die Anwendung des überchlorsauren Kalis empfehlen, aber jedenfalls und insbesondere für Leuchtkugelsätze. Für Körnerfontänen, Bombenröhren, Bomben, versetzte Raketen, Leuchtkugelfässer ist es daher besonders brauchbar. Da, wie schon erwähnt, das überchlorsaure Kali langsamer verbrennt als das chlorsaure, so sind Leuchtkugeln, aus überchlorsaurem Kalisalz gefertigt, auch entsprechend kleiner zu machen. Ich lasse nun noch einige Sätze mit überchlorsaurem Kali und Schwefel für Leuchtkugeln, aus Webskys Schule der Lustfeuerwerkerei entnommen, folgen.

Weiß:	Überchlorsaures Kali	16	Teile
	Salpeters. Blei	16	„
	Schwefel	12	„
	Antimon	1	„

<b>Blau:</b>		Überchlorsaures Kali	50	Teile
		Schwefel	30	„
		Bergblau	20	„
		Kalomel	5	„
		Gummiarabikum	1	„
<b>Gelb:</b>		Überchlorsaures Kali	12	Teile
		Kalisalpeter	6	„
		Schwefel	8	„
		Oxals. Natron	3	„
<b>Grün:</b>		Überchlorsaures Kali	8	Teile
		Salpetersaurer Baryt	16	„
		Schwefel	8	„
		Antimon	3	„
<b>Rot:</b>	{ Mit Alkohol zu feuchten	Überchlorsaures Kali	20	Teile
		Salpeters. Strontian	40	„
		Schwefel	20	„
		Antimon	8	„
		Mastix	1	„
<b>Rosa:</b>		Überchlorsaures Kali	60	Teile
		Schwefel	25	„
		Oxals. Strontian	10	„
		Kalisalpeter	3	„
		Gummiarabikum	1	„
<b>Violet:</b>		Überchlorsaures Kali	50	Teile
		Oxals. Strontian	15	„
		Galv. gef. Kupfer	25	„
		Kalomel	15	„
		Gummiarabikum	1	„

In dieser Richtung wäre nur noch zu bemerken, daß als Bindemittel statt des Gummiarabikums besser Dextrin genommen wird.

### Kalomel

(Merkurchlorid, Quecksilberchlorür) ist die einzige Quecksilberverbindung, die für die Feuerwerkerei nicht obsolet geworden.

Das Kalomel wird nur als allerfeinstes Pulver gebraucht und ist, wie alle Quecksilberverbindungen, giftig. Durch den Einfluß des Lichtes wird es allmählich unter Abscheidung von regulinischem Quecksilber zersetzt, daher es in dunkelgelben Gläsern aufzubewahren ist.

Mit Salmiakgeist übergossen färbt es sich schwarz, daher stammt seine Bezeichnung (*καλός-μέλας*).

In den Sätzen wird durch dasselbe der Verbrennungsprozeß verlangsamt, der Farbenton ein satterer, die Lichtstärke jedoch herabgedrückt.

Das Kalomel kann auf trockenem und auf nassem Wege bereitet werden, und erklären viele Autoren das auf trockenem Wege (durch Sublimation) bereitete als das wirksamere.

Meine über ein Menschenalter zurückreichende Erfahrung konnte einen Unterschied in der Wirkung dieses, nach der einen oder nach der anderen Methode zubereiteten Präparates nicht finden. Daß italienische Feuerwerker als Ersatz des teuren Kalomels (das Kilo kostet 8 Mark) das sechsmal billigere Bleichlorid anzuwenden pflegen, wurde bereits bei Besprechung der Bleiverbindungen erwähnt.

Unbedingt verwerflich ist aber die Verwendung des Salmiaks (Chlorammonium, Ammoniumchlorid) als Kalomelersatz.

Abgesehen davon, daß dieses Salz, welches die chemische Formel  $\text{NH}_4 \text{Cl}$  führt, hygroskopisch ist, kann es in gewissen Satzmischungen Veranlassung zur Bildung von Chlorstickstoff ( $\text{NCl}_3$ ) geben, und daß die Verbindungen der Halogene mit Stickstoff äußerst explosiver Natur sind, ist zur Genüge bekannt.

### Kohle.

Zu Feuerwerkszwecken dient zumeist nur die vegetabilische Kohle, und zwar die Schwarzkohle im Gegensatz zur Rotkohle, die starke pyrophorische Eigenschaften zeigt.

Man unterscheidet Kohle aus hartem Holz, als welche nur Kohle aus Eichenholz verwendet werden sollte, da Buchen-

holzkohle weniger taugt, sowie Kohle aus weichem Holze (Fichten- und Tannenholz).

Die feinste Kohle aus weichem Holz ist die Lindenholzkohle, die, weil auch zu anderen gewerblichen Zwecken gebraucht, im Handel allgemein erhältlich ist.

Außer dieser auch zu Flammenfeuersätzen Anwendung findenden Kohle bedient man sich zu Funkenfeuersätzen der groben und der mittelfeinen Kohle.

Um diese beiden Sorten zu erhalten, pulvert man die Kohlenstücke in einem Mörser und läßt sie durch ein Sieb gehen, welches zur Erlangung der groben Kohle 10 Drähte auf einen Zentimeter besitzt, zur Erlangung der mittelfeinen Kohle 20 Drähte auf einen Zentimeter hat, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß auch das feine Produkt mitgehen gelassen werden muß, so daß also die grobe Kohle auch mittelfeine und feinste, die mittelfeine solche und feinste enthält.

Gepulverte Kohle muß stets in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden, da sie in nicht unbedeutenden Mengen Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt.

### Kupfer.

Man bedient sich des Kupfers als Feile zur Erzeugung grüner Funken, dann als feinstes Pulver (Zementkupfer) zu blauen Flammen; wichtiger sind jedoch die Kupferverbindungen:

1. Das Schwefelkupfer (Kupfersulfid), durch Glühen von metallischem Kupfer mit Schwefel hergestellt, kommt als feinstes Pulver, das eine schwarzblaue Farbe besitzt, zur Anwendung.

2. Das Bergblau (basisch kohlen-saures Kupferoxyd), in der Natur als Lasurstein oder Malachit vorkommend, findet in der Pyrotechnik die ausgedehnteste Anwendung. Man verwende nur englisches Bergblau, prima Ware, als feinstes Pulver.

3. Das salpetersaure Kupferoxydammoniak, wasserlöslich und luftbeständig.

4. Das schwefelsaure Kupferoxydammoniak, welches Salz jedoch Ammoniak abgibt, daher besser nicht verwendet wird.

5. Das basische Kupferchlorid.

Von untergeordneter Bedeutung ist das schwefelsaure Kupferoxyd, bekannt unter dem Namen Kupfervitriol oder Blauvitriol, welches Salz 5 Moleküle Wasser enthält und nur als kalziniertes Kupfervitriol, das jedoch nicht luftbeständig ist, Anwendung finden könnte.

Man bedient sich jedoch dieses Salzes nicht, weil Sätze, die dasselbe und chloresaures Kali enthalten, der Selbstentzündung unterliegen. Weiterhin das arseniksaure Kupfer, das essigsäure und das phosphorsaure Kupfer.

Wohl aber finden Sätze Verwendung, die das Kupfer als Metalloxyd enthalten, nämlich das durch Glühen dargestellte schwarze Kupferoxyd, sowie das braune Kupferoxyd — Kupferoxydul. Alle Kupfersalze sind giftig.

Die Kupferverbindungen sind bis jetzt das einzige Material zur Herstellung blauer Flammen.

### Lykopodium,

auch Bärlappsamen, Hexenmehl, Kolbenmoos, Drudenmehl genannt, bildet ein ungemein zartes, gelbliches Mehl, bestehend aus den Sporen der Pflanze *Lykopodium clavatum* L.

Ueber eine Flamme geschüttet, verbrennt es sehr lebhaft und wurde seinerzeit zu Theaterblitzen gebraucht, ist aber derzeit durch das Aluminium- und Magnesiumblitzlicht in dieser Richtung vollkommen verdrängt worden.

Man bedient sich seiner in bescheidenem Maße zu Funken- und Flammenfeuersätzen.

### Magnesium.

Dieses dehnbare, silberglänzende Metall wird in Band- und Drahtform geliefert, welche beiden Formen den Pyrotechniker weniger interessieren; dagegen finden das feine und das grobe Magnesiumpulver, weiter Magnesiumfeile und Magnesiumspäne zu weißen und farbigen Flammenfeuersätzen, zu Blitzlicht und Brillantsätzen mannigfaltige Verwendung.

Mischungen von Magnesiumpulver mit chlorsaurem Kali bedürfen der gleichen vorsichtigen Behandlung wie die Mischungen dieses Salzes mit Antimon.

Noch vor kurzem hat mir der treffliche und ungemein vorsichtige Feuerwerker Domenico Antonj in Triest, dessen vorzügliches Lehrbuch „Trattato di Pirotecna Civile“ in Triest bei E. Sambo & Co. 1893 erschienen ist und aufs beste empfohlen werden kann, einen Fall mitgeteilt, in welchem durch ungeschicktes Gebaren mit einer aus chlorsaurem Kali und Magnesium bestehenden Blitzlichtmischung eine Explosion stattgefunden hat, durch welche ein photographisches Atelier beinahe ganz zerstört wurde.

Sätze, die Magnesium und Schwefel enthalten, dürfen keinen zu hohen Temperaturgraden (z. B. beim Trocknen von Leuchtkugeln) ausgesetzt werden, sonst bildet sich Magnesiumsulfid ( $MgS$ ) und verdirbt die Sätze.

Auch verwende man zu solchen Mischungen nur chemisch reinen Schwefel.

Magnesiumsätze brennen lebhaft, gehen aber schwer an, was beim Anfeuern derselben zu berücksichtigen ist.

### Mangan

wird in der Kunstfeuerwerkerei in seinen beiden wichtigsten Verbindungen angewandt: als Braunstein (Pyrolusit, Mangan-dioxyd  $MnO_2$ ) in Pulver- und Gießform zu energisch wirkenden Treibsätzen und als übermangansaures Kali (Kaliumpermanganat, Kalium hypermanganicum  $KMnO_4$ ) mit Magnesiumpulver gemengt, zu Blitzlicht.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß übermangansaures Kali in Pulverform etwas hygroskopisch ist, daher das mit demselben hergestellte Blitzpulver in gut verschließbaren Glasgefäßen aufzubewahren ist.

### Mastix,

ein in Alkohol lösliches Harz, von Pistacia lenticus herkommend, dient vorzüglich als Bindemittel zur Bereitung von Satzteigen,

die hygroskopische Salze enthalten, und auch sonst als flammen-erzeugender Körper.

Da es sich nur in der Kälte pulvern läßt, bezieht man es vorteilhafterweise in bereits feinst gepulvertem Zustande.

### Milchzucker

wird durch Eindampfen und Kristallisieren der Molken gewonnen, da er ausschließlich in der Milch der Säugetiere vorkommt.

Der Milchzucker bildet eine harte, weiße, in 3 Teilen heißem und in 6 Teilen kaltem Wasser lösliche kristallinische Masse von schwach süßlichem Geschmack und ist vollkommen luftbeständig, weshalb er dem gewöhnlichen weißen Rohrzucker, der bekanntlich hygroskopisch ist, vorgezogen wird.

Zucker bindet sich außerordentlich gut mit Kupfersalzen und ist sehr leicht verbrennlich, weshalb seine Anwendung in der Pyrotechnik eine ziemlich ausgedehnte ist.

### Natrium,

ein Alkalimetall wie Kalium, diesem sowohl als Element wie auch in seinen Verbindungen sehr ähnlich, unter Petroleum aufzubewahren, zersetzt wie Kalium das Wasser, jedoch nicht derart heftig, daß eine Entzündung des Metalles eintritt, wird wie Kalium zu Raketenversetzungen verwandt.

Der Pyrotechniker bedient sich der nachstehenden Verbindungen dieses Metalles zur Herstellung eines gelben Feuers:

1. Natriumnitrat (salpetersaures Natrium, Natronsalpeter, kubischer Salpeter, Chilisalpeter) erteilt den mit ihm hergestellten Sätzen eine dunkelgelbe Flamme, besitzt jedoch die Eigenschaft, auch, wenn chemisch rein, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen, ist daher nicht für alle Zwecke verwendbar.

2. Kohlensaures Natrium (Natriumkarbonat, Soda) wird als wasserfreies Salz (kalzinierte Soda) zuweilen in der Feuerwerkerei gebraucht in Sätzen, die chlorsaures oder überchlorsaures Kali enthalten, ebenso das

3. saure kohlensaure Natrium oder doppelkohlensaure Natrium (Natrium bicarbonicum).

4. Natriumoxalat (oxalsaures Natrium), luftbeständig, wasserlöslich, giftig, findet derzeit in der Pyrotechnik die weitestgehende Verwendung, und viele Autoren und praktische Feuerwerker äußern sich panegyrisch über diesen Stoff — jedoch mit Unrecht, da er sowohl wie auch die vorgenannten Natronsalze keine haltbaren Sätze liefert.

Websky führt z. B. als gelben Satz (Nr. 92) den folgenden an:

Chlorsaures Kali	6 Teile
Kalisalpeter	6 „
Oxalsaures Natrium	5 „
Schellack	3 „

und sagt:

„Nimmt man anstatt des Salpeters salpetersauren Baryt, so ist der Satz merklich lichtstärker, muß aber sehr trocken gehalten werden, sonst wird derselbe, an gewöhnlicher Luft liegend, feucht und brennt dann schlechter oder auch wohl gar nicht mehr.“

„Die Ursache dieser Erscheinung“, sagt Websky weiter, „sei ihm durchaus nicht klar, da keiner der Bestandteile Wasser enthält.“

Der Grund dieser Erscheinung liegt nun darin, daß sich das Natriumoxalat, bei Anwesenheit des Barytsalpeters, zum Teil in den hygroskopischen Natronsalpeter umgewandelt hat, daß also eine Zersetzung stattgefunden, die auch bei Mengungen mit anderen salpetersauren Salzen, wenn auch langsamer, Platz greift.

Für derartige Sätze, sowie für Gelbfeuer überhaupt, kann ich auf Grund eigener Erfahrung nur zwei Natriumverbindungen empfehlen, von welchen ich überzeugt bin, daß sie noch einmal alle anderen vorgenannten Salze verdrängen werden, und dies sind:

5. Das Natriumchlorat (chlorsaures Natrium), luftbeständig, wasserlöslich, ein Sauerstofflieferer, das in letzter

Zeit derart im Preise gesunken ist, daß es nicht viel höher zu stehen kommt als das Kaliumchlorat, dagegen um 100% billiger geworden ist als das Natriumoxalat, welches es in jeder Richtung übertrifft. Man versuche die von mir zukommenden Ortes angeführten Satzmischungen mit Natriumchlorat, und man wird sich von der Richtigkeit obiger Behauptungen überzeugen.

Das Salz bedarf vorsichtiger Behandlung wie das chlorsaure Kali.

6. Der Kryolith (Grönlandspat) mit der chemischen Formel  $\text{AlNa}_3\text{F}_6$ , ein in Grönland in großen Mengen vorkommendes Mineral, welches feinst gemahlen in allen Sätzen, die chlorsaures Kali enthalten, an Stelle des Natriumoxalates eingeführt werden kann, nur muß wegen der geringeren Flüchtigkeit des Kryolithes der Gehalt des Satzes an chlorsaurem Kali um 4% erhöht werden.

Kryolith liefert vollkommen haltbare Sätze, doch ist seine Wirkung nur dann vollkommen entsprechend, wenn er eisenfrei ist.

Der Preis des feinst gemahlenden, eisenfreien Kryolithes stellt sich auf 1.40 Mk. das Kilogramm, während das Natriumchlorat 1.20Mk., das Natriumoxalat 2 Mk. kostet.

### Pikrinsäure. *Picric Acid*

Die Pikrinsäure (Trinitrophenol, Trinitrophenylsäure) bildet sich bei anhaltendem Kochen des Phenols mit Salpetersäure; sie bildet glänzende gelbe Kristallblättchen von auffallend bitterem Geschmacke, die, vorsichtig erhitzt, schmelzen und sublimieren, bei raschem Erhitzen aber explodieren.

Die Pikrinsäure färbt Wolle und Seide gelb und besitzt giftige Eigenschaften.

In der Kunstfeuerwerkerei wird die reine Pikrinsäure nicht verwendet, wohl aber das pikrinsaure Kali (Kaliumpikrat) zur Herstellung der sogenannten Neptunspfeifen (siehe unter dem Kapitel „Versetzen“). Man bereitet sich gleichzeitig zwei Lösungen, die eine, indem man in kochendem destilliertem

Wasser unter beständigem Umrühren chemisch reine Pikrinsäure — auf 20 Gewichtsteile Wasser 1 Teil Pikrinsäure —, die zweite, indem man in ebensolches Wasser chemisch reine Pottasche auflöst, sodann das Feuer löscht und die zweite Lösung unter stetem Umrühren solange allmählich in die erstere einfließen läßt, als ein Blasenwerfen stattfindet (es entweicht Kohlensäure).

Die erhaltene Lösung läßt man abkühlen, worauf sich am Boden des Gefäßes das gebildete Kaliumpikrat in feinen gelben Nadeln abscheidet.

Die Mutterlauge wird sodann vorsichtig abgegossen und das Kaliumpikrat mit kaltem Wasser einigemal gewaschen, dann auf Löschpapier ausgebreitet und bei einer 25—30° nicht übersteigenden Temperatur oder an der Sonne getrocknet.

Das Salz wird in gut verschlossenen Gläsern aufbewahrt.

### Phosphor.

Derselbe kommt in drei allotropen Formen vor:

1. als gelber Phosphor, der seinerzeit zur Zündholzfabrikation verwendet worden ist;

2. als amorpher, roter Phosphor, der die Reibfläche zu den sogenannten schwedischen Zündhölzern abgibt, während die Köpfe der letzteren ein Gemenge von Kaliumchlorat und Schwefelantimon enthalten;

3. als metallischer Phosphor.

Der gelbe Phosphor muß stets unter Wasser aufbewahrt werden, da er eine außerordentliche Affinität zum Sauerstoff besitzt; angezündet, verbrennt er mit einer blendenden, goldgelben Farbe; er ist ein starkes Gift und bedarf daher in jedweder Beziehung einer vorsichtigen Behandlung.

Der Dorpater Feuerwerker Oskar Frey war der erste, der den gelben Phosphor zu Versetzungen in Anwendung gebracht hat.

Der rote, amorphe Phosphor ist im Gegensatze zum gelben luftbeständig, nicht giftig, ohne Verkehrsbeschränkung und wird in verkorkten Glasgefäßen aufbewahrt.

Über die Verwendung des gelben Phosphors zu Raketenversetzungen siehe das bezügliche Kapitel.

Die Sätze mit amorphem Phosphor sind von außerordentlicher Schönheit und folgen dieselben unter den Abschnitten „Gold- und Silberregen“ usw. und „Blitzlichtsätze“; sie besitzen jedoch einen großen Nachteil, indem sie auch nur bei Anwesenheit eines Atomes chlorsauren Kalis explodieren. Auf diesen Umstand ist daher ein besonderes Augenmerk zu richten; man mengt die bezüglichen Satzbestandteile mit einem vollkommen reinen Horn- oder Holzlöffel im Freien auf sauberem Glanzpapier als Unterlage.

### Pyroxylin.

Siehe Schießbaumwolle unter dem Abschnitte: „Stoppinen, Zündschnüre und ähnliches.“

### Porzellan. *Porzellan*

Bruchstücke aus echtem Porzellan werden gemahlen und in ein feinstes, unfühlbares Pulver verwandelt; es dient mit Mehlpulver gemengt zu einem schönen, langstrahligen Funkenfeuer, das den Brillantsätzen ähnlich ist und den Vorteil besitzt, vollkommen haltbare Sätze zu liefern.

Grobes Pulver hat keine Wirkung.

### Schießpulver. - *Black Powder*

Das Schießpulver, Schwarzpulver (als Gegensatz zum rauchlosen Pulver so bezeichnet), spielt noch immer eine sehr wichtige Rolle in der Feuerwerkerei, wenn dasselbe auch vielfach in Fällen, in welchen es bisher zur Hervorbringung von Knalleffekten bestimmt war, durch die billigeren und brisanter wirkenden, allerdings aber auch gefährlicheren muriatischen Pulversorten ersetzt zu werden pflegt. (Siehe das Kapitel „Schläge“.)

Je nach den Mischungsverhältnissen seiner Bestandteile (Kalialpeter, Schwefel und Kohle) unterscheidet man Jagdpulver, Musketenpulver und Sprengpulver.

Letzteres besteht aus sehr ungleichem Korn und findet als sogenanntes Mehlpulver die meiste Verwendung zu pyrotechnischen Zwecken.

Um es herzustellen, zerreibt man das Sprengpulver in kleinen Quantitäten in einem Messingmörser und schlägt es durch das feinste Haarsieb.

Wo eine starke Kraftäußerung begehrt wird, bedient man sich des Jagdpulvers.

Das Pulver verwahrt man am besten in Glasflaschen, die mit einem in Paraffin getränkten Korkpfropfen verschlossen werden, an einem feuersicheren Ort auf.

### Schwefel.

Man bediene sich zu unserem Zweck ausschließlich des raffinierten Stangenschwefels, der säurefreien, feinst gemahlten und gebeutelten Schwefelraffinade; sogenannte Schwefelblumen oder Schwefelblüten (auch gewaschene) sind absolut zu verwerfen wegen der Gefahr der Selbstentzündung von Sätzen, die unter ihren Bestandteilen auch ein chloresäures Salz enthalten.

Die trockene atmosphärische Luft hat nicht den geringsten Einfluß auf vollkommen trockenen Schwefel, daher dessen Aufbewahrung keiner besonderen Rücksichtnahme bedarf.

Gewarnt werden muß auch vor dem Ankauf von gemahlenem Schwefel, der landwirtschaftlichen Zwecken dient, da es schon vorgekommen ist, daß derselbe aus gewinnsüchtiger Absicht mit verschiedenen erdigen Substanzen vermennt worden ist.

### Strontium,

ein Metall der alkalischen Erden, kommt in der Natur als Sulfat und als Karbonat (Cölestin und Strontianit) vor; dessen für Feuerwerkszwecke wichtigste Verbindungen sind:

1. Das salpetersaure Strontium (salpetersaurer Strontian, Strontiansalpeter, Strontiumnitrat) wird zur Erzeugung roter, weiter violetter und gelbroter Sätze allgemein verwendet und muß zu diesem Zwecke gebrauchtsrein sein.

Leider ist dieses Salz sehr hygroskopisch, daher es selbst, sowie die mit demselben bereiteten Sätze vor der Luftfeuchtigkeit geschützt werden müssen.

Zum Formen von Sternen müssen die Satzteige, die dieses Salz enthalten, mit absolutem Alkohol oder mit Terpentinöl ge- feuchtet werden, niemals mit Wasser oder mit wasserhaltigen Flüssigkeiten.

2. Das oxalsaure Strontium (oxalsaurer Strontian, Strontiumoxalat) leistet an tiefer, satter Färbung der Flamme zwar nicht das, was das vorbeschriebene Salz leistet, hat aber den Vorteil, vollkommen luftbeständig zu sein, weshalb es sich einen immer größer werdenden Anhang unter den Kunstfeuerwerkern erwirbt. Als Ersatz des oxalsauren Strontians kann das

3. kohlsaure Strontium (kohlsaurer Strontian, Strontiumkarbonat) dienen, das, ebenfalls luftbeständig, ein feines weißes Pulver bildet und wegen seiner geringeren Flüchtigkeit dem vorbeschriebenen Salze gegenüber minderwertig erscheint.

Von untergeordneter Bedeutung sind:

4. Das schwefelsaure Strontium (schwefelsaurer Strontian, Strontiumsulfat) und

5. das chlorsaure Strontium (chlorsaurer Strontian, Strontiumchlorat); während das Sulfat luftbeständig ist, zerfließt das letztgenannte Salz binnen kurzer Zeit an der Luft, ist daher nur zur Hervorbringung tief rot gefärbter Weingeistflammen brauchbar, für andere Zwecke der Pyrotechnik aber unverwendbar.

### Terpentinöl.

Man benützt dasselbe mit Vorteil an Stelle des Alkohols zu Herstellung von Satzteigen für Sterne, die nicht aus grün oder blau brennenden Satzmischungen bestehen, da diese durch dasselbe gelblich verfärbt werden; nur das echte, rektifizierte Terpentinöl (Terpentinspiritus, Terpentineist genannt) ist brauchbar.

### **Ton.**

Um unverbrennliche Hülsenmündungen herzustellen, sowie zum Zwecke von Hülsenverschlüssen dient Tonmehl, das man sich in der Weise bereitet, daß man Töpferton vollkommen trocknen läßt, dann pulvert und durch das feinste Haarsieb gehen läßt; ganz gut hierfür taugen auch der überall käufliche Pfeifenton, dann weißer Bolus, endlich auch Gips.

### **Zink.**

Dieses Metall wurde von den alten Pyrotechnikern teils als feinstes, teils als gröbliches Pulver, teils als Feile (Späne) zu Flammen- und Funkenfeuersätzen gebraucht, um lichtblaue Flammen, beziehungsweise Funken zu erzeugen.

Es leistete nicht viel, da es einerseits beim Verbrennen einen dicken, weißen Rauch erzeugte, andererseits keine haltbaren Sätze lieferte.

Nach Einführung des Aluminiums in die Kunstfeuerwerkerei hat das Zink aufgehört, irgendwelche Rolle in derselben zu spielen.

Für Magnesiumfackeln bedient man sich der Zinkhülsen, die mit dem eingeschlossenen Satze verbrennen. Siehe in dieser Richtung den Abschnitt „Magnesiumfackeln“.

Der gleichen Zinkhülsen bedient man sich zur Herstellung der Kapselsterne.

## **5. Gerätschaften und Werkzeuge.**

### **a) Der Winder.**

Zur Anfertigung der Hülsen, möge das hierzu in Verwendung genommene Material aus Papier, Leinwand oder Zinnfolie bestehen, dienen streng zylindrisch abgedrehte Stäbe aus Holz oder Messing in verschiedenen Stärken.

Falls zur Anfertigung der Winder Holz genommen wird — und dies ist der Fall bei jenen, die für höhere Kaliber bestimmt sind, da solche aus Metall zu schwer und unhandsam wären — erweist sich trockenes Hartriegelholz als das

beste Material, da es einen großen Härtegrad besitzt und sich nicht wirft.

Die Winder müssen stets um beiläufig 15 cm länger sein, als die Breite des zur Hülsenanfertigung in Verwendung zu nehmenden Papiers oder sonstigen Materials beträgt; eines Griffes bedürfen sie nicht, im Gegenteil wirkt derselbe störend beim Rollen der Hülsen.

### b) Das Rollbrett.

Dünnwandige Hülsen, auch großen Kalibers, werden nur mit wenigen Papierumwindungen hergestellt, daher es keiner Schwierigkeit unterliegt, dieselben aus freier Hand auf einer ebenen Fläche (Tischplatte) zu rollen; dagegen ist die Herstellung von dickwandigen Hülsen, insbesondere von solchen größeren Kalibers, eine schwierige Arbeit, die aus freier Hand wohl nicht gelingt, zumal die einzelnen Papierumgänge sich hart aneinander schließen müssen, weil sonst die Gefahr vorliegt, daß die durch die Entzündung des Satzes stattfindende Gasspannung die Hülse dort zerreißt, wo sie den geringsten Widerstand findet.

Die Feuerwerker bedienen sich daher zum Festrollen der einzelnen Papierumgänge eines Brettes aus hartem Holz in der Länge von 60 cm, in der Breite von 40 cm und in der Stärke von ungefähr 3 cm, das glatt gehobelt und mit einem Handgriff versehen ist.

Die Hülse wird sofort, nachdem sie gekleistert worden ist, vorne unter das Rollbrett getan, welches stets in der Richtung der Papierlagen unter starkem Aufdrücken mit beiden Händen über die Hülse hinweggerollt wird. Das Rollbrett wird auch als Hobel bezeichnet.

### c) Setzer oder Stempel.

Um den Satz in den Hülsen je nach Erfordernis mehr oder weniger stark zu komprimieren — und hiernach unterscheidet man geschlagene und gestopfte Hülsen —, bedarf man dem Winder ähnliche, ebenfalls streng zylindrisch abgedrehte

Stäbe aus Messing oder Holz, die jedoch immer um 1 mm bis 1,5 mm schwächer sein müssen als die bezüglichen Winder. Diese Rundstäbe werden Setzer oder Stempel genannt.

Es empfiehlt sich sehr, diese Setzer bis 20 mm Durchmesser aus Messing drehen zu lassen, da sie nicht, wie die Holzsetzer, absplittern können und man auch in die Lage versetzt wird, dieselben sowohl als hohle wie auch massive in Verwendung nehmen zu können.

Unter Umständen sind nämlich Setzer nötig, die eine zentrische Bohrung besitzen, um hierin den sogenannten Dorn aufnehmen zu können.

Die Setzer haben eine verschiedene Länge je nach der Kalibergröße der Hülsen und deren Länge, müssen aber selbstverständlich stets länger sein als die Hülsen, zu deren Ladung sie dienen sollen.

#### d) Der Würgeapparat.

Für gewisse Zwecke müssen die Hülsen einseitig — gewöhnlich auf ein Drittel ihres Kalibers — verengt werden, welche Verengung mit dem Ausdruck Würkung oder Schnürung der Hülsen bezeichnet wird. Eine einfache Vorrichtung, derartige Schnürungen vorzunehmen, ist die folgende:

In eine Wand oder in einen Holzpflöck wird in Brusthöhe des Feuerwerkers ein eiserner Haken eingeschlagen, an welchem ein ausgeglühter Messingdraht in der Stärke von 1 mm bis 1,5 mm und in der Länge von ca. 80 cm befestigt wird, während das zweite Drahtende um die Mitte eines sogenannten Reitholzes, wozu sich ein alter starker Winder ganz gut eignet, angemacht ist.

Dieses Reitholz wird zwischen die beiden Schenkel genommen, und erfassen die Hände die zu würgende noch nasse Hülse, nachdem in dieselbe auf der einen Seite der Winder bis auf eine Entfernung von 2 Kalibern vom entgegengesetzten Hülsenende, auf dieser zweiten Seite aber ein zweiter, kurzer Winder 1. Kaliber tief eingeschoben wurde, legen den Draht in einer einfachen Schlinge über die Hülsenmitte der von den

beiden Windern nicht eingenommenen Stelle, also  $1\frac{1}{2}$  Kaliber vom zweiten Hülsenrand entfernt, und bewegen, während der Draht mit den Schenkeln scharf angezogen wird, die Hülse in der Schlinge auf und ab, wodurch sie in der Mitte die Einschnürung erhält, welche nach Entfernung der Drahtschlinge sofort mit Bindfaden festgebunden wird.

Diese durch die Schnürung entstandene Verengung der Hülse — Kehle genannt — wird späterhin durch Einschieben des Dornes entsprechend erweitert und abgerundet; jener Teil der Hülse, der innerhalb, unter der Kehle, liegt, wird als Kessel, dieser ganze untere Hülsenteil als Kopf bezeichnet.

Die Anwendung eines gut ausgeglühten Messingdrahtes ist von ganz entschiedenem Vorteil gegenüber der allgemein zur Würigung von Hülsen empfohlenen Hanfschnur oder Darmsaite, welche sich rascher abnutzen und öfter reißen als der Draht.

Eine zweite, einfachere Art, Hülsen nicht zu großen Kalibers zu würigen, erfordert eine besondere Maschine, Würgschere genannt. Diese besteht aus einem 3 mm starken, 20 cm langen und 8 cm breiten Eisenblech, welches in der Mitte einer Eisenplatte von 22 cm im Quadrat senkrecht aufgenietet erscheint. Die Eisenplatte besitzt an den vier Ecken Löcher, um sie auf einem Tische mittelst Schrauben befestigen zu können.

An das aufrecht stehende Blech ist ein zweites, gleich starkes Eisenblech mit einer Schulerschraube, beweglich, angebracht, so daß sich dieses, streng an das untere anschließend, gleich einem „Tabakschneidmesser“ auf und ab bewegen läßt und zur besseren Kraftausnützung einen langen Hebelarm besitzt.

Sowohl das untere, fixe als auch das obere, bewegliche, Blech besitzen drei halbmondförmige Ausschnitte, die auf einen Millimeter rund zugefeilt und an den Rändern poliert sind.

Diese Ausschnitte korrespondieren miteinander und haben einen Durchmesser von 2, 3,5 und 4 cm zur Würigung kleinerer und mittlerer Hülsen.

Die mit dieser Maschine zu würgenden Hülsen müssen vollkommen trocken sein, dann bedarf es keines Einschubes von Windern.

Die Hülse wird einfach in den ihrem Durchmesser entsprechenden Ausschnitt zwei Kaliber weit eingeschoben und, während dieselbe mit der linken Hand wagrecht gehalten wird, drückt und stößt die rechte den Hebel mit Gewalt nach abwärts, was sich unter Drehung der Hülse öfters wiederholt.

Dünnwandige Hülsen werden selbstverständlich nicht gewürgt; der Verschluß derselben geschieht ähnlich dem einer Geldrolle, oder durch Zusammenkneifen des einen Endes derselben oder durch Tonvorschlag.

#### e) Dorne.

Bei gewissen Feuerwerkskörpern ist es nötig, in dem in die Hülse einzuschließenden Satze eine Aushöhlung zu erzeugen, um hierdurch die brennende Satzoberfläche zu vergrößern und einen noch höheren Gasdruck zu erzeugen, als er durch die bloße Hülsenverengung stattfindet.

Diesem Zwecke dienen die Dorne, die, in die Kehle der leeren Hülse eingeschoben, nach erfolgter Ladung derselben herausgezogen, einen Hohlraum hinterlassen, der Seele genannt wird.

Diese Dorne sind allmählich sich verjüngende, runde, glattpolierte Eisen- oder Stahlstifte von verschiedener Länge und Stärke, je nach Verschiedenheit der zugehörigen Hülse und des zu fertigenden Feuerwerkskörpers, und sitzen mit ihrem stärkeren Ende senkrecht in der Mitte der sogenannten Eichel auf.

Diese besteht aus einem 2 Kaliber hohen zylindrisch abgedrehten Eisen- oder Stahlstück von jenem Durchmesser, den die hierauf zu schlagende Hülse besitzt, und erscheint am Rande etwas abgerundet. Die Eichel samt ihrem Dorn sitzt endlich auf der Mitte eines großen Eisenwürfels, dessen Größenverhältnisse gleichgültig sind, und der mit dem Namen Untersatz bezeichnet werden soll.

Es ist vorteilhaft, Dorn, Eichel und Untersatz aus einem einzigen Stück Eisen herstellen und den Dorn härten zu lassen — denn ein sogenannter Stock, wie er bei den meisten Feuerwerkern in Verwendung steht, das ist ein die zu ladende Hülse umschließender, der Ladevorrichtung für Jagdpatronen ähnlicher Apparat aus Holz oder Metall, ist auch für große Kaliber entbehrlich, wenn:

1. die zu ladende Hülse aus gutem Material tadellos hergestellt,
2. der Kopf der Hülse  $1\frac{1}{2}$  Kaliber lang belassen,
3. die Eichel 2 Kaliber hoch angefertigt wurde, so daß der verhältnismäßig lange Kopf der Hülse auf der entsprechend langen Eichel vollkommen fest aufsitzt,
4. die Kehle der Hülse so enge gewürgt wurde, daß sie, durch den eingeschobenen Dorn erweitert, streng auf demselben sitzt.

Es ist auch durchaus nicht nötig, daß beim Schlagen der Hülsen der Untersatz fixiert werde, wohl aber müssen, wenn derselbe auf einer wagrechten Fläche steht, Dorn und Eichel auf derselben senkrecht stehen.

Dieser aus einem Stücke gefertigte Apparat soll in der Folge als Schlagapparat bezeichnet werden.

Oben wurde erwähnt, daß die Dorne von verschiedener Länge sind; die längsten werden zur Anfertigung von Raketen, kurze für Fontänen verwendet; endlich sind noch Hülsen zu schlagen, deren Kehle vollkommen geschlossen sein muß — für solche Hülsen sind Untersätze samt Eichel, jedoch ohne Dorn, notwendig.

Alles weitere über die Längen- und Stärkeverhältnisse der Dorne wird anlässlich der Anfertigung der Feuerwerkskörper, zu denen sie Verwendung finden, angeführt werden.

#### **f) Schlägel zum Laden der starken Hülsen.**

Hiezu dienen Holzhämmer, deren Schwere sich danach zu richten hat, ob klein- oder großkalibrige, dickwandige

(starke) Hülsen geschlagen werden sollen; dünnwandige (schwache) Hülsen können nicht geschlagen werden, dieselben werden nur gestopft.

Drei solcher Holzhämmer, in der Schwere von 250, 500 und 1000 g, sind für alle Fälle genügend.

### g) Schaufeln.

Um den Satz ganz auf den Boden der Hülse, beziehungsweise des bereits teilweise geschlagenen Satzes zu bringen, auf daß sich derselbe nicht entmische, indem beim Hineinschütten die schweren Teile zuerst, die leichten (insbesondere grobe Kohle) zuletzt zu Boden gelangen würden, sind Schaufeln notwendig, die in die Hülse hineinpassen und mit einem entsprechend langen Stiele versehen sein müssen.

Man stellt sich für jede Kaliberstärke solche Schaufeln selbst her, und zwar aus Messing- oder Kupferblech, das in der Stärke des Notenpapieres im Handel erhältlich ist und sich mit einer gewöhnlichen Schere schneiden läßt.

Ein derartiges, entsprechend langes und breites, rechtwinkliges Stück Blech wird über einen Setzer halbkreisförmig gebogen, jedoch nur so weit, daß in der hiedurch gebildeten Mulde so viel Satz Platz findet, daß er, in die Hülse gebracht, ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Kaliber Höhe erreicht; der übrige Teil des Bleches wird aneinandergeschlagen und bildet den Stiel.

### h) Mörser.

Ein Mörser aus Messing, mit Stößel aus dem gleichen Metall, mit dem Fassungsraume von 1 l erscheint zur Verwandlung von Sprengpulver in Mehlpulver am ungefährlichsten; weiter ist ein gußeiserner Mörser mit dem doppelten Fassungsraum samt langer Keule nötig, weil, wie später erörtert werden wird, einzelne Satzteigmassen, bevor sie in die Form geschlagen werden, längere Zeit hindurch gestampft werden müssen, um den von ihnen geforderten Effekt hervorzu- bringen.

### **i) Schraubstock.**

Ein Schraubstock aus Holz, besser aus Eisen, der sich an jedem Tische leicht anbringen läßt, wird ebenfalls öfters benötigt und kann schwer entbehrt werden.

### **j) Schneidzirkel.**

Zur Herstellung der zylindrischen Schnürbomben, sowie der Luftkanonenschläge (Granaten) bedarf man eines eigenen Instrumentes, mittelst dessen es möglich ist, kreisrunde Scheiben aus Pappendeckel in den Durchmessern von 40 mm bis 400 mm mit Leichtigkeit herauszuschneiden.

Dieses, in jeder besseren Eisenhandlung erhältlich, Instrument heißt Schneidzirkel und findet zu verschiedenen gewerblichen Zwecken Verwendung.

Zum Ausschneiden (Ausstanzen) kleiner Scheiben bis 40 mm Durchmesser dienen die bekannten Locheisen.

### **k) Pechdraht.**

Zum Schnüren der Zylinderbomben, der Ausstoßpetarden, der Granaten usw. bedarf man des Pechdrahtes, ja, gewisse Bombengattungen könnten ohne denselben überhaupt nicht dargestellt werden.

Zu diesem Zwecke bereitet man sich ein Gemenge von 3 Teilen Schiffspech und 1 Teile Steinkohlenteer derart, daß vorerst das Schiffspech über Kohlenfeuer geschmolzen und dann unter stetigem Umrühren der Teer langsam dazugegossen wird. Nach dem Erkalten der Masse wird dieselbe in Stücke geschlagen und ist gebrauchsfähig.

Zur Beruhigung meiner geneigten Leser kann ich aber die Mitteilung machen, daß das überall käufliche Schusterpech zu allen diesen Zwecken vollkommen brauchbar ist, da dasselbe die gleiche Zusammensetzung besitzt.

Mit diesem Pech wird nun Spagat derart eingerieben, daß die ganze Oberfläche desselben mit Pech überzogen erscheint; dieser Spagat führt die Bezeichnung Pechdraht.

Zur Verwendung gelangen drei Stärken desselben: schwacher mit 0,8 mm, mittelstarker mit 1 mm und starker mit 1,5 mm.

Die Firma Giulio Venturi in Bologna, Via Aurelio Saffi Nr. 11, liefert speziell für pyrotechnische Zwecke unter der Bezeichnung Canapa filata ein äußerst gleichmäßiges Gespinst in obigen drei Stärken an viele Feuerwerker Italiens und des Auslandes.

### 1) Der Trockenschrank.

Eine sehr gute Einrichtung, die wirklich Vorzügliches leistet, hat Falbesoner in der Einführung des Trockenkastens getroffen.

Es gibt bekanntlich Körper, die energisch die Luftfeuchtigkeit an sich ziehen und festhalten; es sind dies ge-  
glühtes Chlorkalzium, auch Kalziumchlorid genannt ( $\text{CaCl}_2$ ), Schwefelsäureanhydrid, auch Schwefelsäuretrioxyd genannt ( $\text{SO}_3$ ), Phosphorpen-  
toxyd, auch als Phosphorsäureanhydrid bezeichnet ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Von diesen, seitens der Chemiker vielfach gebrauchten, Trockenmitteln eignet sich für unsere Zwecke am besten das erstgenannte, weil es durch Abdampfen der aufgenommenen Flüssigkeit rekonstruiert und immer wieder verwendet werden kann.

Dasselbe wird in kleinen Stücken auf flache Teller gegeben, die in einem möglichst luftdicht schließenden Kasten aufgestellt werden. In diesem Kasten verwahrt man alles, was nicht trocken ist oder trocken bleiben soll; der Erfolg ist ein überraschender, und Falbesoner hat vollkommen recht, wenn er sagt, man werde an dieser Einrichtung seine Freude erleben.

Alle übrigen, in der Folge zur Sprache kommenden Gerätschaften und Werkzeuge, als da sind: Locheisen, Siebe, Wagen, Trichter, Sägen, Lineale usw., sind Dinge des täglichen Gebrauches, die hier keiner näheren Beschreibung bedürfen.

## 6. Von den Hülsen, vom Schlagen und Stopfen derselben.

Die meisten Sätze, insofern sie nicht lose aufgeschüttet abgebrannt werden sollen, werden in Papierhülsen eingeschlossen, welche letztere entweder dünnwandig (schwach) oder dickwandig (stark) sind, je nachdem ihnen die Bestimmung zufällt, mit dem Satze, den sie enthalten, zu verbrennen oder nicht.

Nur ausnahmsweise werden für gewisse Flammenfeuersätze Hülsen aus Zinnfolie oder auch dünnem Zinkblech in Anwendung gebracht, die ebenfalls sukzessive mit dem Satze verbrennen (Zinkblech Nr. 2).

Das Kaliber der Hülsen ist sehr verschieden, je nach dem Zwecke, dem sie dienen sollen; das kleinste Kaliber ist wohl 6 mm, das größte (für Bomben) 400 mm.

Dünnwandige Hülsen stellt man durch eine zwei- bis sechsfache Umwindung von Schreibpapier oder dünnem Kraftpackpapier her, und werden dieselben nur einige Millimeter breit am Rande der letzten Umwindung gekleistert; zu dickwandigen Hülsen wird am besten Lederpappe oder blaues Aktendeckelpapier verwendet, und werden in der Regel nur die zweite und die letzte Papierumwindung gekleistert.

Es ergibt sich aber oft die Notwendigkeit, vollständig gekleisterte Hülsen herzustellen, bei denen alle Papierumgänge gekleistert werden müssen.

Die Wandstärke der dickwandigen Hülsen variiert zwischen  $\frac{1}{5}$  und  $\frac{1}{3}$  Kaliber, und erscheint  $\frac{1}{5}$  Kaliber Wandstärke, insbesondere für Raketenhülsen, genügend, zumal auch eine stärkere Hülse entsprechend schwerer ist, was bei Raketen, die außer der Versetzung auch noch den Stab zu tragen haben, nicht unbedeutend in die Wagschale fällt.

Dünnwandige Hülsen finden Verwendung zu Lichtchen und Lanzen, zu Zylinderflammen, zu Stoppinenröhren usw.; dickwandige Hülsen werden verwendet für Brander (Fontänen),

Raketen, Schwärmer, Bomben, Luftkanonenschläge, Zeitzündler, Neptunspfeifen, römische Lichter, Tischraketen usw.

Die Anfertigung dünnwandiger Hülsen ist einfach, indem der entsprechend lange und breite Papierstreifen auf einer glatten Tischplatte um den Winder gewunden und der äußerste Rand der letzten Umwindung gekleistert wird.

Die dickwandigen Hülsen werden angefertigt, indem man den Papierstreifen vor sich auf der Tischplatte ausbreitet und das eine Ende des Streifens um den Winder, der vorher mit Talkum oder Federweiß bestrichen wurde, herumlegt, von hier an kleistert, und zwar in der Regel nur die zweite Umwindung, ausnahmsweise auch den ganzen Streifen, und unter starkem Aufdrücken denselben rollt, dann unter das Rollbrett gibt und, falls nicht der ganze Streifen gekleistert worden war, dies hinsichtlich der letzten Papierumgänge bewerkstelligt.

Bei Hülsen, die, statt mit der Würgmaschine, mit der Schnur (Draht) gewürgt und daher in noch feuchtem Zustande der Schnürung unterworfen werden, empfiehlt es sich sehr, die beiden letzten Umwindungen durch Einkleistern eines Leinwandstreifens herzustellen.

Es kommt vor, daß sich der Papierstreifen, trotzdem er parallel zur Achse des Winders angelegt wurde, schief aufrollt.

Es rührt dies von der hie und da vorkommenden ungleichen Stärke des Papiers her und hat keinen Einfluß auf die Güte der Hülse, wenn diese Unzukömmlichkeit nur in geringem Maß auftritt, da die Hülse an ihren beiden Enden beschnitten wird; im entgegengesetzten Falle bleibt nichts übrig, als den Papierstreifen in mehrere Stücke zu zerschneiden und die einzelnen Teile etwas schief zur Achse des Winders einzulegen, in welchem Falle jeder neu hinzutretende Papierstreifen stets in den vorhergehenden eingeklebt werden muß.

Hat man zur Hülsenfabrikation Lederpappe oder blaues Aktendeckelpapier verwendet, so wird man den Winder ohne Anstand aus der Hülse ziehen können; dünne Papiersorten sind zur Herstellung dickwandiger Hülsen nicht verwendbar.

Wie schon angedeutet, unterscheidet man das Schlagen und das Stopfen der Hülsen.

Beim Schlagen wird der Satz durch Anwendung von Schlägen so fest als möglich komprimiert, beim Stopfen findet das Zusammendrücken des Satzes nur mittelst Händedruckes statt.

Das Nähere hierüber, sowie über die Art und Weise des Hülsenverschlusses, wo ein solcher nötig erscheint, folgt im besonderen Teile.

## **7. Stoppinen, Zündschnüre und ähnliches.**

### **a) Stoppinen.**

Unter Stoppinen versteht man mit Pulverbrei überzogene und dann getrocknete Baumwollschnüre, die, angezündet, das Feuer vermitteln und als Anfeuerung dienen, insbesondere aber lokal getrennte Feuerwerkskörper, die gleichzeitig ihre Wirkung zu äußern haben, in Brand setzen.

Dieses Feuer läuft, wenn die Stoppine frei angezündet wird, ziemlich langsam von einem Ende zum anderen, hingegen ungemein rasch, wenn dieselbe in Papierröhren eingeschlossen ist.

Diese sogenannten Stoppinenröhren sind Hülsen aus dünnem Kraftpackpapier, die nur in zwei Umwindungen über einen Messingdraht oder über eine Glasröhre von 6 mm Durchmesser (unter Umständen benötigt man auch Stoppinenröhren größeren Kalibers) in einer Länge von zirka 40 cm hergestellt werden. Das Papier wird nur am äußersten Rande der zweiten Umwindung gekleistert.

Benötigt man längere Röhrenleitungen, was insbesondere bei pyrographischen Vorstellungen der Fall ist, so muß das eine Ende der Stoppinenröhre etwas zusammengedrückt und in die zweite eventuell dritte Röhre usw. zirka 2 cm weit eingefügt und die Einfügestelle von außen mit einem dünnen Papierstreifen umkleistert werden.

Was die Anfertigung von Stoppinen selbst betrifft, so geschieht dieselbe auf die nachstehende Weise:

Sogenannte Deckenwolle Nr. 4 wird in Stücke von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 m Länge geschnitten und an einem Ende mit einer Schleife als Aufhängevorrichtung versehen.

Diese Schnüre werden in einen Napf getan, in dem sich eine Lösung von 10 Teilen Kalisalpeter auf 100 Teile Wasser befindet, und hierin eingeweicht.

Nachher wird in einer Reibschale ein Brei aus feinstem Jagdpulver und kaltem Wasser bereitet, in welchem letzterem 2% Dextrin gelöst worden sind; der Brei muß die Konsistenz des Honigs besitzen. Die Baumwollfäden werden sodann aus der Salpeterlösung herausgenommen und durch ein trockenes Linnen gezogen, da sie nicht naß, sondern nur feucht sein dürfen, in den Pulverbrei getaucht und gehörig durchtränkt, dann sofort wieder herausgenommen und an ihren Schleifen mit der rechten Hand durch Daumen und Zeigefinger der linken sanft hindurchgezogen, derart, daß nur der überschüssig anhängende Pulverbrei sich abstreift.

Diese so behandelten Schnüre werden einzeln auf Drahtstiften an einem zugigen, womöglich der Sonne ausgesetzten Orte frei herabhängend zum Trocknen gegeben, was im günstigsten Fall einen Zeitraum von vier Wochen in Anspruch nimmt.

Die so bereiteten Stoppinen besitzen eine Stärke von 1,5 mm; durch Zusammenlegen von zwei oder drei solcher Fäden werden stärkere hergestellt; die Erfahrung lehrt jedoch, daß in Stoppinenleitungen zwei dünne Stoppinen eine sicherere Zündung verbürgen als eine starke.

Vor ihrer Verwendung müssen die Stoppinen vollkommen trocken sein; im entgegengesetzten Falle versagen sie, wenn nicht früher, so gewiß an der ersten Stelle, an der sie geknickt wurden.

Die Baumwollfäden stundenlang im Pulverbrei liegen zu lassen, hat gar keinen Zweck, ist sogar schädlich, da eine Entmischung der Pulverbestandteile eintritt und die Stoppinen schwerer verbrennlich macht.

Auch verwende man zur Bereitung des Pulverbreies nie anderes als feines Jagdpulver, schon aus dem Grunde, weil

die billigen Pulversorten neben dem Kalisalpeter auch den hygroskopischen Natronsalpeter enthalten können.

Als Bindemittel benütze man nur Dextrin oder, wie dies Falbesoner lehrt, Reisstärkekleister; ausnahmsweise, um recht steife Stoppinen zu erhalten, kann dem mit reinem Wasser angemachten Pulverbrei 1,5 % (ja nicht mehr!) Gummiarabikum zugesetzt werden, auf keinen Fall aber Leim!

Leim ist — vom pyrotechnischen Standpunkte aus — unverbrennbar, hygroskopisch und als Bindemittel für Sätze in der Lustfeuerwerkerei schon längst aufgegeben.

Giesl von Gieslingen hat daher nicht gut getan, in der von ihm durchgeführten Umarbeitung von Webskys Lustfeuerwerkskunst (8. Auflage, A. Hartlebens Verlag, Wien 1891) als Bindemittel zur Stoppinenbereitung statt Gummiarabikum Leim vorzuschlagen.

(Vergleiche in dieser Richtung: A. Scharfenberg, Lehrbuch der Lustfeuerwerkerei I. Teil 277 Ulm 1865 [J. Ebner], und Falbesoner a. a. O. unter dem Schlagworte: „Klebstoffe“.)

Die Stoppine ist ein derart wichtiger Faktor in der Pyrotechnik und von ihrer guten Beschaffenheit hängt so sehr das Gelingen eines Feuerwerksstückes ab, daß auf deren gute Zubereitung das größte Gewicht gelegt und daß insbesondere ein Sparen in der Qualität des hierzu verwendeten Pulvers als ein Sparen am unrichtigsten Orte bezeichnet werden muß.

### b) Schießbaumwolle.

(Pyroxylin, Pyroxyl, Schießwolle, Nitrozellulose.)

Die Schießbaumwolle wird zuweilen zu Zündungen pyrographischer Stücke an Stelle der vorbeschriebenen Stoppinen und auch sonst in besonderen Fällen verwendet, in denen dieselbe durch einen anderen Explosivstoff nicht vertreten werden kann.

(Siehe die Kapitel: Verwandlungsrakete, römische Lichter, Fallschirmrakete.)

Für unsere Zwecke genügt die Herstellung der sogenannten Kollodiumwolle, derart bezeichnet, weil dieselbe in einem Gemenge von Schwefeläther und Alkohol löslich ist und das bekannte Kollodium bildet, während die höchst nitrierte Schießbaumwolle mit einem Stickstoffgehalte von 14,14<sup>0</sup>/<sub>100</sub> in diesem Gemenge unlöslich erscheint.

(Vergleiche: Bujard, Leitfaden der Pyrotechnik 166 ff. Stuttgart 1899 [Bergsträbers Verlag].)

Die Herstellungsweise der Kollodiumwolle, die seinerzeit auch von den Photographen in Anwendung gebracht wurde, ist die folgende: Man nimmt Stopfgarn in Strähnen; diese werden, um das ihnen anhängende Fett zu entfernen, durch 20 Minuten in einer Lösung von kohlensaurem Natron in Wasser (1:10) gekocht, hierauf sehr gut ausgewaschen und getrocknet. Sodann werden dieselben in ein Gemenge von Kalisalpeter und konzentrierter Schwefelsäure von 2:3 bei einer Temperatur von nicht über 10<sup>0</sup> hineingestampft, durch zirka 5 Minuten darin belassen, dann herausgenommen (mittelst einer Glasröhre) und zuerst in kaltem, dann in heißem Wasser ausgewaschen und durch 14 Tage in fließendes Wasser hineingehängt, damit ja jeder Rest des Säuregemenges aus den Baumwollfasern entfernt werde, weil sonst eine Zersetzung des Präparates, die mit Explosion verbunden sein kann, eintreten würde.

Die vielfachen Selbstentzündungen des sogenannten B.-Pulvers der Franzosen dürften auf nicht genügend gereinigte Schießbaumwolle zurückzuführen sein.

Das rauchlose Pulver ist nämlich nichts anderes als gelatinisierte Schießbaumwolle; es hat in neuester Zeit, prismatisch gepreßt, als Liprinpulver und als 2-mm-Zylinderpulver auch in der Kunstfeuerwerkerei Eingang gefunden, doch fehlt mir in diesem Falle noch die nötige Erfahrung, um mich über dessen Verwendbarkeit aussprechen zu können.

Zuweilen begegnet man statt des Ausdrucks „rauchloses Pulver“ dem angeblich prägnanteren Ausdruck „rauchschwaches Pulver“.

Da sich beim Verbrennungsprozesse der Schießbaumwolle Kohlensäure und Stickstoff bilden, die farblose Gase sind, der sich weiter bildende Wasserdampf aber, der nach dem Abfeuern eines Geschützes an dessen Mündung sichtbar wird, kein Rauch ist, erscheint die Bezeichnung rauchloses Pulver als die allein richtige und zutreffende.

Die Schießwolle darf jedoch nicht in Stoppinenröhren eingeschlossen werden, da das Feuer in diesen Röhren nicht durchschlägt, sie zündet jedoch Stoppinen, um die sie einige Male gewunden wurde, mit ziemlicher Sicherheit an; trotzdem erscheint es als ein Postulat der Vorsicht, die umwickelte Stelle noch mit dünner Anfeuerung zu bestreichen.

Große Lichterdekorationen, in denen Hunderte von Lanzen gleichzeitig Feuer fangen sollen, werden mitunter mit Schießwollrädern statt mit Stoppinenleitungen versehen. Doch verdienen die letzteren unbedingten Vorzug, weil ein verirrter Funke genügt, um die unverdeckte Schießwolle in Brand zu stecken und auf die Art eine vorzeitige Entzündung des Objektes herbeizuführen.

### c) Zündpapier.

Zuweilen ereignet sich die Notwendigkeit einer Flächenzündung, wozu das Zündpapier dient.

Bogen aus geleimtem Papier werden mit Dextrinkleister bestrichen und dieser Anstrich mit Mehlpulver über und über bestreut, so daß die ganze Fläche schwarz erscheint und keine hellen Flecken sich zeigen.

Nachdem der Anstrich getrocknet, werden die Bogen auf der Kehrseite ebenso behandelt und ungerollt aufbewahrt.

### d) Anfeuerung.

Die Pyrotechniker bedienen sich zweier Arten von Anfeuerung, der schwachen und der starken — erstere bestehend aus einem Brei von Mehlpulver und Wasser in der Dichte des Milchrahmes (creme), letztere von der Konsistenz des Glaserkittes; der Beigabe eines Bindemittels bedarf es nicht.

Feuerwerkskörper, die hygroskopische Salze enthalten, darf man nicht mit dieser Anfeuerung versehen; man feuert sie entweder trocken mit Stoppinen an (siehe Anfeuerung der bengalischen Flammen) oder man ersetzt das Wasser durch absoluten Alkohol, dem aber als Bindemittel 2% Mastix zugesetzt wurde.

#### e) Luntten.

Fingerdicke runde Lampendochte werden durch einige Stunden in einer Auflösung von Kalisalpeter in kaltem Wasser (10:100) eingeweicht, dann ausgerungen und getrocknet.

Dieselben dienen vorzugsweise als ständige Feuerquelle zur Entzündung der Zündlichter, wohl auch zur direkten Entzündung von Feuerwerkskörpern.

#### f) Zündlichter.

Dünnwandige Hülsen im Kaliber von 8 mm in der gewöhnlichen Papierbogenlänge (34 mm) mit 6 Umwindungen werden mit nachstehendem Satze so fest als möglich gestopft:

Kalisalpeter	64 Teile
Schwefelantimon	16 „
Schwefel	17 „
Schellack	3 „

und an einem Ende auf 2 m langen Stäben mit Blumendraht festgebunden.

Diese Zündlichter brennen mit einer schwach leuchtenden funkenlosen Flamme sehr langsam ab, denn das Harz dämpft die Lichtstärke des Satzes und verlangsamt dessen Brenndauer.

Zündlichter können bei keinem größeren Feuerwerk entbehrt werden, obschon, wie Franz Sales Mayer treffend bemerkt, „die auf dem Feuerwerksplatze herumirrenden Lichter für die Zuschauer besser nicht vorhanden wären“.

Fast alle Autoren führen in die Zündlichtersätze Mehlpulver ein — mit Unrecht, weil auch trotz Beigabe von Harz jeder Mehlpulver enthaltende Satz zu rasch abbrennt.

Man mache zweckmäßigerweise die Zündlichter, deren man voraussichtlich benötigt, schon zu Hause jedes auf einem

besonderen Stab an; jedenfalls trage man dieselben am Feuerwerksplatze nicht bei sich herum, da ich selbst einmal Zeuge war, als sich einem Pyrotechniker ein Paket Zündlichter, die er in der Rocktasche verwahrt hatte, durch einen verirrten Funken entzündet hat.

### **g) Langsam brennende Zündschnüre.**

Eine langsam brennende Zündschnur erhält man, indem man eine starke Stoppine in Zinnfolie einhüllt.

Zu den langsam brennenden Zündschnüren gehört auch die Bickfordsche Zündschnur, welche in Steinbrüchen und Bergbauen Anwendung findet.

Sie besteht nach Guttman, Schieß- und Sprengmittel (Braunschweig 1900 F. Vieweg & Sohn) aus einer „mit Jutegarn umsponnenen Pulverseele, die durch verschiedene Mittel wasserdicht gemacht ist.

Da die Pulverseele in einem dünnen ununterbrochenen Faden innerhalb der Schnur festgewürgt ist, pflanzt sich das Feuer nur langsam fort. Gute Zündschnüre haben eine Brenndauer von 90 Sekunden pro Meter.“

### **h) Sprengsatz.**

Als Sprengladung zur Entzündung von Sternen und Körnern bei Bomben- und Raketenversetzungen ist reines Mehlpulver zu brisant; man mengt daher dasselbe mit einem scharfen Satze zu gleichen Teilen oder verwendet ein nicht zu brisantes muriatisches Pulver für diesen Zweck. (Siehe Fabrikation der Bombetten.)

## **8. Versetzungen und Einzelheiten.**

### **a) Sterne oder Leuchtkugeln.**

Sterne oder Leuchtkugeln sind kubische, runde oder zylindrische mit Wasser, Alkohol, Branntwein, Leinöl oder Terpentingeist unter Zusatz eines Bindemittels aus einem Flammen- oder Funkensatz geformte Körper sehr verschiedener Größe, die im höheren Luftraume verbrennen.

Nach dieser Definition enthält der Ausdruck „Leuchtkugel“ eine doppelte Unrichtigkeit, da man kubische und zylindrische Körper doch nicht als Kugeln ansprechen kann, andererseits ein Funkensatz nicht leuchtet.

Es wäre daher sprachlich richtiger, das alte Wort „Leuchtkugel“ zu streichen und hierfür in allen Fällen die Bezeichnung „Sterne“ zu setzen.

Die Anfertigung kubischer Sterne geschieht auf die Art, daß man aus einem der unten angeführten Sätze unter Zuhilfenahme der bei jedem Satz angegebenen Flüssigkeiten einen steifen Teig anmacht und denselben auf einer Glasplatte in der für den Stern gewünschten Höhe aufstreicht, dann mit einer Messerklinge unter Zuhilfenahme eines Lineals in den der Höhe des aufgetragenen Teiges entsprechenden Abständen diesen der Länge und der Breite nach durchschneidet, die Oberfläche mit Anfeuerungssatz bestreut, wobei man insbesondere achtgibt, daß derselbe auch in die Schnitte eindringe, trocknen läßt und sodann die einzelnen Würfel auseinanderbricht.

Runde Sterne werden aus freier Hand geformt, indem man eine stets gleiche Menge des steifen Satzteiges mit den drei ersten Fingern der linken Hand und mit dem Daumen und Zeigefinger der rechten unter beständigem Drehen des Teiges zusammenpreßt und auf diese Art zu einer Kugel formt, die man im Anfeuerungssatz herumwälzt bis, die ganze Kugeloberfläche davon bedeckt erscheint.

Hier muß bemerkt werden, daß sich nicht alle Satzteige auf diese beiden Arten zu gut brennenden Sternen formen lassen, daß es vielmehr Sätze gibt, die nur dann, zu Sternen verwendet, als solche entsprechen, wenn sie stark komprimiert (gepreßt oder geschlagen) werden.

Man spricht dann von „in die Form gepreßten oder in die Form geschlagenen Sternen“.

Diese, welche kleinere oder größere Zylinder darstellen, sind jetzt wohl die gebräuchlichsten, da sie allen Zwecken entsprechen.

Um nun diese Sterne darzustellen, bedarf man einer besonderen Vorrichtung.

In eine nahtlos gezogene Messingröhre von 1 mm Wandstärke und in der Kalibergröße der zu fertigenden Sterne, 3 mal so lang als die Höhe derselben betragen soll, paßt genau ein massiver Messingzylinder, der  $2\frac{1}{2}$  mal länger ist als die Messingröhre.

Dieser massive Messingzylinder wird in die Röhre eingeschoben, und läßt man letztere so weit über denselben hervorragen als die Höhe der anzufertigenden Sterne betragen soll.

Die Stelle, bis zu der sich der Zylinder in der Röhre befindet, bezeichnet man sich und schraubt daselbst einen Metallstift ein, der 1 mm weit über die Mantelfläche des Zylinders hervorsteht.

Dieser Stift verhindert, daß die Messingröhre über denselben hinaufgeschoben wird.

Will man nun mit diesem Apparat Sterne pressen, so steckt man den Zylinder mit seiner kürzeren Seite bis zum Stift in die Röhre, füllt den vor derselben befindlichen leeren Raum mit Satzteig aus, indem man in diesen die Röhre senkrecht hineinstampft, zieht dann den Zylinder heraus und stößt mit dessen umgekehrtem Ende den Satzteig heraus, den man in eine mit Anfeuerungssatz gefüllte Schachtel fallen läßt.

Die gebräuchlichste Größe der Sterne ist 16 mm Höhe und 16—18 mm Durchmesser.

Selbstverständlich ist, daß man für jede Größe der Sterne einen besonderen Apparat haben muß.

In gewissen Fällen genügt die Pressung der Sterne mit bloßer Hand nicht; sie müssen stärker komprimiert, das ist in die Form geschlagen werden.

Dies geschieht derart, daß man die Röhre, in der sich die hineingepreßte Satzmasse befindet, mit letzterer nach unten gekehrt auf einen ebenen Holzpflock aufstellt, den Messingzylinder mit seinem längeren Ende hineinsteckt, einige Schläge mit einem Holzhammer auf denselben führt

und erst hierauf den Stern herausstößt. Man benötigt auch öfter zylindrische Sterne, die in der Richtung ihrer Achse ein Loch besitzen, das ungefähr  $\frac{1}{3}$  so tief in den Stern hineinreicht, als dessen Höhe beträgt, um in diese Öffnung eine Stoppine hineinzustecken.

Auf diese Weise müssen alle Sterne hergestellt werden, die aus einem schwer entzündlichen Satzgemenge bestehen (Aluminium- und Magnesiumsterne).

Zu diesem Zwecke trägt der massive Zylinder in der Mitte seiner Basis und senkrecht auf diese einen 2 mm starken runden Metallstift, welcher im Satzteig eine entsprechende Aushöhlung hinterläßt, in welche ein Stoppinenstück hineingeklemmt wird. Des weiteren benötigt man Sterne, die 40—46 mm im Durchmesser besitzen, bei einer Höhe von 20—25 mm, und welche eine durch den ganzen Stern gehende Perforation in der Lichte von 14 mm aufweisen, so daß man sie gleich einem Ring auf den Zeitzünder einer Granate aufstecken kann; dieselben werden als Sternringe bezeichnet.

Eine besondere Art von Sternen bilden die oszillierenden Sterne, die oszillierenden Doppelsterne, sowie die Sterne mit Gold- und Silberstrahlen.

Über einen Winder im Kaliber von 15 mm werden in 4—5 Papierumgängen 30 mm hohe, nur am äußersten Rande der letzten Umwindung gekleisterte Hülsen hergestellt, die an einem Ende, ähnlich einer Geldrolle, vollkommen verschlossen und verklebt werden.

Nachdem diese Hülsen getrocknet sind, werden sie mit einem mit wasserfreiem Alkohol etwas angefeuchteten Leuchtkugelsatz ein Kaliber hoch möglichst stark gestopft, dann das zweite Ende derselben gleich dem ersten geschlossen und verklebt.

In diese beiderseits geschlossene und mit Satz gefüllte Kapsel, die eine Höhe von 15 mm einnehmen wird, bohrt man unmittelbar unter dem einen oder dem anderen Verschußdeckel mit einem Pfriemen ein Loch, das durch beide

Hülsenwände der Papierkapsel hindurchgeht, und steckt als Anfeuerung durch dasselbe eine zirka 30 mm lange Stoppine, deren beiderseits gleich weit hervorstehende Enden senkrecht nach oben gebogen werden.

Für Bombenversetzungen werden diese Sterne länger gemacht.

Einen schönen Anblick gewähren die oszillierenden Doppelsterne, die jedoch ob ihrer Länge nur zu Bombenversetzungen gebräuchlich sind; dieselben sind doppelt so lang als die vorbeschriebenen und werden zur Hälfte mit einem, zur zweiten Hälfte mit einem anderen Flammenfeuersatze von komplementärer Farbe geladen. Unmittelbar unter beiden Verschlußdeckeln werden dann Löcher gebohrt, in beide Löcher Stoppinen durchgesteckt und alle 4 Stoppinenenden nach aufwärts gebogen und je 2 mit einem Faden zusammengebunden.

Magnesium- und Aluminiumsterne stellt man neuzeitig ebenfalls in Kapselform her, jedoch derart, daß man sich der Zinkhülsen hierzu bedient.

Diese Zinkkapseln bestehen aus  $\frac{1}{4}$  mm starkem Zinkblech, im Durchmesser und in der Höhe von 20 mm, und sind einseitig geschlossen.

Der Satz wird hinein- und auf denselben eine dünne Schichte Mehlpulver als Anfeuerung hinaufgepreßt und die Kapsel durch Einkerbungen des Randes wie bei den Jagdpatronen zu  $\frac{2}{3}$  geschlossen.

Die oszillierenden Sterne mit Gold- und Silberstrahlen stellt man folgendermaßen her.

Eine dickwandige Hülse 8 mm im Kaliber, 3 mm Wandstärke und 35 mm lang wird einseitig mit Ton verschlossen und dann bis zum Rande mit Aluminium-, Gold- oder Silberregen vollgestopft.

Über diese Hülse wird in 4—6 Umgängen eine zweite geklebt, die man 25 mm weit vorstehen läßt; diese Hülsenverlängerung wird 20 mm hoch mit einem farbigen Flammenfeuersatze geladen, sodann wie die Kapseln für einfache oszillierende Sterne geschlossen und ebenso angefeuert. Als

Anfeuerungssatz dient für grüne und blaue Sterne der bei den Bombetten angegebene Chertiersche Sprengsatz, für alle übrigen Mehlpulver.

b) Sätze zu Sternen.

Weiß.

Kalialpeter	66 Teile	Kalialpeter	64 Teile
Schwefel	21 „	Schwefel	21 „
Schwefelantimon	11 „	Schwefelantimon	14 „
Mehlpulver	1 „	Dextrin	1 „
Dextrin	1 „		

Diese beiden Sätze werden mit Wasser gefeuchtet.

Gelb.

Natriumchlorat	50 Teile	Kaliumchlorat	48 Teile
Kalialpeter	20 „	Natriumoxalat	28 „
Schwefel	20 „	Schwefel	19 „
Feine Kohle	9 „	Mehlpulver	4 „
Dextrin	1 „	Asphalt	1 „

Natriumchlorat	67 Teile	Kaliumchlorat	57 Teile
Schwefel	16 „	Natriumoxalat	28 „
Schwefelantimon	8 „	Schellack	13 „
Feine Kohle	8 „	Schwefelantimon	1 „
Dextrin	1 „	Dextrin	1 „

Die Dextrin enthaltenden Sätze werden mit Branntwein (30% Alkohol, 70% Wasser) gefeuchtet, der Asphalt enthaltende Satz mit Terpentineist.

Gelbrot.

Natriumchlorat	43 Teile	Natriumchlorat	66 Teile
Strontiumnitrat	44 „	Schwefel	22 „
Schellack	12 „	Strontiumoxalat	11 „
Mastix	1 „	Dextrin	1 „

Der Dextrin enthaltende Satz wird mit Branntwein, der Mastix enthaltende mit Alkohol gefeuchtet.

Rot.

Strontiumnitrat	49 Teile	Kaliumchlorat	73 Teile
Kaliumchlorat	23 „	Strontiumoxalat	13 „
Schwefel	14 „	Asphalt	13 „
Schwefelantimon	12 „	Kalomel	1 „
Schwefelkupfer	1 „		
Asphalt	1 „		

Strontiumnitrat	55 Teile	Strontiumnitrat	58 Teile
Kaliumchlorat	27 „	Kaliumchlorat	22 „
Schwefel	13 „	Schwefel	15 „
Feine Kohle	3 „	Schellack	3 „
Schellack	2 „	Kienruß	2 „

Diese Sätze werden mit Terpentinegeist gefeuchtet.

Rosa.

Kaliumchlorat	61 Teile	Kaliumchlorat	57 Teile
Milchzucker	29 „	Milchzucker	28 „
Strontiumoxalat	9 „	Strontiumkarbonat	14 „
Dextrin	1 „	Dextrin	1 „

Diese beiden Sätze werden mit Wasser oder mit Branntwein gefeuchtet.

Grün.

Kaliumchlorat	42 Teile	Kaliumchlorat	31 Teile
Bariumoxalat	28 „	Bariumnitrat	53 „
Schwefel	20 „	Schwefel	14 „
Kalomel	8 „	Kienruß	1 „
Mastix	2 „	Mastix	1 „

Bariumchlorat	75 Teile	Kaliumchlorat	50 Teile
Milchzucker	20 „	Bariumnitrat	25 „
Schellack	4 „	Milchzucker	24 „
Dextrin	1 „	Dextrin	1 „

Die Mastix enthaltenden Sätze werden mit Alkohol, die Dextrin enthaltenden mit Branntwein gefeuchtet.

Blaü.

Kaliumchlorat	62 Teile	Kaliumchlorat	41 Teile
Basisches Kupferchlorid	23 „	Schwefelkupfer	24 „
Schellack	12 „	Kalomel	20 „
Kalomel	2 „	Milchzucker	14 „
Dextrin	1 „	Dextrin	1 „

Kaliumchlorat	59 Teile	Kaliumchlorat	52 Teile
Schwefel	19 „	Schwefel	21 „
Bergblau	18 „	Basisch salpeters.	
Kalomel	3 „	Kupferoxyd-	
Mastix	1 „	ammoniak	20 „
		Kalomel	6 „
		Mastix	1 „

Die Sätze mit Dextrin werden mit Branntwein, die Mastix enthaltenden mit Alkohol gefeuchtet.

Violett.

Kaliumchlorat	61 Teile	Kaliumchlorat	50 Teile
Schwefel	20 „	Strontiumoxalat	17 „
Strontiumoxalat	12 „	Schwefel	20 „
Schwarzes Kupferoxyd	3 „	Schwefelkupfer	4 „
Kalomel	3 „	Kalomel	8 „
Mastix	1 „	Mastix	1 „

Kaliumchlorat	43 Teile	Kaliumchlorat	25 Teile
Schwefel	30 „	Strontiumnitrat	24 „
Strontiumnitrat	17 „	Schwefel	15 „
Bergblau	5 „	Kalomel	15 „
Kalomel	4 „	Basisch salpeters.	
Schellack	1 „	Kupferoxyd-	
		ammoniak	20 „
		Schellack	1 „

Diese Sätze werden mit Alkohol gefeuchtet.

c) Sterne mit Aluminium, Magnesium und Fata Morgana.

Weiß.

Kaliumchlorat	55 Teile	Kaliumchlorat	56 Teile
Kalisalpeter	18 „	Kalisalpeter	17 „
Milchzucker	18 „	Milchzucker	17 „
Bariumkarbonat	5 „	Bariumkarbonat	3 „
Magnesiumpulver, fein	3 „	Aluminiumpulver, Marke P. L.	4 „
Mastix	1 „	Schellack	3 „

Kaliumchlorat	49 Teile	Kalisalpeter	50 Teile
Milchzucker	24 „	Schwefel	12 „
Bariumkarbonat	11 „	Minium	16 „
Schwefelkupfer	11 „	Schwefelantimon	18 „
Magnesiumpulver, fein	4 „	Aluminiumschliff	3 „
Mastix	1 „	Mastix	1 „

Kalisalpeter	63 Teile	Kalisalpeter	24 Teile
Schwefel	21 „	Bariumnitrat	20 „
Schwefelantimon	5 „	Minium	15 „
Magnesiumpulver fein	9 „	Fata Morgana	29 „
Mastix	2 „	Stibium, feinst	7 „
		Schellack	3 „
		Mastix	2 „

Diese Sätze werden mit Alkohol gefeuchtet.

Gelb.

Natriumchlorat	86 Teile	Natriumchlorat	42 Teile
Schellack	7 „	Strontiumnitrat	43 „
Aluminiumschliff	6 „	Schellack	11 „
Mastix	1 „	Magnesiumpulver, fein	3 „
		Asphalt	1 „

Kaliumchlorat	46 Teile
Natriumoxalat	23 „

Schwefel	15 Teile
Schellack	8 „
Magnesiumpulver fein	7 „
Mastix	1 „

Diese Sätze sind mit Terpentingeist zu feuchten.

Grün.

Bariumchlorat	60 Teile	Bariumchlorat	82 Teile
Bariumnitrat	17 „	Schellack	7 „
Milchzucker	10 „	Milchzucker	6 „
Schellack	10 „	Fata Morgana	4 „
Magnesiumpulver, fein	3 „	Mastix	1 „

Bariumchlorat	63 Teile	Bariumchlorat	69 Teile
Kalomel	20 „	Milchzucker	23 „
Schellack	10 „	Magnesiumpulver, fein	5 „
Schwefel	3 „	Schellack	3 „
Aluminiumschliff	3 „		
Mastix	1 „		

Diese Sätze werden mit Alkohol gefeuchtet.

Rot.

Strontiumnitrat	55 Teile	Kaliumchlorat	42 Teile
Aluminiumschliff	17 „	Strontiumnitrat	41 „
Kaliumchlorat	14 „	Schellack	12 „
Schwefel	8 „	Magnesiumpulver, fein	5 „
Milchzucker	4 „		
Schellack	2 „		

Kaliumchlorat	59 Teile
Schwefel	20 „
Strontiumoxalat	11 „
Milchzucker	4 „
Fata Morgana	5 „
Asphalt	1 „

Diese Sätze werden mit Terpentingeist gefeuchtet.

Blau.

Kaliumchlorat	37 Teile	Kaliumchlorat	42 Teile
Kalomel	30 „	Kalomel	21 „
Milchzucker	23 „	Basisches Kupfer-	
Zementkupfer	5 „	chlorid	25 „
Fata Morgana	4 „	Schellack	6 „
Mastix	1 „	Magnesiumpulver	
		fein	4 „
		Mastix	2 „

Kaliumchlorat	50 Teile
Schwefel	19 „
Basisch salpetersaures Kupferoxydammoniak	18 „
Kalomel	8 „
Aluminiumschliff	3 „
Mastix	2 „

Diese Sätze, sowie der folgende sind mit Alkohol zu feuchten.

Violett.

Kaliumchlorat	24 Teile
Strontiumnitrat	23 „
Schwefelkupfer	20 „
Schwefel	13 „
Kalomel	13 „
Aluminiumpulver Marke 00 oder PL.	5 „
Schellack	2 „

Wie bereits erwähnt, gehen alle Sätze, die Magnesium, Aluminium oder Fata Morgana als Bestandteil enthalten, schwer an; aus den Satzteigen sind gelochte Sterne in die Form zu schlagen und doppelt (mit Stoppine und Anfeuerungs-pulver) anzufeuern.

Für römische Lichter taugen diese Sterne nicht.

d) Sätze für Zinkkapseln.

Die nachfolgenden Sätze, die sämtlich Talg als Bestandteil enthalten, werden nicht gefeuchtet, sondern als gut ver-

arbeitetes Gemenge in die beschriebenen Zinkkapseln mit einem Setzer hineingepreßt, dann eine Schichte Mehlpulver oder besser Sprengsatz hinaufgedrückt und die Kapsel bis auf eine Öffnung in der Mitte durch Einkerbungen des Randes geschlossen.

Weiß.		Gelb.	
Kalisalpeter	52 Teile	Kaliumchlorat	58 Teile
Schwefelantimon	32 „	Natriumoxalat	23 „
Stibium, feinst	8 „	Schellack	12 „
Talg	4 „	Talg	4 „
Magnesiumpulver, fein	4 „	Magnesiumpulver, fein	3 „
Grün.		Rot.	
Bariumchlorat	75 Teile	Strontiumnitrat	60 Teile
Milchzucker	11 „	Kaliumchlorat	14 „
Talg	9 „	Schwefel	14 „
Magnesiumpulver, fein	5 „	Feine Kohle	2 „
		Talg	6 „
		Magnesiumpulver, fein	4 „
Blau.		Violett.	
Kaliumchlorat	37 Teile	Kaliumchlorat	56 Teile
Kalomel	25 „	Kalomel	19 „
Schwefelkupfer	25 „	Schellack	7 „
Milchzucker	8 „	Strontiumnitrat	7 „
Talg	2 „	Schwefelkupfer	4 „
Magnesiumpulver, fein	3 „	Talg	3 „
		Magnesiumpulver, fein	4 „

#### e) Körner.

Körner, auch Perlen genannt, sind Sterne en miniature; sie besitzen die Größe von Hasenschrot oder von kleinen Erbsen und dienen zur Anfertigung der Körnerwerfer, der

Perlschwärmer und werden wohl auch zu Versetzungen für Bomben und Raketen verwandt.

Ihre Anfertigung geschieht wie die der kubischen oder zylindrischen Sterne.

Um die scharfen Ränder abzustumpfen, werden die halbtrockenen Würfel respektive Zylinderchen in eine große Pillenschachtel mit etwas Satz gegeben und die Schachtel um ihre Achse rotiert. Einer Anfeuerung bedürfen nur jene Körner, die zu den Perlschwärmern verwendet werden.

Zu farbigen Körnern nimmt man ausschließlich Sätze mit Kaliumperchlorat, weil sie länger brennen und lebhafter leuchten als solche mit chlorsaurem Kalium angefertigten und eine Entzündung durch Druck oder Schlag nicht leicht zu besorgen ist.

Die nachfolgenden Sätze werden mit Wasser zu einem steifen Teig angemacht und hieraus die Körner geformt.

Weiß.		Gelb.	
Kalisalpeter	65 Teile	Kaliumperchlorat	50 Teile
Schwefel	16 „	Schwefel	28 „
Schwefelantimon	15 „	Kryolith	12 „
Aluminiumschliff	3 „	Strontiumkarbonat	9 „
Dextrin	1 „	Dextrin	1 „
Rot.		Grün.	
Kaliumperchlorat	54 Teile	Kaliumperchlorat	35 Teile
Schwefel	26 „	Bariumnitrat	46 „
Strontiumoxalat	19 „	Schwefel	18 „
Dextrin	1 „	Dextrin	1 „
Blau.		Violett.	
Kaliumperchlorat	55 Teile	Kaliumperchlorat	39 Teile
Schwefel	24 „	Schwefel	20 „
Bergblau	17 „	Schwefelkupfer	16 „
Kalomel	3 „	Strontiumkarbonat	13 „
Dextrin	1 „	Kalomel	11 „
		Dextrin	1 „

### f) Schwärmer.

Dieselben bestehen aus dickwandigen, mit einem scharfen Funkenfeuersatze geladenen Hülsen in den Kalibern von 6 bis 14 mm, die, angezündet und in den Luftraum geworfen, irreguläre Bewegungen ausführen und mit einem Schlage enden.

Die Schwärmer dienen als Bomben- und Raketenversetzungen, zur Fabrikation der Schlagleisten und Schwärmerfässer und werden auch aus freier Hand in die Luft geworfen oder aus starken Papierhülsen, die man in der Hand hält, herausgeschossen („Münchner Kindl“).

Ihre Herstellung ist einfach und soll eine solche für einen Schwärmer von 8 mm Kaliber näher beschrieben werden, wonach es nicht schwer fallen wird, höhere Kalibergrößen anzufertigen.

Über einen Winder von 8 mm Durchmesser wird eine 75 mm lange Hülse aus Schreibpapier, deren sämtliche Umwindungen zu kleistern sind, mit  $\frac{1}{5}$  Kaliber Wandstärke hergestellt und einseitig bis auf  $\frac{1}{3}$  Kaliber zugewürgt.

Nachdem die Hülse vollkommen trocken geworden, wird der Kessel mit einem Pfropfen aus Seidenpapier verschlossen und dieselbe bis zu  $\frac{2}{3}$  ihrer Länge mit Schwärmersatz kaliberweise festgestopft.

Auf den Satz wird bis auf 1 Kaliber vom zweiten Hülsenrande entfernt Knallpulver (muriatisches Pulver oder Blitzlichtpulver) geschüttet, auf dasselbe ein Schlußpfropfen, der aus dünner Pappe mit einem 8-mm-Locheisen gestanzt wurde, geschoben, und derselbe verleimt.

Sodann wird der in dem Kessel der Hülse steckende Papierverschluß entfernt, mit einem Pfriemen in den Satz ein zirka 5 mm reichendes Loch gebohrt, in dasselbe eine steife, über den Rand des Hülsenkopfes einige Millimeter vorstehende Stoppine gesteckt und zur größeren Sicherheit gegen ein mögliches Herausfallen derselben der Kessel des Schwärmers mit Anfeuerungsteig vollgestrichen.

Bei Schwärmern von über 8 mm Kaliber findet kein Verleimen des Schlußpfropfens statt, sondern es wird die Hülse

hinter demselben zugewürgt. Auch ist es bei großen Schwärmern, wenn sie nicht mit muriatischem oder mit Blitzlichtpulver geladen werden, sondern der Schlag aus Jagdpulver besteht, notwendig, zwischen diesem und dem Satze eine Schlag-scheibe einzusetzen.

Eine Erfindung der Neuzeit sind die Silberschwärmer; das sind gewöhnliche Schwärmer, die mit dem unten folgenden Magnesium-Aluminiumsatze geladen wurden.

Da dieser Satz auch durch Stopfen, das hier möglichst stark stattfinden muß, sich entzünden könnte, ist derselbe mit wasserfreiem Alkohol anzufeuchten.

Die Silberschwärmer müssen als Schlagladung stets Blitzlichtpulver erhalten.

### g) Veränderte Schwärmer.

Die Schwärmer größeren Kalibers — nicht unter 10 mm — können auf mehrfache Weise verändert werden; es sollen hier einige dieser Veränderungen Platz finden.

a) Der Kopf eines einfachen Schwärmers wird durch Umkleben mit einem Streifen Papier in 3 Umwindungen um 30 mm verlängert und die hierdurch entstandene dünnwandige Hülse mit Leuchtkugelsatzteig vollgefüllt und angefeuert; diese Schwärmer fallen zuerst als Sterne durch den Luftraum, worauf sie sich in feurige Schlangen verwandeln.

b) Das geschlossene Ende des Schwärmers wird auf die gleiche Weise verlängert, und die hierdurch entstandene Hülse ebenfalls mit Leuchtkugelsatzteig vollgefüllt und durch eine verdeckte Stoppine mit dem Kopfe der Hülse verbunden; in diesem Falle scheint der Schwärmer eine Leuchtkugel durch den Luftraum zu verfolgen.

c) Eine Schwärmerhülse (nicht unter 10 mm Kaliber) wird an einem Ende vollkommen verschlossen, dann zu  $\frac{3}{8}$  mit Schwärmersatz, hierauf zu  $\frac{1}{8}$  mit Knallpulver, dann wieder zu  $\frac{3}{8}$  mit Schwärmersatz geladen, endlich auch das zweite Hülsenende vollkommen geschlossen.

Dort, wo an beiden Enden der Satz beginnt, werden in halber Umdrehung Löcher von  $\frac{1}{3}$  Kaliber im Durchmesser auf denselben gebohrt und beide Mündungen mit einer Stoppine verbunden.

Da dieser Schwärmer im Luftraum einen Feuerkreis beschreibt, hat er den Namen Kreiselschwärmer erhalten.

d) Werden die beiden Brandlöcher bei dem vorbeschriebenen Schwärmer nicht in halber, sondern in Viertelumdrehung gebohrt, so beschreibt er eine Zwirbelbewegung, die mit einem eigentümlichen Zischen verbunden ist.

e) In den Fällen c) und d) werden, bevor man die beiden Brandlöcher bohrt, die Hülsen an beiden Enden durch Anleben eines Papierstreifens auf die bekannte Art verlängert, die eine hierdurch entstandene Hülse mit rotem, die zweite mit blauem Leuchtkugesatzteig vollgefüllt, hierauf die Brandlöcher gebohrt und dieselben untereinander, sowie mit den beiden angefeuerten Enden verbunden; diese beiden Schwärmer geben eine prachtvolle Wirkung, doch muß der Leuchtkugesatzteig sehr fest in die Hülsen eingestampft werden, sonst wird er durch die Zentrifugalkraft des sich drehenden Schwärmers hinausgeschleudert.

f) Ein gewöhnlicher Schwärmer, 8 mm im Kaliber, wird um 20 mm länger genommen, jedoch nur bis 75 mm geladen unter Verwendung von Jagdpulver für den Schlag.

Das leere Ende der Hülse wird 10 mm hoch mit Kaliumpikrat ausgeschlagen und gleich den Neptunspfeifen angefeuert; sodann werden beide Enden mit einer verdeckten Stoppine verbunden (pfeifende Schwärmer).

g) In eine Schwärmerhülse größeren Kalibers, die einseitig ganz verschlossen wird, ladet man ein Kaliber hoch den Satz:

Mehlpulver	82 Teile
Feine Eichenkohle	18 „

dann auf diesen eine mit Mehlpulver gut angefeuerte Leuchtkugel in einem um 0,5 mm geringerm Durchmesser als das Schwärmerkaliber beträgt, hierauf wieder 1 Kaliber hoch Satz,

auf diesen neuerdings eine Leuchtkugel und so fort und schließt mit Satz, den man aufeuert.

Man verlängert sodann die Hülse am geschlossenen Ende durch Umkleistern mit Papier, gibt in den dadurch entstandenen leeren Raum einige Schrote und verschließt denselben.

Beim Fallen durch den Luftraum stellt sich die Hülse infolge der Beschwerung durch die Schrotkörner nach oben und wirft gleich einer kleinen römischen Kerze die Leuchtkugeln in die Höhe.

Diese Schwärmer führen die Bezeichnung Perlschwärmer.

### Schwärmersätze:

Gewöhnlicher Satz.		Brillantsatz.	
Mehlpulver	50 Teile	Mehlpulver	60 Teile
Kalisalpeter	24 „	Kalisalpeter	13 „
Schwefel	12 „	Schwefel	7 „
Grobe Kohle		Lyoner Fäden,	
aus weichem Holz	14 „	feinst (Nr. 3)	20 „
Aluminiumsatz.		Silberschwärmersatz.	
Mehlpulver	54 Teile	Kaliumchlorat	40 Teile
Kalisalpeter	12 „	Aluminiumfitter,	
Schwefel	7 „	weich und grob	25 „
Stahlgriß	19 „	Magnesiumpulver,	
Aluminium-Pail-		feinst	20 „
lettes Nr. 4	8 „	Schwefel	6 „
		Barytsalpeter	5 „

### h) Neptunspfeifen.

Zur Augenweide, die jedes Feuerwerk bietet, gehört auch der Ohrenschaus, und diesen sollen außer den Knalleffekten die Neptunspfeifen besorgen; sie werden den Bomben und Raketen als Versetzungen mitgegeben, aus den Feuertöpfen in die Luft geschossen, an Schnurraketen angeleimt und

auch Drehstücke damit versehen, doch muß vor einer über- großen Anwendung derselben gewarnt werden.

Die Fabrikation dieser Pfeifen ist einfach; ganz gekleisterte Hülsen im Durchmesser von 8 mm, in einer Länge von 50 bis 60 mm und in der Wandstärke von 3 mm werden, nachdem sie einseitig 6 mm hoch mit Tonvorschlag versehen wurden, so stark als möglich mit Kaliumpikrat ausgeschlagen.

Da dasselbe ein sehr voluminöses Pulver bildet, darf es nur in sehr kleinen Portionen eingeschüttet werden.

Bei Verwendung eines Holzsetzers besteht nicht die geringste Gefahr einer Explosion beim Schlagen — gegenteilige Behauptungen, welchen man zuweilen begegnet, beruhen auf Sachkenntnis.

Die Hülse wird bis auf 10 mm vom oberen Rande vollgeschlagen, dann eine knieförmig gebogene Stoppine, die einige Millimeter über den Hülsenrand hinausragen muß, auf den Kaliumpikratsatz hinabgeschoben, die Hülse darauf 8 mm hoch mit Sprengsatz gestopft und dann erst mit Anfeuerungsteig verschlossen; nasser Anfeuerungsteig darf mit dem Pikrate in keine unmittelbare Berührung kommen, sonst gehen die Pfeifen, auch wenn der Kaliumpikratsatz vollkommen trocken geworden, öfters blind.

Wird ein solches Pfeifchen angezündet, so entfährt der Hülse während des Pfiffes ein dicker, schwarzer, unheimlicher Rauch, in welchem sich spärliche dunkelrote Funken zeigen, die jedoch auf die Entfernung nicht sichtbar sind.

### i) Schläge.

Jeder Knalleffekt in der Feuerwerkerei heißt ein Schlag; aber nicht nur die akustische Wirkung, die ein Feuerwerkskörper hervorbringt, wird als Schlag bezeichnet, sondern auch der Feuerwerkskörper selbst. Am meisten Verwendung finden die zylindrischen Schläge, die sich an oder in den Hülsen der Brander am besten anbringen lassen. Sie werden in den verschiedensten Größen angefertigt — das kleinste Kaliber ist wohl das von 15 mm.

Die Schlägehülsen werden in der modernen Pyrotechnik nicht mehr mit Jagdpulver, sondern mit muriatischem Pulver oder, wenn außer dem Knall noch ein Lichteffect verlangt wird, mit Blitzlichtpulver gefüllt.

Da diese Pulversorten eine außerordentliche Brisanz entwickeln, brauchen die Hülsen weder dickwandig zu sein, noch besonders stark umschnürt zu werden. Über einen Winder wird aus starkem Papier eine Hülse 3 Kaliber hoch gerollt, 6 Umwindungen stark gemacht und am Rande der letzten Umwindung gekleistert.

Das eine Ende der Hülse wird wie eine Geldrolle geschlossen und verleimt, dann 2 Kaliber hoch geladen, worauf das zweite Hülsenende wie das erste geschlossen und ebenfalls verleimt wird.

Dieser Zylinder wird der Länge und der Breite nach mit Pechdraht einigemal umschnürt, zwischen zwei Umschnürungen entweder an einer Basis desselben oder an einem Punkte der Mantelfläche mit einem Pfriemen ein Loch gebohrt, in dasselbe eine Stoppine eingeführt, die man einige Millimeter vortreten läßt, und an der Einfügestelle mit etwas starker Anfeuerung festgemacht.

Derartige zylindrische Schläge führen auch den Namen Petarden.

Zur Erzeugung sehr starker Knalleffekte dienen die sogenannten Kanonenschläge.

Dieselben werden am besten derartig angefertigt, daß man sich aus 4 mm starkem Pappendeckel einen Würfel herstellt, dessen Seiten 40 mm betragen; man leimt zuerst fünf Quadrate mit Leinwand an den Kanten zusammen und erhält auf diese Art einen hohlen Würfel, den man mit dem sechsten Quadrate schließen kann. Bevor dies geschieht, füllt man den Innenraum mit muriatischem Pulver, steckt dann an einer der vier Ecken ein 15 cm langes Stück Bickfordscher Zündschnur in den Pulversatz, drückt den Deckel auf und verleimt denselben an den vier Seitenkanten mit Leinwandstreifen.

Sodann umwickelt man den Würfel allseitig mit starkem Pechdraht und macht schießlich mit demselben eine Schlinge als Aufhängevorrichtung.

Die Bickfordsche Zündschnur fängt mitunter schwer Feuer, da die Pulverseele oft tiefer liegt als das sie umgebende Gespinst, indem beim Entzweischneiden der Schnur etwas Pulver herausfällt.

Um diesen Übelstand zu vermeiden, macht man mit einer sehr scharfen, dünnen Messerklinge in das glatt abgeschnittene Ende der Zündschnur einen Längsschnitt von ca. 10 mm, so daß die Umhüllung und die darin befindliche Pulverseele halbiert erscheinen, und steckt zwischen die halbierte Pulverseele eine dünne Stoppine hinein, die man durch Umwinden mit schwachem Bindfaden fixiert. Der letztere wird dann zur größeren Sicherheit mit dünnem Papier umklebt.

### Knallsätze.

#### a) Muriatische Pulver.

Kaliumchlorat	50 Teile	Kaliumchlorat	50 Teile
Schwefelantimon	49 „	Schwefelantimon	18 „
Schellack	1 „	Schwefel	32 „
Kaliumchlorat	67 Teile	Kaliumchlorat	50 Teile
Schwefel	17 „	Milchzucker	22 „
Feine Kohle aus weichem Holz	16 „	Gelbes Blutlaugen- salz	28 „

#### b) Blitzlichtpulver.

Kaliumchlorat	43 Teile	Natriumchlorat	86 Teile
Magnesiumpulver, fein	57 „	Magnesiumpulver, fein	14 „
Kaliumperchlorat	60 Teile	Kaliumchlorat	70 Teile
Magnesiumpulver, fein	40 „	Fata Morgana	30 „

Kaliumpermanganat 43 Teile

Magnesiumpulver, fein 57 „

Alle diese Mischungen bedürfen einer vorsichtigen Behandlung; das Kaliumchlorat wird zuletzt mit einer Federfahne beigemischt.

Eschenbacher a. a. O. Seite 253 führt als einen weißen Sternsatz eine Mischung von Kaliumchlorat 8, Schwefelantimon 8 und Schwefel 0,5 Teilen an; diese Mischung stellt aber keinen Sternsatz, sondern ein äußerst brisant wirkendes, muriatisches Pulver dar, welches den oben angeführten in keiner Richtung nachsteht.

c) Blitzlichtpulver mit amorphem Phosphor.

Kalialpeter	63,5 Teile	Bariumnitrat	63,5 Teile
Aluminiumschliff	32 „	Fata Morgana	32 „
Bariumkarbonat	3 „	Bariumkarbonat	3 „
Amorpher Phosphor	1,5 „	Amorpher Phosphor	1,5 „
	Strontiumnitrat	63,5 Teile	
	Fata Morgana	32 „	
	Strontiumkarbonat	3 „	
	Amorpher Phosphor	1,5 „	

j) Frösche.

Dieselben werden als Versetzungen für Raketen, Feuer-töpfe und Bomben gebraucht und sind im übrigen ein nicht ungefährliches Spielzeug für die Jugend. Die Anfertigung dieses Feuerwerkskörpers ist einfach.

Man nimmt einen halben Bogen gut geleimten Schreibpapiers oder dünnen Kraftpackpapiers und faltet denselben der Länge nach zusammen, schüttet in die Falte durchweg und möglichst gleichmäßig Mehlpulver, welches aber nicht aus Sprengpulver, sondern aus Jagdpulver hergestellt worden ist, und biegt in einer Breite von ungefähr 10—12 mm die Falte um; dieses Umbiegen wird fortgesetzt, soweit das Papier reicht.

Man erhält auf diese Art eine plattgedrückte Röhre, in der sich eine Pulverseele befindet.

Diese Röhre wird nun in gleichen Entfernungen von zirka 30—40 mm im Zickzack zusammen- und aneinandergebogen,

in der Mitte mit Pechdraht zusammengeschnürt und gebunden, in das obere Ende aber eine Stoppine in die Pulverseele gesteckt und mit Anfeuerungsteig festgemacht.

Je fester die Mitte dieses Stückes gebunden wird, desto langsamer erfolgen die einzelnen Schläge.

Die meisten Autoren lehren, als Pulverseele eine doppelte Stoppine zu verwenden; in diesem Falle sind jedoch die einzelnen Detonationen nie so kräftig, als wenn man sich des Mehlpulvers, aus feinem Jagdpulver bereitet, bedient.

### **k) Sonnenregen, Gold- und Silberregen, Diamantregen, Rubinregen, Smaragdregen.**

Dünnwandige Hülsen aus dünnem Schreibpapier im Kaliber von 8—10 mm, mit 3 Wicklungen, 40—60 mm lang, werden, nachdem sie an einem Ende zugekniff wurden, mit einem der folgenden Sätze bis auf 8 mm vom offenen Rande gestopft, mit einer knieförmig gebogenen Stoppine versehen, auf diese 5 mm hoch neuerlich Satz gestopft und dann mit Anfeuerungsteig verstrichen.

Dieselben dienen, und zwar die kürzeren, zur Versetzung von Raketen, die längeren als Bombenversetzungen, und können stets auf ungeteilten Beifall rechnen.

Zum Sonnenregensatz nimmt man präparierte Kohle, die man folgendermaßen herstellt:

100 Teile grob pulverisierte Eichenholzkohle werden in einer Lösung von 50 Teilen Wasser und 8 Teilen Kalisapeter so lange gesotten, bis sich nach Verdampfen des größten Teiles Wasser ein Kuchen in der Konsistenz des Glaserkittes gebildet; dieser Kuchen wird auf Bretter dünn aufgestrichen und an einem zugigem Orte vollständig getrocknet, sodann in ein grobes Pulver verwandelt, das in gut verschließbaren Gefäßen bis zum Gebrauch aufzubewahren ist.

Es werden dann zum Sonnenregensatz genommen:

Mehlpulver	63 Teile
Präparierte Kohle	37 „

Goldregensatz.

Kaliumchlorat	50 Teile
Natriumoxalat	25 „
Schellack	12,5 „
Magnesiumpulver, fein	6 „
Aluminiumfitter, Marke weich u. fein	6,5 „

Silberregensatz.

Kaliumchlorat	40 Teile
Bariumnitrat	20 „
Milchzucker	20 „
Aluminiumpulver, Marke 00 od. PL	20 „

Diamantregensatz.

Kaliumperchlorat	53 Teile
Schwefel	29 „
Bariumnitrat	14 „
Magnesiumspäne	4 „

Rubinregensatz.

Strontiumnitrat	65 Teile
Kaliumchlorat	15 „
Schellack	14 „
Aluminiumfitter, weich und grob	1 „
Fata Morgana	5 „

Smaragdregensatz.

Bariumchlorat	54 Teile
Bariumnitrat	13 „
Schellack	6 „
Aluminiumschliff	14 „
Aluminium-Paillettes Nr. 4	13 „

Da die Sätze mit Magnesium, Aluminium und Fata Morgana ungemein lebhaft abbrennen, aber sich schwer entzünden, ist es unbedingt nötig, daß die Anfeuerungsstoppine mit der obersten Satzpartie mitgeladen werde und in ihr festsitze; durch bloße Verwendung von Anfeuerungssteig würde in den seltensten Fällen eine Entzündung des Satzes bewerkstelligt werden.

Regenhülsen mit dem Silberschwärmersatze geladen machen ebenfalls eine vorzügliche Wirkung. Ladet man in eine Regenhülse zuerst 2 Kaliber hoch einen farbigen Leuchtkugelsatz und hierauf erst den Sonnenregensatz, so bezeichnet man diesen Feuerwerkskörper als Serpentose oder Sternschlange.

### Regensätze mit amorphem Phosphor.

Für diese Sätze nehme man sehr dünne Hülsen, stopfe sie mäßig stark und feure sie lediglich trocken mit Stoppen an.

	Kalisalpeter	100 Teile		
	Amorpher Phosphor	10	„	
Bariumnitrat	49 Teile	Kalisalpeter	49 Teile	
Bariumkarbonat	30 „	Bariumkarbonat	30 „	
Magnesiumpulver,		Aluminiumschliff	20 „	
fein	20 „	Amorpher Phosphor	1 „	
Amorpher Phosphor	1 „			
	Strontiumnitrat	50 Teile		
	Strontiumkarbonat	29 „		
	Aluminium I Brillant	20 „		
	Amorpher Phosphor	1 „		

#### l) Aluminiumquasten.

Über einen Winder von 14 mm Durchmesser werden in drei Wicklungen nur am Rande der letzten gekleisterte Hülsen aus gewöhnlichem Schreibpapier in einer Länge von 40 bis 50 mm hergestellt, an einem Ende gleich einer Geldrolle geschlossen und mit dem Silberschwärzersatz geladen und trocken, gleich den bengalischen Flammen, angefeuert. Dieselben machen insbesondere als Bombenversetzungen einen großen Effekt.

#### m) Bombetten.

Bombetten dienen zur Versetzung großer Bomben und machen einen außerordentlichen Effekt; man kann sie übrigens gleich den Leuchtbomben aus Mörsern in die Luft schießen, obschon dies nicht mehr üblich ist.

In den Geschäften, die Christbaumschmuck führen, erhält man unter der Bezeichnung „Globus“ Kugeln, die aus dünnem Blech getrieben sind, 42 mm im Durchmesser haben und aus zwei Halbkugeln bestehen, die in einem Falz sehr gut inein-

ander passen und, mit einem Goldfaden als Aufhängevorrichtung versehen, dazu dienen, mit Konfekt gefüllt und auf einen Christbaum gehängt zu werden.

Die Bezeichnung „Globus“ rührt daher, daß auf den Kugeln die fünf Erdteile abgebildet erscheinen.

Diese „Globen“ sind wie geschaffen, um als Grundlage zur Fabrikation von Bombetten zu dienen.

Man stellt die beiden Halbkugeln mit ihren Polen auf einen Tisch und füllt sie mit kleinen Sternen oder mit Körnern und Sprengsatz ( $\frac{2}{3} : \frac{1}{3}$ ), bedeckt dann die eine der beiden mit einem Blatt Papier, kehrt dieselbe, indem man das Papier andrückt, vorsichtig um und legt sie auf die zweite Halbkugel hinauf, so daß nur das Blatt Papier die Scheidewand zwischen den beiden bildet; durch vorsichtiges wagrechtes Herausziehen der letzteren gelingt es, die beiden Halbkugeln zu vereinigen, ohne daß etwas von ihrer Ladung herausfiele.

Nun macht man an einem der beiden Pole mit einem Pfriemen ein etwa 2 mm breites, rundes Loch, in welches man provisorisch einen genau passenden, sich klemmenden Drahtstift hineinsteckt, und umwindet nun die Kugel über und über mit Stopfgarn so lange, bis keine einzige bloßliegende Stelle der Kugel sichtbar ist und man einen Stopfgarnknäuel vor sich hat, aus dessen einem Pole der Drahtstift hervorschaut.

Dieser wird nun entfernt und an dessen Stelle eine Stoppine in die freigewordene Öffnung hineingesteckt, die über dem Stopfgarn glatt abgeschnitten und daselbst mit dicker Anfeuerung bestrichen wird.

Ist diese trocken geworden, so wird die Kugeloberfläche vollständig mit Dextrinkleister angestrichen und in einem Leuchtkugelsatz gewälzt, den man an die Kugeloberfläche andrückt und dann vollkommen trocknen läßt.

Ist dies erfolgt, so bürstet man die Kugel mit einer weichen Bürste gut ab, kleistert sie neuerdings ein, wälzt sie im Leuchtkugelsatz und wiederholt nach dem Trocknen so lange diese Manipulation, bis die Satzkruste eine Stärke von 4 mm erreicht hat.

Schließlich wird die Kugeloberfläche zum letztenmal eingekleistert und in Anfeuerungspulver gewälzt, worauf die Bombette, wenn sie vollkommen trocken geworden, gebrauchsfertig ist.

Als Sprengsatz für Bombetten muß noch immer der Chertiersche Satz, bestehend aus chlorsaurem Kali 8, feiner Lindenkohle 4, Kalisalpeter 2 und Schwefel 1, empfohlen werden, der auch für Kugelbomben eine sichere Zündung der Versetzungen bewirkt; für Schnürbomben wäre der Satz zu gefährlich.

### n) Fallschirme.

Fallschirme dienen sowohl zu Raketen- als auch zu Bombenversetzungen und sind insbesondere als letztere ein sehr wirkungsvolles Feuerwerksstück; ihre Herstellung ist die folgende:

Man erstedt bei einem Regenschirmmacher um einige Pfennige achtteilige alte Sonnenschirmüberzüge. Dieselben besitzen in der Regel einen Durchmesser von 80—90 cm.

An die Peripherie des Schirmüberzuges, dort, wo die 8 Spangen angebracht waren, näht man 8 mittelstarke Spagatschnüre in der Länge von 65 cm und vereinigt dieselben an ihrem Ende zu einem Knoten.

Hierauf stopft man möglichst fest eine bengalische Flammenhülse in der Länge von 70 mm und im Kaliber von 25 mm, nachdem man vorher das eine Ende der Hülse mit einem streng anschließenden eingeleimten Kork verschlossen, mit einem oder mehreren Flammenfeuersätzen, feuert das zweite Ende wie eine Zylinderflamme (trocken, mit Stoppinen) gut an und schraubt in die Mitte des Korkes eine Ringschraube ein, an die die Flammenhülse mittels eines starken, 20 cm langen Spagates an den Knoten der 8 Fallschirmschnüre festgebunden wird.

Sodann erweitert man das in der Mitte des Schirmüberzuges befindliche, vom Schirmstocke herrührende Loch um 5—6 cm im Durchmesser, womit der Fallschirm fertiggestellt erscheint.

Wird die Flammenhülse mit verschiedenen Sätzen geladen, so lasse man zuerst grün, dann rot, hierauf weiß, nachher gelb oder orange und schließlich blau brennen, stopfe demnach die Hülse in umgekehrter Ordnung wie hier angegeben, da die Optik lehrt, daß die Lichtstärke im Verhältnis des Quadrates der Entfernung von der Lichtquelle abnimmt, und Grün die größte, Blau die geringste Lichtstärke besitzt.

Das in der Mitte der Schirmhülse eingeschnittene Loch hat den Zweck, den unter derselben sich ansammelnden heißen Gasen einen Abzug zu gewähren, da diese sonst gezwungen sind, sich den Abzug um die Peripherie des Schirmes herum zu verschaffen, wodurch letzterer ins Schwanken gerät, das sich auch den Schnüren und in letzter Folge der Flammenhülse mitteilt.

Die Fallschirme in obigen Dimensionen sind für Bomben berechnet; zu Raketenversetzungen erscheinen sie zu groß, respektive zu schwer, und müssen in allen ihren Teilen reduziert werden, derart, daß sie — wie übrigens alle anderen Raketenversetzungen — ein Drittel der Raketenschwere nicht übersteigen.

Für Raketen von 25 mm Kaliber darf der Fallschirm (Hülle, Schnüre und Flammenhülse zusammengenommen) kein höheres Gewicht haben als 45—50 g, denn es wiegt das für eine solche Rakete benötigte Satzquantum ungefähr 100 g, die Hülse 40 g.

Für Raketenversetzungen müssen also die seidenen Sonnenschirmüberzüge rings herum bis auf einen Durchmesser von 45 cm zurückgeschnitten werden, wenn man es nicht vorzieht, ein kreisrundes Stück Taffet zu diesem Zwecke zu verwenden.

Es werden übrigens Fallschirme auch aus Lüster (Mohär, Alpaka), aus Musselin, ja selbst aus Papier (tissue paper) hergestellt, doch ist Seide das beste Material, weil es seine Form nicht so leicht verliert und die Gefahr, sich nicht zu entfalten, geringer ist als bei anderen Stoffen; auch ist Seide sehr schwer verbrennbar und bedarf daher keiner Imprä-

gnierung mit schwefelsaurem Ammoniak, was bei anderen Stoffen vorsichtsweise geschehen sollte.

Der zur Anwendung gelangende Stoff muß auf jeden Fall dunkel, am besten von schwarzer Farbe sein, da nur die Flamme, nicht auch der Schirm gesehen werden darf.

Sandmann drückt sich sehr schön dahin aus, „daß die mit Flammenfeuer geladene Hülse dem Auge wie ein großer Stern erscheint, der, von einer unsichtbaren Kraft getragen, langsam am Horizonte dahinzieht, bis er plötzlich verlischt, um geräuschlos im Dunkel zu verschwinden“. (Max Sandmann, Die Lustfeuerwerkerei XI Weimar 1890 [B.F.Voigt].)

Mit Fallschirmen versetzte Feuerwerksstücke sollten daher niemals in einer mond hellen Nacht abgebrannt werden.

### o) Bengalische Flammen.

Hierunter verstand man seinerzeit ein glänzend weißes Flammenfeuer, das, zur Beleuchtung eines Gegenstandes lose aufgeschüttet, abgebrannt wurde; dasselbe bestand aus einem Gemenge von 48 Teilen Kalisalpeter, 14 Teilen Schwefel und 4 Teilen Realgar.

Lose aufgeschüttete Satzgemenge, die, angezündet, weißes oder buntes Flammenfeuer geben, finden wohl auch noch heutzutage Anwendung, doch ist die hiedurch stattfindende Beleuchtung sehr unregelmäßig und flackernd; will man eine regelmäßige und lange andauernde Beleuchtung, so greift man zu den Zylinderflammen, die, auf hohen Pfählen wagrecht angemacht, entweder am Schluß einer pyrotechnischen Vorstellung die Umgebung des Feuerwerksplatzes bestrahlen, um den Zusehern heimzuleuchten, oder irgendein Objekt in magisches Licht zu tauchen, in welchem letzterem Falle jedoch die Flamme derart angebracht werden soll, daß nur das von ihr ausgestrahlte Licht reflektiert, sie selbst aber nicht gesehen werde.

Auch bei nächtlichen Ausflügen werden zuweilen bengalische Zylinderflammen abgebrannt, die, von einem Teilnehmer getragen, den Weg beleuchten; endlich werden in letzter Zeit

große, mit einem weißbrennenden Magnesiumsatze geladene Hülsen, die ein Licht von mehreren tausend Kerzenstärken verbreiten und mit einem Zeitzünder versehen sind, auf Fallschirmen von Äroplanen herabgelassen, um auch in der Nacht feindliche Stellungen in Gegenden zu beobachten, die infolge besonderer Terrainformationen mit dem Lichtkegel der elektrischen Scheinwerfer nicht bestrichen werden können.

Bengalische Zylinderflammen werden auf die nachstehende Weise hergestellt:

Dünnwandige Hülsen mit 3—4 Umgängen aus gewöhnlichem Schreibpapier beliebiger Länge und nicht unter 25 mm Kalibergröße werden nur am äußersten Rande der letzten Papierumwindung gekleistert und mit einem genau passenden zylindrischen Korke, der vorher mit Leim bestrichen wurde, einseitig geschlossen.

Ist die Hülse getrocknet, so wird in dieselbe der Winder hineingeschoben und über die dünne Hülse in 5—6 Umgängen Kraftpackpapier gewunden, das auch nur am Rande der letzten Umwindung gekleistert wird.

Dies geschieht zu dem Zwecke, damit die dünnwandige Hülse beim starken Stopfen nicht geknickt werde oder Wülste bekomme; sodann wird in kleinen Portionen (bis zur jedesmaligen Höhe eines Kalibers) Satz eingefüllt und jede Satzpartie mit dem massiven Setzer, der um 1 mm schwächer ist als der bezügliche Winder, derart gestopft, daß man die Hülse in der linken Hand hält und jene durch diese laufen läßt, indem man mit dem leichten Holzhammer auf den Setzer einige nicht zu starke Schläge führt.

Ist die Hülse auf diese Art gänzlich geladen, so löst man von ihr die sie umgebende Schutzhülle ab und kleistert um das offene Ende der ersteren einen Papierstreifen in zwei Umgängen herum, welchen Streifen man zirka 4 cm über das Hülsenende vorstehen läßt.

Hierauf wird ein Bündel Stoppinen auf den Satz hinabgeschoben, etwas Satz um die Stoppinen geschüttet und mit dem hohlen Setzer, dessen Höhlung das Stoppinenbündel

aufnimmt, festgestopft und über dem Satze die noch vorhandene Hülsenverlängerung fest zugebunden, so daß die Stoppinenenden aus der Mitte des Bundes herausragen.

Diese Art der Anfeuerung ist die sicherste und, wo nur angängig, der nassen Anfeuerung vorzuziehen.

Selbstverständlich können in die Hülse Sätze, die in verschiedenen Farben abbrennen, geladen werden, nur muß in der Aufeinanderfolge eine gewisse Farbenreihe eingehalten werden, um nicht das Auge zu verletzen.

Man lasse zuerst weiß, dann orange, dann blau, hierauf gelb, auf gelb violett, sodann grün und zum Schluß rot brennen. Am Schluß einer pyrotechnischen Vorstellung machen dunkelrot brennende bengalische Flammen den besten Eindruck auf die Zuseher — blaues oder violettes Feuer taugt für diesen Zweck nicht, da es zu geringe Lichtstärke besitzt.

### p) Sätze zu bengalischen Flammen.

#### Weiß.

Kalisalpeter	71 Teile	Kalisalpeter	67 Teile
Schwefel	23 „	Schwefel	13 „
Schwefelantimon	6 „	Schwefelantimon	11 „
		Realgar	9 „

Kalisalpeter	65 Teile
Schwefel	16 „
Schwefelantimon	16 „
Aluminiumpulver 00	3 „

#### Gelb.

Kaliumchlorat	66 Teile	Natronsalpeter	67 Teile
Kryolith	16 „	Schwefel	22 „
Schwefel	16 „	Schwefelantimon	6 „
Milchzucker	2 „	Aluminiumschliff	3 „
		Feine Kohle	2 „

Natronsalpeter	70 Teile
Schwefelantimon	22 „
Schwefel	6 „
Mehlpulver	2 „

Gelbrot.

Strontiumnitrat	66 Teile	Strontiumnitrat	66 Teile
Kaliumchlorat	17 „	Schellack	20 „
Schellack	16 „	Natriumoxalat	12 „
Natriumchlorat	1 „	Kaliumchlorat	2 „

Rot.

Strontiumnitrat	71 Teile	Strontiumnitrat	52 Teile
Schwefel	20 „	Kaliumchlorat	27 „
Kaliumchlorat	6 „	Schwefel	19 „
Feine Kohle	3 „	Kienruß	2 „

Strontiumnitrat	80 Teile
Schellack	16 „
Kaliumchlorat	4 „

Grün.

Bariumnitrat	83 Teile	Bariumnitrat	46 Teile
Schellack	13 „	Kaliumchlorat	38 „
Kaliumchlorat	4 „	Schwefel	11 „
		Kienruß	5 „

Bariumchlorat	60 Teile
Kalomel	20 „
Bariumnitrat	10 „
Schellack	6 „
Milchzucker	4 „

Blau.

Kaliumchlorat	62 Teile	Kaliumchlorat	61 Teile
Basisches Kupferchlorid	25 „	Basisch schwefels. Kupferoxid-	
Schellack	12 „	ammoniak	15 „
Kalomel	1 „	Schwefel	23 „
		Kalomel	1 „

Kaliumchlorat	55 Teile
Schwefel	22 „
Bergblau	20 „
Bleichlorid	3 „

Violett.

Kaliumchlorat	56 Teile	Kaliumchlorat	26 Teile
Strontiumkarbonat	16 „	Strontiumnitrat	25 „
Schwefel	19 „	Basisches Kupfer-	
Basisches Kupfer-		chlorid	21 „
chlorid	6 „	Schwefel	13 „
Bleichlorid	3 „	Kalomel	13 „
		Schellack	2 „

q) Magnesiumfackeln.

Die nachstehenden Sätze, deren Bestandteile auf das innigste zu mengen sind, werden in Zinkhülsen in der Stärke von  $\frac{1}{4}$  mm, im Kaliber von 20 mm und in der Länge von ungefähr 60 cm gestopft und bis zum Gebrauche mit einem gut passenden, paraffinierten Korkpfropfen luftdicht verschlossen.

Weiß.

Bariumnitrat	82 $\frac{1}{2}$ Teile
Schellack	15 $\frac{1}{2}$ „
Magnesiumpulver, fein	2 „

Gelb.

Natriumchlorat	86 Teile
Schellack	8 „
Magnesiumpulver, fein	6 „

Gelbrot.

Strontiumnitrat	49 Teile
Natriumchlorat	30 „
Schellack	15 „
Magnesiumpulver, fein	6 „

Grün.

Bariumchlorat	84 Teile
Schellack	14 „
Magnesiumpulver, fein	2 „

### Rot.

Strontiumnitrat	84 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Teile
Schellack	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
Magnesiumpulver, fein	2 „

Die Farben blau und violett lassen sich auf diese Art nicht darstellen.

### r) Lichter oder Lanzen.

Die Lichter oder Lanzen sind nichts anderes als bengalische Flammen im kleinen Maßstabe; sie werden niemals als Einzelstück, sondern immer nur zur Dekorierung anderer Stücke und für pyrographische Darstellungen verwendet.

Je nach ihrer Bestimmung ist ihre Kalibergröße und Hülsenlänge verschieden.

Von großer Wichtigkeit bei diesem Feuerwerkskörper ist die Qualität des zur Hülsenfabrikation dienenden Papieres.

Ist dasselbe derart beschaffen, daß es sehr schwer verbrennt, so kann sich der Fall ereignen, daß der Satz rascher weiterbrennt als die ihn umschließende Hülle, in welchem Falle die Flamme der Lichter beinahe gar nicht mehr sichtbar wird, sondern in der verkohlten Hülse verschwindet, aus der nur hie und da eine kurze Stichflamme mit ihrer charakteristischen Färbung hervorbricht.

Dieser Fall kann sich insbesondere bei kleinkalibrigen Lichtern ereignen.

Feines Briefpapier, überhaupt feines Papier aus Zellulose ist das für diesen Zweck tauglichste.

Sätze, die blau, violett oder grün brennen, erleiden durch das mitverbrennende Papier eine Verfärbung; man hat daher vorgeschlagen, derartige Sätze statt in Papier — in Staniolhülsen zu stopfen; es gibt jedoch Sätze, die in Staniolhülsen nicht brennen, da die Papierumhüllung als Dochtmittel wirkt — auch sind Staniolhülsen gebrechlicher als solche aus Papier.

Da alle Lichter gleichzeitig verlöschen sollen, muß deren Länge verschieden sein, da nicht alle Sätze gleich rasch sind.

Blaue Sätze übertreffen an Raschheit alle übrigen; es müßten daher die solche Sätze enthaltenden Hülsen bedeutend länger genommen werden als alle übrigen; das würde jedoch zu Inkonvenienzen führen bei der Stoppinenverbindung der einzelnen Lichter untereinander.

Man pflegt daher die Hülsen für alle Sätze gleich lang zu machen und durch Versuche, die bei diesen kleinen Feuerwerkskörpern sehr leicht und ohne Kosten bewerkstelligt werden können, festzustellen, welche verschiedene Brenngeschwindigkeit die einzelnen zur Verwendung gelangenden Sätze besitzen, worauf man in jene Hülsen, die fauler brennende Sätze enthalten als andere, einen Tonvorschlag macht und auf diese Weise bei gleichbleibender Hülsenlänge in gleicher Zeit verlöschende Lichter erhalten kann.

Die Lichter werden in einem Kaliber von 6—14 mm und in der Länge von 120—150 mm hergestellt; die Zahl der Papierumgänge darf 2—3 Umwindungen nicht übersteigen.

Die Hülsen dürfen nur am äußersten Rande der letzten Umwindung gekleistert — ja nicht gummiert oder gar geleimt — werden, dies gilt auch von allenfalls zur Verwendung gelangenden Staniolhülsen.

Der Verschuß der Hülsen geschieht am besten durch genau passende eingeleimte Korkpfropfen — weniger empfehlenswert ist das Einkneifen der Hülsen oder der Verschuß mit Tonvorschlag.

Sind die Lichterhülsen vollkommen getrocknet, so umgibt man dieselben gleich den Hülsen für bengalische Flammen mit einer Schutzhülle aus Papier und steckt sie in ein mit einem Zentrumborher in einen Holzklotz senkrecht gebohrtes Loch von genügender Tiefe und vom Kaliber des äußeren Schutzhüsendurchmessers und verwendet als Stopfapparat einen kleinen Trichter aus dünnem Kupfer- oder Messingblech, der in das offene Ende der Lichterhülse hineinpaßt.

Durch diesen Trichter steckt man einen entsprechend langen Drahtstift in der Stärke des halben Lichterkalibers als Setzer bis auf den Boden der Lichterhülse und schüttet

in den Trichter den zu verwendenden Satz; durch das Auf- und Abbewegen des Setzers, das jedoch in sehr engen Grenzen stattfinden muß, fällt stets etwas Satz in die Hülse, der durch mäßigen Druck der Hand gedichtet wird.

Das Stopfen der Lichterhülsen kann auch auf die Art geschehen, daß man dieselben, in der linken Hand haltend, mit ihrem offenen Ende in den Satz taucht und so viel Satz aufnimmt, daß er ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Kaliber Höhe erreicht, dann an die aufrecht gestellte Hülse klopft, bis der Satz hinabfällt, und ihn dann mit dem Setzer, den man in der Rechten hält, zusammendrückt.

Ist auf diese Art die Hülse bis auf 1 Kaliber vom offenen Hülsenrande vollgestopft, so wird dieselbe der sie umgebenden Schutzhülle entkleidet, mit Anfeuerungsteig, den man sich am besten, statt aus reinem Mehlpulver, aus Sprengsatz herstellt, geschlossen, da bloßes Mehlpulver schwer angehende Sätze nicht mit voller Sicherheit entzündet.

Bei hygroskopischen Sätzen muß der Sprengsatzteig statt mit Wasser mit absolutem Alkohol, dem 2% Mastix zugesetzt wurden, angemacht werden — doch ist es in allen solchen Fällen besser, auf den hygroskopischen Satz 1 Kaliber hoch einen luftbeständigen zu laden und erst diesen, wie gewöhnlich, anzufeuern.

Wurde der Satzteig sehr kompakt genommen, so wird er beim Trocknen keinen kleineren Raum einnehmen, als er ihn im feuchten Zustand eingenommen, und auch eine Zusammenhangstrennung des trocken gewordenen Satzteiges von der Lichtersatzoberfläche wird nicht zu befürchten sein.

Für Lichter großen Kalibers, die nicht zu pyrographischen Vorstellungen, sondern zur Dekorierung von fixen Funkenfeuerstücken oder von Drehstücken dienen sollen, ist die Anfeuerung mit Stoppinen, wie dies bei den bengalischen Flammen näher erörtert wurde, der nassen Auffeuerung unter allen Umständen vorzuziehen.

Das Stopfen der Lichter muß möglichst fest und möglichst gleichmäßig geschehen, da es klar ist, daß schwächer ge-

stopfte Hülsen rascher abbrennen als stark komprimierte und daher, wenn auch der gleiche Satz eingeladen wurde, erstere früher verlöschen werden als letztere, was als ein Kunstfehler bezeichnet werden müßte.

Alles Weitere über die Verwendung und Anbringung der Lichter wird in der Folge zugehörigen Ortes zur Erörterung kommen.

### s) Lichtersätze.

#### Weiß.

Kalisalpeter	67 Teile	Kalisalpeter	59 Teile
Schwefel	17 „	Schwefel	30 „
Schwefelantimon	16 „	Schwefelantimon	11 „

#### Gelb.

Kaliumchlorat	55 Teile	Kaliumchlorat	71 Teile
Bariumnitrat	17 „	Natriumoxalat	15 „
Strontiumkarbonat	12 „	Schellack	14 „
Schellack	11 „		
Kryolith	5 „		

Kaliumchlorat	50 Teile	Kaliumchlorat	50 Teile
Natriumoxalat	30 „	Schwefel	25 „
Schwefel	20 „	Natriumoxalat	13 „
		Strontiumsulfat	12 „

#### Gelbrot.

Strontiumnitrat	68 Teile	Strontiumnitrat	66 Teile
Schellack	20 „	Schellack	18 „
Natriumchlorat	12 „	Natriumoxalat	11 „
		Kaliumchlorat	5 „

#### Rot.

Kaliumchlorat	72 Teile	Kaliumchlorat	58 Teile
Strontiumoxalat	13 „	Strontiumoxalat	22 „
Milchzucker	9 „	Schwefel	20 „
Schwefel	6 „		

Kaliumchlorat	47 Teile	Kaliumchlorat	67 Teile
Strontiumkarbonat	32 „	Strontiumnitrat	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „
Milchzucker	21 „	Lykopodium	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „

Kaliumchlorat	32 Teile	Kaliumchlorat	43 Teile
Strontiumnitrat	48 „	Strontiumnitrat	43 „
Schwefel	18 „	Schellack	14 „
Kienruß	2 „		

Grün.

Bariumchlorat	56 Teile	Kaliumchlorat	35 Teile
Bariumnitrat	22 „	Bariumnitrat	49 „
Kalomel	11 „	Schwefel	15 „
Schellack	11 „	Kienruß	1 „

Bariumchlorat	75 Teile	Kaliumchlorat	50 Teile
Milchzucker	20 „	Bariumnitrat	25 „
Lykopodium	5 „	Milchzucker	13 „
		Lykopodium	12 „

Blau.

Kaliumchlorat	55 Teile	Kaliumchlorat	67 Teile
Schwefel	21 „	Schwefelkupfer	11 „
Schwefelkupfer	10 „	Bergblau	10 „
Bergblau	10 „	Schellack	8 „
Bleichlorid	4 „	Bleichlorid	4 „

Violett.

Kaliumchlorat	47 Teile
Schwefelkupfer	19 „
Schwefel	19 „
Strontiumoxalat	12 „
Bleichlorid	3 „

Auch sind für Blau und Violett die bengalischen Flam-  
mensätze hier anwendbar.

### t) Brander.

Brander, auch Fontänen genannt, sind dickwandige Hülsen, die, mit einem raschen oder faulen Funkenfeuersatze geladen, mannigfache Verwendung finden.

Die Länge der Branderhülsen beträgt in der Regel nicht über 14 Kaliber, welches letzteres gewöhnlich zwischen 15 mm und 40 mm variiert.

Die Wandstärke der Hülsen ist verschieden, je nachdem es sich um Fontänen handelt, die mit einem Stillfeuersatze, oder um solche, die mit einem Treibsatze geschlagen werden sollen; im ersteren Falle genügt eine Wandstärke von  $\frac{1}{5}$  Kaliber, im letzteren Fall ist in der Regel eine solche von  $\frac{1}{3}$  Kaliber nötig.

Man unterscheidet zwei Arten von Brander: solche, welche ihr Feuer aus der Kehle der Hülse, also zentral, ausstrahlen, und solche mit seitlicher Strahlung („Brander mit seitlicher Mündung“); während die letzteren ganz gekleisterte Hülsen erfordern, genügt es bei ersteren, wenn die zweite und einige der letzten Umwindungen gekleistert werden; in beiden Fällen beträgt die Ausströmungsöffnung gewöhnlich  $\frac{1}{3}$  der Kaliberweite.

Wie erwähnt, soll die Hülsenlänge nicht mehr als das Vierzehnfache des Hülsendurchmessers betragen, weil je tiefer der Satz herunterbrennt, desto spärlicher der Auswurf wird; wünscht man eine längere Brenndauer, so wird dieselbe derart herbeigeführt, daß eine verdeckte Stoppine vom Ende der einen Fontäne zum Kopf einer zweiten, eventuell vom Ende dieser zum Kopf einer dritten usf. geführt wird.

Das Laden der Fontänen mit zentraler Ausströmungsöffnung geschieht auf die folgende Weise:

Ein Holzklotz wird derart in die Erde eingerammt, daß er aus derselben bis zur Kniehöhe des Feuerwerkers hervorragt und mit einer ebenen Fläche abschließt; auf einer gleich hohen Bank, die ebenfalls fixiert sein muß, sitzt der Feuerwerker derart, daß er den Holzklotz vor sich zwischen den

Knien hat; rechts davon befinden sich auf einem Tisch in Handreichungsweite der nötige Satz, sowie die benötigten Setzer. Zuerst wird nun die auf etwas mehr als auf  $\frac{1}{3}$  Kaliber zugeschnürte Hülse auf die Eichel gesteckt, welche mit dem Untersatz und dem kurzen Dorn bekanntlich aus einem Stücke hergestellt erscheint.

Die Eichel ist 2 Kaliber hoch, im Durchmesser der zu schlagenden Hülse; die Dornhöhe beträgt  $1\frac{1}{2}$  Kaliber und ist durchwegs  $\frac{1}{3}$  Kaliber stark und an der Spitze abgerundet; der Untersatz wird durch einen Eisenwürfel mit der Seitenlänge von ungefähr 5 cm gebildet.

Dieser Schlagapparat samt darauf sitzender Hülse wird auf den Holzpflock gestellt, dann wird der hohle Setzer in die Hülse eingeführt, und dann werden mit dem Holzhammer einige leichte Schläge auf denselben geführt, damit sich die Kehle der Hülse an dem Dorn und der Kessel derselben an der Eichel fest ansetze. Dieser hohle Setzer besitzt nämlich auf einem Ende eine zentrische Bohrung, die zur Aufnahme des kurzen Dornes bestimmt ist und dessen Größenverhältnissen entspricht.

Man schüttet hierauf so viel Ton (Pfeifenton Bolus) in die Hülse, daß derselbe, mit einigen starken Schlägen festgeschlagen,  $\frac{3}{4}$  Kaliber hoch erscheint. Der Dorn wird dann, nach Abrechnung von  $\frac{1}{4}$  Kaliber, den die Kehle der Hülse einnimmt, noch mit  $\frac{1}{2}$  Kaliber aus dem Tonvorschlag herausragen. Nun neigt man den ganzen Schlagapparat, auf dem die Hülse fest sitzt, und führt mit der Ladeschaufel so viel Satz ein, daß derselbe  $1\frac{1}{2}$  Kaliber Höhe erreicht; dann wird der Schlagapparat wieder senkrecht auf den Klotz aufgestellt, der massive Setzer eingeführt, oder, falls der hohle Setzer aus Metall besteht, dieser einfach umgekehrt, und während die linke Hand mit Daumen und Zeigefinger den Setzer, mit den drei übrigen Fingern aber den abschließenden Teil der Hülse umklammert hält, führt die rechte Hand 25—30 starke Schläge auf den Setzer aus. Ist auf diese Weise die Hülse bis auf  $1\frac{1}{2}$  Kaliber vollgeladen, so wird in dieselbe ein Papierpfropf

eingeschlagen und hinter diesem die Hülse zugewürgt oder mit einem mit Leim bestrichenen, genau passenden Korkstopfen (Frey) verschlossen.

Diese Art der Ladung von Brandern findet statt, wenn es sich um Anwendung eines faulen Satzes handelt; soll ein scharfer Satz (Brillantsatz) eingeschlagen werden, so muß auf den Tonvorschlag, soweit der Dorn reicht, fauler Satz geschlagen werden, da sonst ein Platzen der Hülse statthaben könnte.

Das Schlagen der Hülse darf auf keinem Bretter-, Marmor-, Zement- oder Ziegelboden geschehen, weil die Schwingungen, welche die Schläge hervorbringen, sich auf solchen Böden fortpflanzen und eine Entmischung des auch entfernt stehenden Satzes bewirken würden; aus diesem Grunde darf der Satz auch nicht in die Hülse geschüttet werden.

Soll ein Brander mit seitlicher Mündung geschlagen werden, so setzt man die Hülse, nachdem sie soweit als möglich zugewürgt wurde, mit ihrem Kessel auf die Eichel, die in diesem Falle keinen Dorn trägt, sondern allein auf dem Eisenwürfel (Untersatz) aufsitzt, und schlägt zuerst mit dem massiven Setzer einen Papierpfropf hinein oder macht einen Tonvorschlag, um sie vollkommen zu verschließen, bezeichnet sich aber an der Mantelfläche der Hülse, bis wohin der Pfropfen oder Tonvorschlag reicht; hierauf wird mit dem massiven Setzer die Hülse geladen wie die mit zentraler Mündung und schließlich ebenso verschlossen.

Mit einem Zentrumborner werden dann die nötigen seitlichen Öffnungen stets radial zur Achsenhülse gebohrt — in welchem Durchmesser und wie tief wird bei Erörterung der einzelnen Feuerwerkskörper, zu denen die betreffenden Brandere Verwendung finden sollen, des näheren ausgeführt werden. Will man den Brander mit einem Schlag enden lassen — und Schläge erscheinen herkömmlich als der erwartete Schlußeffekt eines Branders — so kann man verschieden vorgehen; entweder bringt man den Schlag innerhalb oder außerhalb des Branders an.

Im ersteren Falle schlägt man nur so viel Satz in die Hülse ein, daß von derselben  $2\frac{1}{2}$  Kaliber frei bleiben, schüttet

auf den Satz 1 Kaliber hoch muriatisches oder Blitzlichtpulver, drückt auf diesen Satz einen Pfropf aus weichem Papier und verschließt hinter demselben durch Würgung oder mit Kork die Hülse.

Bei Anwendung des weniger brisant wirkenden Jagdpulvers muß zwischen der Pulverladung und dem Satz eine Schlagscheibe eingeleimt werden. Soll der Schlag außerhalb der Hülse angebracht werden, so bohrt man vor dem Verschlußpfropfen des Branders ein Loch in den Satz und führt die Stoppine eines zylindrischen Schlages, welche in der Mitte desselben angebracht wurde, in die Bohrung ein, worauf der Schlag parallel zur Hülsenachse angeleimt und mit Bindfaden befestigt wird.

Für Brander größeren Kalibers empfiehlt es sich, einen zylindrischen Schlag, dessen Stoppine an seiner Basis angebracht erscheint und dessen äußerer Kaliber dem inneren Kaliber des betreffenden Branders entspricht, in dessen offenes Ende hineinzuleimen, so daß die Stoppine des Schlages auf der zuletzt geschlagenen Satzportion aufliegt.

Bei Brandern mit seitlicher Mündung werden die Schläge wohl immer außerhalb der Hülse angebracht.

Was die Schlagscheibe betrifft, so dienen hierfür am besten die in jedem Durchmesser im Handel erhältlichen Knopfformen; es sind dies runde Scheiben aus hartem Holz, auf einer Seite flach, auf der zweiten Seite konvex, in der Mitte perforiert; die flache Seite wird auf den Satz geschoben.

#### u) Sätze für Brander.

##### 1. Scharfe Treibsätze.

Mehlpulver	90 Teile	Mehlpulver	80 Teile
Grobe Kohle aus		Grobe Kohle aus	
weichem Holz	10 „	Eichenholz	20 „
Mehlpulver	85 Teile	Mehlpulver	85 Teile
Mittelfeine Kohle		Braunstein	15 „
aus weichem Holz	15 „		

Diese Sätze geben ein gewöhnliches Funkenfeuer und finden Verwendung, wo eine große Triebkraft erfordert wird.

Mehlpulver	80 Teile	Mehlpulver	78 Teile
Stahlpulver	20 „	Schwefel	2 „
		Lyoner Fäden	20 „
Mehlpulver	80 Teile	Mehlpulver	57 Teile
Schwefel	2 „	Salpeter	21 „
Gußeisen	18 „	Bleioxyd	15 „
		Schwefel	7 „
Mehlpulver	80 Teile	Mehlpulver	69 Teile
Lyoner Fäden	10 „	Stahlgriß	18 „
Gußeisen	5 „	Kalisalpeter	8 „
Kalisalpeter	5 „	Schwefel	5 „

Diese Sätze sind Brillantsätze und finden insbesondere zu Drehstücken Verwendung; in dem Bleioxyd enthaltenden Satze kann dasselbe durch Bleisulfid ersetzt werden.

Die folgenden Sätze sind Magnesium- bzw. Aluminium-Brillantsätze.

Mehlpulver	80 Teile	Mehlpulver	77 Teile
Gußeisen	18 „	Lyoner Fäden	19 „
Aluminiumpaillettes	2 „	Magnesiumspäne	4 „
Mehlpulver	77 Teile	Mehlpulver	70 Teile
Stahlgriß	20 „	Stahlgriß	20 „
Aluminiumflocken,		Kalisalpeter	5 „
hart	3 „	Aluminiumspäne	5 „

## 2. Treibsätze mittlerer Raschheit.

Mehlpulver	84 Teile	Kalisalpeter	73 Teile
Grobe Kohle aus		Grobe Kohle aus	
weichem Holz	16 „	weichem Holz	16 „
		Schwefel	11 „
		Kalisalpeter	58 Teile
		Grobe Kohle aus Eichenholz	29 „
		Schwefel	13 „

Mehlpulver	65 Teile	Mehlpulver	55 Teile
Stahlgrieß	35 „	Lyoner Fäden	18 „
		Gußeisen	15 „
		Kalisalpeter	6 „
		Schwefel	6 „

Mehlpulver	56 Teile	Mehlpulver	55 Teile
Gußeisen	27 „	Kalisalpeter	16 „
Kalisalpeter	11 „	Schwefel	4 „
Schwefel	6 „	Stahlgrieß	15 „
		Gußeisen	10 „

Kalisalpeter	32 Teile	Mehlpulver	54 Teile
Mehlpulver	28 „	Lyoner Fäden	26 „
Grobe Kohle aus weichem Holz	19 „	Kalisalpeter	13 „
Schwefel	8 „	Aluminiumflocken, weich und grob	7 „
Stahlgrieß	8 „		
Aluminiumpaillettes	5 „		

Mehlpulver	48 Teile	Mehlpulver	42 Teile
Kalisalpeter	24 „	Grobe Kohle aus weichem Holz	24 „
Schwefel	12 „	Kalisalpeter	15 „
Grobe Kohle aus Eichenholz	4 „	Schwefel	5 „
Magnesiumpulver, grob	12 „	Aluminiumpulver, grob	14 „

### 3. Faule Sätze.

Kalisalpeter	55 Teile	Mehlpulver	73 Teile
Schwefel	14 „	Grobe Kohle aus weichem Holz	27 „
Grobe Kohle aus weichem Holz	31 „		

Mehlpulver	45 Teile	Bleisalpeter	88 Teile
Salpeter	23 „	Feine Lindenholz- kohle	12 „
Kohle	22 „		
Porzellan	10 „		

Kalisalpeter	62 Teile	Kalisalpeter	55 Teile
Grobe Kohle aus		Grobe Kohle aus	
Eichenholz	15 „	Eichenholz	20 „
Schwefel	12 „	Schwefel	14 „
Gußeisen	11 „	Lyoner Fäden	11 „
Kalisalpeter	55 Teile	Mehlpulver	63 Teile
Grobe Kohle aus		Grobe Kohle aus	
weichem Holz	20 „	weichem Holz	8 „
Schwefel	15 „	Kalisalpeter	8 „
Stahlgriß	10 „	Schwefel	2 „
		Lyoner Fäden	14 „
		Aluminiumflocken, weich und grob	5 „
Mehlpulver	63 Teile	Mehlpulver	72 Teile
Grobe Kohle aus		Salpeter	4 „
weichem Holz	7 „	Schwefel	4 „
Kalisalpeter	7 „	Lyoner Fäden mit	
Schwefel	4 „	blauen Sternen	20 „
Lyoner Fäden	15 „		
Magnesiumspäne	4 „		

Die Filières de Lyon mit blauen Sternen, deren Herstellung dem verstorbenen Chef des Hauses Julius Hutstein zu verdanken ist, geben außerordentlich schöne Effekte und können in allen Sätzen Anwendung finden, in welchen gewöhnliche Lyoner Fäden angewandt zu werden pflegen.

# Besonderer Teil.

## 1. Stillfeuer.

### a) Der Fixstern.

Eine durchaus gekleisterte Hülse von 26—40 mm Kaliber mit  $\frac{1}{5}$  Kaliber Wandstärke und 5 Kaliber Länge wird mit einem Tonvorschlage geschlossen und 3 Kaliber hoch mit dem Satze:

Kalisalpeter	50 Teile
Schwefel	33 „
Mehlpulver	13 „
Schwefelantimon	3 „
Aluminiumgriß	1 „

ausgeschlagen und mit Tonvorschlag auch am zweiten Ende geschlossen.

Hinter dem ersten Tonvorschlag werden dann in gleicher Entfernung vom Hülsenrand und unter einander 3, 4, 5 eventuell auch mehr Löcher von  $\frac{1}{6}$  Kaliber der betreffenden Hülse und 4 mm tief senkrecht auf die Hülsenachse in den Satz gebohrt, mit Anfeuerungsteig vollgestrichen und miteinander durch eine verdeckte Stoppine verbunden.

Diese so geartete Hülse wird horizontal auf einen Pfahl gebunden und liefert angezündet, in der Längsachse des Hülsenzylinders besehen, einen 3-, 4-, 5- eventuell mehrstrahligen Stern.

Bei Anwendung obigen Satzes kann man, vorausgesetzt daß der Salpeter chemisch rein ist, sicher sein, daß die Schlacke keines der Brandlöcher verstopft, wodurch ein ungleichmäßiges Ausströmen des Feuers verursacht würde.

### b) Gänsefuß und Fächer.

Auf einem quadratischen Brette werden 3 Brander derart mit Drahtschlingen befestigt, daß der eine sein Feuer senkrecht nach aufwärts wirft, während die beiden anderen dasselbe je in einem Winkel von  $45^\circ$  seitwärts ausstrahlen; dieser Feuerwerkskörper hat den Namen Gänsefuß erhalten; werden 2 weitere Brander zwischen diese 3 eingeschoben, so daß sie untereinander je einen Winkel von  $22\frac{1}{2}^\circ$  bilden, so entsteht ein fünfarmiger Fächer. Auf die gleiche Art lassen sich, durch Einschub weiterer Brander in gleichen Abständen rechts und links der bisherigen 5, sieben- und neunarmige Fächer herstellen, die schon als Einzelstück, insbesondere wenn Brillantsätze zur Anwendung kommen, auf den Beschauer einen ganz guten Eindruck machen, während der Gänsefuß als Einzelstück nicht verwendbar ist und nur eine größere Anzahl derselben in Frontstellung in einer Entfernung von 2—3 m voneinander eine leidliche Wirkung hervorbringen.

Bei solchen zusammengesetzten Feuerwerksstücken ist es notwendig, daß alle Brander gleichzeitig Feuer fangen; dies geschieht durch eine entsprechende Stoppinenleitung.

Scharfenberg durchsticht die Wand des Kessels der Brander und zieht durch das Loch ein vierfaches Baumwollgarn, das er festknüpft und durch Bestreichen mit Anfeuerungssteig in eine Stoppine verwandelt, die er zum Teil in die Kehle des Branders einführt, zum Teil aus dem Kopfe hervorragen läßt; es läßt sich nicht leugnen, daß diese Art von Anfeuerung nicht leicht versagen kann, insbesondere ist ein Wegschleudern derselben bei Drehstücken nicht möglich; die Schattenseite liegt aber darin, daß der in eine Stoppine verwandelte Baumwollfaden erst trocknen muß.

Die aus den einzelnen Branderköpfen vorstehenden Stoppinen werden sodann durch verdeckte Stoppinenleitungen miteinander verbunden und die Branderköpfe mit Papier verklebt.

Eine andere Art, Feuerleitungen herzustellen, ist die folgende: Man steckt eine knieförmig gebogene Stoppine in

die Branderkehle bis auf den Satz und klebt sie mit Anfeuerungssteig fest; sodann durchbohrt man den Branderkopf an zwei gegenüberliegenden Punkten und zieht durch die Löcher eine Stoppine, um welche die aus der Kehle herausragende und festgemachte darüber gebogen wird.

Über die aus den beiden gegenüberliegenden Löchern vorstehenden Stoppinen werden dann die Stoppinenröhren geschoben und an der Mantelfläche des Branderkopfes festgeklebt, während die Mündung desselben durch Überkleben eines runden Stückes Kattun gegen Funkenanflug geschützt wird.

### c) Sonne.

Auf ein kreisrundes Brett in der Stärke von 3 cm werden in der Regel 12 Brander derart mit Draht befestigt, daß ihre Köpfe um zirka 5 cm über die Peripherie des Kreises hervorragen und die Brander untereinander je einen Winkel von  $30^\circ$  bilden; damit die dunkle Mitte nicht störend wirke, pflegt man in derselben einen Umläufer anzubringen oder dieselbe durch farbige Lanzen, die ein Kreuz oder eine Rosette bilden, auszufüllen.

Diese Sonne wird auf einen hohen Pfahl vertikal angenagelt und bildet, wenn die Brander mit einem Aluminiumbrillantsatze geladen wurden, ein sehr hübsches Feuerwerksstück.

### d) Stehende Kaskade.

Die vorbeschriebene Sonne kann auch horizontal auf dem Pfahl angebracht werden und wirft dann ihr Feuer nach allen Seiten in wagrechter Richtung; in einem solchen Falle pflegt man in der Mitte des runden Brettes eine senkrecht stehende Körnerfontäne anzubringen und spricht dann von einer feststehenden Kaskade im Gegensatze zu den laufenden Kaskaden, die zu den Drehstücken gehören. Durch etagenmäßige Anbringung zweier oder mehrerer solcher Sonnen mit sich verjüngenden Scheibendurchmessern in Abständen von

ungefähr 1 m und parallel zueinander, sowie geneigte Anbringung der Brander der höheren Etagen in Winkeln von ungefähr  $10^\circ$  lassen sich schöne pyrotechnische Erfolge erzielen.

Am besten nehmen sich diese Objekte aus, wenn man zuerst einen gewöhnlichen Kohlensatz, dann einen Satz mit Bleiglanz und zum Schluß einen Brillantsatz mit Aluminium- oder Magnesiumspänen brennen läßt.

#### e) Glorien.

Wenn die Winkel, welche die einzelnen Brander der oben beschriebenen Sonne bilden, halbiert und auf die Halbierungslinie Leisten angenagelt werden, welche wie Radspeichen über die Peripherie des Kreises hervorragen und jede derartige Leiste mit einem Brander armiert wird — so erhält man einen Feuerwerkskörper, der den Namen Glorie führt.

#### f) Springbrunnen.

Werden die Brander einer aus mehreren Etagen bestehenden Kaskade statt in einem Winkel von  $10^\circ$  nach abwärts in einem solchen von  $25^\circ$  nach aufwärts befestigt, so erhält man einen Springbrunnen.

#### g) Fichtenbaum.

Auf einem vertikalen Lattengestell in der Länge von 4 m werden in einer Entfernung von je 30 cm wechselständige Brander angebracht, die in einem Winkel von  $45^\circ$  ihr Feuer rechts und links nach aufwärts werfen, während der an der Spitze anzubringende Brander sein Feuer senkrecht nach aufwärts wirft.

#### h) Tannenbaum.

Werden an obigem Gestelle die Brander  $20^\circ$  nach abwärts geneigt befestigt bis auf den Gipfelbrander, der sein Feuer, wie beim vorbeschriebenen Objekt, ausstrahlt, so bezeichnet man das Stück als Tannenbaum.

### i) Palme.

Auf einem vertikalen Pfahle von 4 m Höhe wird am Gipfel ein Fächer mit 5 Brandern angebracht; von diesem Fächer abwärts auf 3 Querlatten, die in Abständen von je 0,75—1 m auf dem Pflock angenagelt sind, werden je 2 Brande befestigt, von denen die inneren am Pflock anliegen und ihr Feuer in einem Winkel von je  $45^{\circ}$  aufwärts ausstrahlen, während die äußeren wagrecht nach rechts und links bewerkstelligen.

Durch entsprechende Anordnung von Brandern lassen sich auch geometrische Figuren herstellen, gebildet durch die Funkenstrahlen der ersteren; doch wird es in den seltensten Fällen gelingen, halbwegs schöne Muster zur Darstellung zu bringen, was hauptsächlich auf die Schwierigkeit, gleiche Funkenwurflängen zu erzielen, zurückzuführen ist; für derartige Veranstaltungen taugt nur das Lichterfeuer.

## 2. Luftstücke.

In der modernen Kunstfeuerwerkerei werden Luftstücke, das sind Feuerwerkskörper, die ausschließlich oder doch vorzugsweise ihre charakteristischen Wirkungen im höheren Luftraum äußern, vor allen anderen Feuerwerksstücken bevorzugt, ja im Süden werden großartige Feuerwerke abgebrannt, die ganz oder beinahe ganz aus Luftstücken bestehen.

Der Grund hierfür ist einerseits darin zu suchen, daß zu den Luftstücken die effektvollsten Feuerwerkskörper zählen, andererseits aber wohl auch darin, daß Luftstücke zumeist einem unbeschränkt großen Kreise von Zusehern vorgeführt werden können, während dieser Kreis bei terrestrischen Veranstaltungen sowohl territorial als auch quantitativ eingengt erscheint.

Zu den Luftstücken werden gezählt:

- die Bomben,
- die Leuchtbomben,
- die Granaten,

die Leuchtgranaten,  
die Raketen,  
die Feuertöpfe,  
die Schlagleisten,  
die Tischraketen,  
die römischen Lichter,  
die Körnerwerfer.

Diese Feuerwerksstücke sollen nun im einzelnen ihre Erörterung finden.

### A. Bomben.

#### Die einfache zylindrische Schnürbombe.

In der modernen Pyrotechnik nehmen wohl unter allen Feuerwerkskörpern, was die Großartigkeit ihrer Wirkung betrifft, die Bomben den ersten Platz ein.

Wenn Falbesoner a. a. O. Seite 83 die Bomben als weniger dankbare Feuerwerksstücke bezeichnet und großen Raketen mit entsprechender Versetzung den Vorzug gibt, so dürfte sich dies daraus erklären, daß er die modernen Etagengebomben nicht kennt, die, batterieweise abgefeuert, eine Augenweide bieten wie kein anderes pyrotechnisches Stück.

Dilettanten kann die Anfertigung dieser Art Bomben nicht genug empfohlen werden, da ihnen das Gelingen derselben mehr Freude und Befriedigung bereiten wird als das irgendeines anderen, schon von ihren Urgroßeltern bewunderten Feuerwerkskörpers.

Leicht ist die Sache allerdings nicht, doch führen Geduld, Genauigkeit und vor allem Übung wie überall, so auch hier, zum Ziele.

In der heutigen Pyrotechnik werden die zylindrischen Bomben vor den Kugelbomben bevorzugt, einerseits wegen der leichteren Anfertigung zylindrischer Hülsen, vorzugsweise aber aus dem Grunde, weil die zylindrischen Bomben mit Versetzungen ausgestattet werden können, die in einem konkaven Raume schwer, mitunter auch gar nicht unterbringbar sind.

Zylindrische Bomben bedürfen aber einer minutiös genauen Arbeit, wenn sie vollkommen entsprechen sollen.

Dieselben werden in verschiedenen Größen hergestellt und variiert deren Kaliber zwischen 80 mm und 400 mm; da jedoch die Fabrikation großer und kleiner Bomben mit wenigen Abweichungen die gleiche ist, und es angezeigt erscheint, schon mit Rücksicht auf die ökonomische Seite der Sache sich zuerst im Kleinen zu versuchen, so gebe ich im folgenden die Beschreibung einer einfachen zylindrischen Schnürbombe von 80 mm Kaliber unter beständiger Rücksichtnahme auf alle Abweichungen bei höheren Kalibern.

Vom Drechsler läßt man sich einen massiven Zylinder aus hartem Holze drehen, im Durchmesser von 80 mm und in der Länge von 240 mm (3 Kaliber), und zur besseren Handhabung desselben mit einem Handgriffe versehen, obschon dies nicht unbedingt nötig erscheint.

Nun nimmt man einen Streifen dicken Packpapiers (Lumpenpappe) von einer solchen Länge, daß damit 8 Umwindungen gemacht werden können (die Anzahl der Papierumgänge soll immer mit der Zentimeterzahl, den der Durchmesser des Winders aufweist, übereinstimmen), und in der Breite von  $2\frac{1}{4}$  Kalibern, also gegebenenfalls von 180 mm, und stellt in der bekannten Art eine Hülse her, die in allen Umwindungen gekleistert wird. Ist das geschehen, so wird der Winder um  $\frac{1}{2}$  Kaliber aus der Hülse zurückgezogen und wird in diesen, vom Winder nicht eingenommenen, Raum derselben das Bodenstück angebracht, nämlich eine, mit dem Schneidzirkel ausgeschnittene, kreisrunde Scheibe aus 4 mm starkem Pappdeckel im Durchmesser der Hülse (80 mm), die man bis auf die Basis des Winders hinabschiebt, derart, daß sie auf derselben vollkommen aufliegt.

Jetzt wird die  $\frac{1}{2}$  Kaliber vorstehende Hülse mit einem dünnen, sehr scharfen Messer senkrecht auf die Pappdeckelscheibe in Abständen von zirka 2 cm durchschnitten, und werden die einzelnen Abschnitte einer nach dem anderen auf die Pappdeckelscheibe niedergebogen und dar-

auf geleimt, wodurch sich ein vollkommener Hülsenverschluß ergibt.

Hierauf stellt man den Winder aufrecht auf einen Holzpflöck und führt mehrere kräftige Schläge mit einem Holzhammer auf die niedergebogenen und verleimten Hülsenabschnitte, damit sich dieselben fest aneinanderschließen und eine glatte, möglichst ebene Oberfläche ergeben.

Nach Entfernung des Winders erscheint die Hülse, nachdem sie vorher getrocknet wurde, zur Aufnahme der Versetzungen fertig. Sind diese eingebracht, worüber weiter unten das Nötige folgen wird, so wird die Bombe mit dem Zeitzünder versehen und geschlossen.

Zu diesem Zwecke wird eine zweite runde Pappendeckelscheibe gleich der Bodenscheibe (4 mm stark, 80 mm Durchmesser) ausgeschnitten und genau in der Mitte mit einem Locheisen von 14 mm Durchmesser durchlocht.

In diese Öffnung wird der Zeitzünder hineingeleimt.

Dieser besteht aus einer beiderseits offenen, ganz gekleisterten, über einen Winder von 8 mm Kaliber hergestellten Papierhülse in der Wandstärke von 3 mm und in der Länge von 50 mm, die, wenn sie vollkommen getrocknet ist, mit Mehlpulver ohne jeden Zusatz 35 mm hoch so stark als möglich ausgeschlagen wurde. In den leer gebliebenen Teil dieser Zeitzünderhülse (15 mm) wird ein Bündel Stoppinen bis auf das Mehlpulver derart hineingeklemmt, daß ein Herausfallen derselben ausgeschlossen erscheint.

Das Hineinleimen des Zeitzünders in die Öffnung der Pappendeckelscheibe geschieht derart, daß jener Teil desselben, der die Stoppinen trägt, 16 mm weit hervorragt, während der massive, mit Mehlpulver ausgeschlagene Teil nach Abrechnung des im Pappendeckel steckenden Teiles von 4 mm mit 30 mm hervorsteht. Selbstredend muß der Zeitzünder auf der Pappendeckelscheibe genau senkrecht stehen.

Letztere wird nun, nachdem die Hülse mit den Versetzungen und dem nötigen Sprengsatze zirka 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Kaliber hoch gerüllt wurde, parallel zur Bodenscheibe derart in die

Hülse auf die Versatzstücke hinabgeschoben, daß der kurze, die Stoppinen tragende Teil des Zeitzünders mitten in diese gebettet wird; der überragende Teil der Hülse wird nunmehr so weit ringsherum zugeschnitten, daß er über die Verschlußdeckelscheibe um 7 mm kürzer emporsteht als das halbe Hülsenkaliber beträgt, worauf der noch übrige Hülsenteil mit einem scharfen Messer senkrecht auf die Verschlußdeckelbasis in Abständen von ungefähr 2 cm durchgeschnitten wird und die einzelnen Abschnitte, wie schon oben bei der Herstellung des Bodenverschlusses erörtert wurde, einer nach dem anderen über die mit Leim bestrichene Verschlußdeckelscheibe zum Zeitzünder hinabgebogen werden, wodurch die Abschnitte eine ebene Fläche bilden, aus deren Mitte der Zeitzünder herausragt.

Auf diese, von den abgeboenen Hülsenabschnitten gebildete Fläche wird eine dritte Pappdeckelscheibe, die jedoch einen um 6 mm größeren Durchmesser aufweist als die beiden vorherbeschriebenen Ausschnitte und genau im Mittelpunkte zur Durchlassung des Zeitzünders eine Durchlochung von 14 mm besitzt, aufgedrückt und endlich eine vierte solche undurchlochte Scheibe am Boden der Bombe angeleimt, um denselben zu verstärken.

Nunmehr wäre die Bombe bis auf die Schnürung und die Ausstoßladung fertig.

Die Schnürung der Zylinderbomben ist, wie später erörtert werden wird, bei einzelnen Gattungen derselben, z. B. bei den Polypenbomben, derart wichtig, daß von deren richtiger Durchführung allein das Gelingen des beabsichtigten pyrotechnischen Effektes abhängig ist.

Um nun die Bombe zu schnüren, werden in eine Wand in der Brusthöhe des Feuerwerkers zwei eiserne Haken in einer beiderseitigen Entfernung von 25 cm eingeschlagen und auf dieselben zirka 20 m Pechdraht strähnenartig aufgewunden.

Ist dies geschehen, so befestigt man zuerst das freie Ende des Pechdrahtes mit einem einfachen Knoten an der Basis

des Zeitzünders und umschlingt sodann in gleichen Abständen von 1 cm die Bombe sowohl der Länge wie auch der Breite nach, indem man dieselbe mit beiden Händen hält, den Pechdraht nach Bedarf von den Haken abzieht, bei jeder Umschnürung aber die Bombe scharf anzieht, so daß erstere ein Netz mit quadratischen Maschen bildet, das auf der Bombenoberfläche fest haftet.

Ohne Verwendung von Pechdraht wäre ein festes Haften der Umschnürungen ausgeschlossen.

Um dieselben von der Flamme des Ausstoßpulvers und auch überhaupt zu schützen, wird nun die Bombe mit Ausnahme des Zeitzünders in vorher mit Kleister bestrichenen Papier eingehüllt, wozu 3—4 Umwindungen aus gewöhnlichem Druckpapier genügen.

Ist die Bombe soweit fertig, so muß sie noch die Ausstoßpulverladung, die sogenannte Ausstoßpetarde erhalten, die folgendermaßen hergestellt wird:

Über einen Winder, der  $\frac{2}{3}$  der Bombenkalibergröße im Durchmesser beträgt, wird aus Lumpenpappe eine Hülse gerollt, die nur 3 Papierumgänge umfaßt und eine Höhe von zirka 10 cm besitzt; diese Hülse wird nur am äußersten Rande der letzten Papierumwindung gekleistert, sodann der Winder  $\frac{1}{2}$  Kaliber weit zurückgezogen, und werden hierauf die einzelnen Papierumgänge ähnlich einer Geldrolle über den Winder geschlossen und gekleistert.

In diese Hülse wird  $\frac{1}{6}$  des Gewichtes der Bombe Sprengpulver hineingeschüttet, sodann die Hülse wie am früheren Ende geschlossen und ähnlich wie die Bombe der Länge und der Breite nach mit Pechdraht umschnürt.

Sodann wird nahe an einer Kante dieser Ausstoßpetarde zwischen zwei Umschnürungen mit einer Federmesserklinge eine schnittförmige Öffnung hergestellt, durch die eine Stoppenröhre, die eine doppelte Stoppine führt, in das Pulver hineingeschoben werden kann.

Um in solchen Fällen sicher zu gehen, ist es nötig, die Stoppinen zirka 10 mm aus ihrer Röhre vorstehen zu lassen

und dieselben umzubiegen, so daß sie sich nicht mehr in die Röhre zurückziehen können; selbstverständlich wird bei dieser und der folgenden Manipulation die Stoppinenröhre plattgedrückt.

Diese Ausstoßpetarde wird nun an der Fläche, an deren Rand die Stoppine sitzt, mit Leim bestrichen und in der Mitte der unteren Grundfläche der Bombe festgeklebt, außerdem aber mit Pechdraht kreuzweise der Länge nach angebunden.

Jetzt wird die Stoppinenröhre an der Mantelfläche der Bombe bis zum Zeitzünder hinaufgeführt und durchwegs mit dünnen Papierstreifen derart festgeklebt, daß die Stoppinenröhre in der gleichen Ebene mit dem Zeitzünder abschließt und aus derselben die beiden Stoppinen einige Millimeter weit hervorragen, damit sie über das Pulver des Zeitzünders hinübergebogen werden können.

Vorsichtsweise wird nun das Pulver des Zeitzünders mit einem spitzen Instrument etwas aufgeraut (glatte Flächen entzünden sich schwerer) und um den Zeitzünder und die an diesen angeklebte Stoppinenröhre ein 60 mm langer Papierstreifen in 3 Umgängen herumgekleistert, wobei wohl zu beachten ist, daß mit dem Klebemittel weder das aufgeraute Pulver des Zeitzünders noch auch die beiden darüber gebogenen Stoppinenenden beschmutzt werden.

In diese, den Zeitzünder und die Stoppinenleitung an demselben umschließende Hülse, wird nun 10 mm hoch Mehlpulver geschüttet und in dieselbe auf das Mehlpulver die Zuleitungsstoppine mit ihrer Röhre gesteckt und die Hülse über dem Mehlpulver festgebunden, so daß sich die in ihr steckende Stoppinenröhre nicht mehr verrücken kann. Außerdem wird die Hülse an die Stoppinenröhre durch einen einigemal herumgehenden Papier- oder besser Kattunstreifen angeleimt. Die Zuleitungsstoppine mit ihrer Röhre muß so lang sein, daß sie, wenn die Bombe in den Mörser versenkt wird, aus dessen Mündung einige Zentimeter hervorragt.

Vorsichtigerweise wird die Zuleitungsstoppinenröhre länger gemacht als die sie enthaltende Stoppine und an ihrem Ende zusammengekniffen; beim Abfeuern brennt dann das Zündlicht die Stoppinenröhre durch.

### Bombenmörser.

Die Bomben werden aus metallenen Mörsern senkrecht in die Luft geschossen.

Diese Mörser müssen vollkommen zylindrisch, sechsmal so lang als das Bombenkaliber und in ihrem Durchmesser einige Millimeter weiter sein, als das äußere Kaliber der Bombe beträgt.

(Siehe unten die folgende Tabelle.)

Falbesoner a. a. O. meint, daß die Anschaffung großkalibriger Metallmörser ein kleines Kapital beanspruche und enorme Kosten verursache.

Dem ist aber nicht so. Ich verwende seit einer ganzen Reihe von Jahren zur Abfeuerung großer und kleiner Bomben einseitig zugeschweißte Mannesmannröhren, die ich seinerzeit unter Angabe des Zweckes, dem sie dienen sollen, von der Deutsch-Österreichischen Mannesmannröhrengesellschaft in Komotau bezogen habe und die als nahtlos gezogene Stahlröhren bei mehr als nötiger Wandstärke ein geradezu ideales Material für Bombenmörser darstellen und dabei niedrig im Preise stehen.

Dadurch, daß das eine Ende des Rohres zugeschweißt wird, bildet der Boden keine ebene Fläche, sondern einen konkaven Raum, der zur Aufnahme der Ausstoßpetarde wie geschaffen erscheint.

So wie diese Röhren bezogen werden, können sie auch sofort in Verwendung genommen werden; man bedarf keines Einsatzes eines Bodenstückes, keiner Umhüllung mit Preßspan, keiner Umwicklung mit Spagat; man gräbt sie nur bis zu ihrer halben Höhe in den Erdboden senkrecht ein und kann sie sofort benützen — doch versäume man nicht, falls der Erdboden feucht und lehmig ist, in das zur Aufnahme der

Röhre ausgegrabene Loch einen Ziegelstein oder ein dickes rundes Brett als Unterlage einzubetten, da es mir einmal vorgekommen ist, daß ein solcher Bombenmörser infolge des lockeren und durchfeuchteten Untergrundes nach Abfeuern der 19. Etagenbombe durch die erhaltenen Rückstöße nach jedem Schuß unter der Erdoberfläche verschwunden ist. Nach Gebrauch ist der Mörser von den insbesondere am Boden sich ansammelnden Pulverrückständen zu reinigen und mit Marsöl einzufetten; einer Reinigung desselben nach jedem Schusse bedarf es nicht, zumal am Boden desselben außer den erwähnten Pulverrückständen nichts zurückbleibt, weil die Ausstoßpetarde, die an der Grundfläche der Bombe festgeleimt erscheint, nur an einigen Stellen der Mantelfläche durch die Pulvergase aufgerissen wird, die Petardenhülle aber samt ihrer Verschnürung mit dem Projektil hinausfliegt.

### Tabelle

(auch für Kugelbomben anwendbar).

	Millimeter			
Inneres Kaliber des Mörsers	95	100	150	200
Äußerer Durchmesser der Bombe	90	95	145	195
Inneres Bombenkaliber	80	85	135	175
Länge der Zeitzündhülle	50	50	56	60
Höhe der Zeitzündladung	35	35	48	56
Inneres Kaliber der Zeitzündhülle	8	8	8	8
Äußerer Durchmesser der Zeitzündhülle	14	14	14	14

### Verschiedene Gattungen von einfachen zylindrischen Schnürbomben.

Die Versetzungen der zylindrischen Schnürbomben sind sehr mannigfach; es sind insbesondere auf diesem Gebiete mehrere Neuheiten zu verzeichnen. Damit die Bombe, wenn der Zeitzündler sein Feuer in ihr Inneres getragen, platze und die Versetzungen brennend auswerfe, muß dieselbe ein Quantum Sprengsatz erhalten.

Ein Sprengsatz, der alle Versetzungen mit Sicherheit entzündet, besteht aus:

Mehlpulver	50 Teile
Kalisalpeter	39 „
Schwefel	6 „
Feine Kohle aus weichem Holz	5 „

Dies vorausgeschickt, sollen nunmehr die einzelnen Bombengattungen beschrieben werden.

#### a) Die gewöhnliche Sternbombe.

Als Bombenversetzung eignen sich kubische oder zylindrische Sterne besser als runde.

Der Durchmesser beträgt in der Regel 16 mm, die Höhe derselben 16—24 mm.

Die einzelnen Sterne werden mit einer entsprechend langen Pinzette einer neben dem anderen zuerst auf dem Boden der Bombenhülse aufrecht stehend angeordnet, dann in die Zwischenräume Sprengsatz geschüttet, über der ersten Reihe eine zweite, dritte, eventuell eine vierte derart aufeinandergeschichtet, daß nach Abschluß einer jeden Reihe die Zwischenräume mit Sprengsatz ausgefüllt werden. Aus der obersten Reihe wird dann der Stern, der in die Mitte zu stehen kam, entfernt, um daselbst Raum für den Zeitzünder zu schaffen, und wird dieser mit der ihn tragenden Pappendeckelscheibe derart eingesetzt, daß dieselbe auf die oberste Sternreihe aufzuliegen kommt; das weitere Verfahren ist bekannt. Wünscht man eine größere Streuung der Sterne, so verfährt man folgendermaßen:

Man läßt sich vom Klempner eine beiderseitig offene zylindrische Röhre aus Weißblech zusammenlöten von  $\frac{1}{3}$  Durchmesser des Bombenkalibers und etwa 6 cm länger, als die Bombe hoch erscheint.

Diese Röhre wird in der Mitte der Bodenfläche der Bombenhülse senkrecht aufgestellt gehalten und der Raum um die Blechhülse herum mit Sternen ausgefüllt; dann wird

die Röhre bis zur Höhe, die von den Sternen außerhalb derselben eingenommen wird, mit Sprengpulver gefüllt und dieselbe sodann vorsichtig herausgehoben, die Pappendeckelscheibe mit dem Zeitzünder, der in diesem Falle mitten ins zentrale Pulver zu stehen kommt, aufgesetzt und die Bombe auf die bekannte Art zu Ende gefertigt.

Für oszillierende Sterne eignet sich besser die erstere Füllungsweise.

### b) Sternbombe mit geteiltem Auswurf.

Die gewöhnliche Sternbombe wirft ihre bunten Sterne promiscue aus; man verfertigt aber in letzterer Zeit auch Sternbomben, die ihren Inhalt nach zwei oder drei Farben strengeschieden zum Auswurf bringen; deren Fabrikation geschieht auf folgende Weise:

An die oben beschriebene Blechhülse läßt man sich 2 diametral gegenüberstehende Flügel, ebenfalls aus Blech, anlöten in der Breite von je  $\frac{1}{3}$  des betreffenden Bombenkalibers, so daß das Innere der Bombenhülse, wenn die Blechhülse mit ihren beiden Flügeln in letztere senkrecht hineingesteckt wird — abgesehen vom zylindrischen Mittelraum für das zentrale Pulver —, in zwei gleiche Teile geteilt wird.

In den einen derselben werden nur Sterne einer Farbe, in den zweiten nur Sterne einer anderen Farbe untergebracht, sodann das zentrale Pulver eingeschüttet und auf die bekannte Art weiter verfahren.

Durch Anbringung dreier solcher Flügel in je einem Winkel von  $120^\circ$  lassen sich zylindrische Bomben mit dreifach geteiltem Auswurf herstellen.

Die Wahl in der Farbe der Sterne soll derart geschehen, daß bei doppeltem Auswurf stets zwei komplementäre Farben erscheinen (rot und grün, orange und blau, gelb und violett); bei dem dreifachen Auswurfe wird die weiße Farbe dazugenommen, doch macht sich auch die Kombination rot, weiß und blau gut.

c) Feuerregenbombe.

Aus dem Satze

Kalisalpeter	49	Teile
Schwefel	24	"
Mehlpulver	13	"
Feine Kohle	7	"
Kienruß	5	"
Schwefelantimon	1	"
Dextrin	1	"

werden Sterne in der Größe von 16:24 mm in die Form geschlagen und reichlich mit Mehlpulver angefeuert; dieselben trocknen langsam wegen des Kohlen- und Kienrußgehaltes.

Die Satzbestandteile müssen vorerst innig vermengt werden, dann wird mit kaltem Wasser ein sehr steifer Teig bereitet, der im Mörser mindestens  $\frac{1}{2}$  Stunde lang gestampft werden muß, bis er zum Formen der Sterne zu verwenden ist.

Falls zuviel Wasser genommen wurde, so kristallisiert der Salpeter heraus, und der Effekt, den die Sterne hervorbringen sollen, geht zum größten Teile verloren.

Durch das Schlagen in die Form erlangen die Sterne genügende innere Festigkeit, auch wenn der Satzteig ziemlich trocken gehalten wurde.

Wird ein solcher Stern angezündet, so verbrennt er ungemain rasch und hinterläßt eine, längere Zeit glühende, Schlacke, die reichliche Blasen wirft, ehe sie erstarrt.

Man lasse sich durch dieses Verhalten nicht täuschen und irreführen, denn der Effekt dieser Sterne beim Fallen durch den Luftraum ist ein ganz verschiedener, ein geradezu prächtiger.

Die leichte Schlacke fällt ungemain langsam herab, und es trennen sich von ihr bei dieser Gelegenheit fortwährend Partikelchen los, die im Sauerstoff der Luft allmählich verglimmen.

Die Anordnung der Sterne in der Bombenhülse geschieht wie die in der gewöhnlichen Sternbombe, und zwar ohne zentrales Pulver.

d) Bombe mit Sternschnuppenfall.

Zu dem Satze

Mehlpulver	62 Teile
Schwefel	31 „
Kalisalpeter	6 „
Kryolith	1 „

werden, nachdem er sehr gut gemischt wurde, 5 Teile gekochtes Leinöl zugesetzt und gut untermengt; sodann wird die Masse zum Trocknen ausgebreitet, was mehrere Wochen, selbst im Sommer, in Anspruch nimmt. Ist der Satz vollkommen trocken, so werden aus demselben Sterne gewöhnlicher Größe geformt (in die Form geschlagen) unter Verwendung einer 1%igen Dextrinlösung in Wasser, gut angefeuert und getrocknet.

Beim Fallen durch den Luftraum imitieren die Sterne den Sternschnuppenfall, wie ein solcher zuweilen in Augustnächten in die Erscheinung tritt und als die feurigen Tränen des heiligen Laurentius oder als Laurentiusstrom bezeichnet wird.

e) Funkenregenbombe.

Aus dem Satze

Mehlpulver	72 Teile
Kienruß	18 „
Feine Kohle (aus Lindenholz)	8 „
Dextrin	2 „

werden Körner in der Größe des Hanfsamens verfertigt, mit Mehlpulver angefeuert, mit Sprengsatz gemischt (Körner  $\frac{2}{3}$ , Sprengsatz  $\frac{1}{3}$ ) und in die Bombe geladen.

Auch hier ist das Stampfen des Satzteiges bei möglichst geringer Wasseranwendung Bedingung des Erfolges.

f) Polypenbomben.

Aus dem folgenden Satze werden Sterne in die Form geschlagen, die je nach der Größe der Bombenhülse ein verschiedenes Maß besitzen — Antonj macht sie in drei Größen

zu 20 mm, 27 mm und 35 mm und 1 bis zu  $1\frac{1}{5}$  Kaliber hoch. — Sie müssen nämlich die Zirkumferenz der Bombenhülse vollkommen ausfüllen und sich aneinanderzwingen, so zwar, daß, wenn die Bombe umgekehrt wird, diese Versatzstücke nicht herausfallen dürfen.

In eine Bombe von 80 mm Kaliber lassen sich 8 solcher angefeuerter Sterne im Durchmesser von 23 mm hineinzwingen.

Mehlpulver	66	Teile
Schwefel	2	„
Salpeter	17	„
Grobe Eichenholzkohle	6	„
Feine Lindenkohle	6	„
Kienruß	1	„
Dextrin	2	„

Diese innig gemengte Masse muß eine Stunde lang gestampft werden mit möglichst wenig Wasserzusatz, und das Schlagen des Teiges in die Form muß besonders stark erfolgen, denn diese Sterne müssen der Gewalt der Gase der zentralen Pulverladung Widerstand leisten.

Dieselben werden derart in die Bombe geladen, daß jeder derselben die Zirkumferenz der Bombenhülse tangiert, während die Mitte zwischen den Sternen frei bleibt. Auf den ersten Sternerring wird ein zweiter, auf diesen ein dritter und eventuell noch ein vierter aufgesetzt, jedoch derartig, daß der zweite Sternerring nicht auf dem ersten mit Stern über Stern zu stehen kommt, sondern daß eine Verschiebung der einzelnen Sterne um ihren halben Durchmesser eintritt; die Sterne des dritten Ringes kommen dann genau über jene des ersten, die des vierten Ringes über die des zweiten zu stehen.

In den von den Sternen nicht eingenommenen Mittelraum wird Sprengpulver in ganzer Höhe der Sternringe geschüttet, sodann der Zeitzünder eingesetzt und die Bombe zu Ende gefertigt.

Die pedantisch genaue Schnürung ist bei dieser Art Bomben von außerordentlicher Wichtigkeit.

Falls die Pulvergase des zentralen Pulvers nicht auf allen Seiten den gleichen Widerstand finden, so fliegt nur ein Teil der Sterne dort, wo der Widerstand am geringsten gewesen, fächerartig heraus und der beabsichtigte Effekt einer nach allen Seiten hin zu erfolgenden horizontalen Streuung geht vollständig verloren.

### g) Veränderte Polypenbomben.

Die Polypenbomben lassen eine doppelte Veränderung zu; die erste ist auch bei kleinen Bomben, die zweite nur bei größeren möglich.

a) In die Bombenhülse werden vorerst blaue oder blauviolette Sterne in zwei Lagen eingebettet, gerade so, als ob man eine gewöhnliche Sternbombe machen wollte, und die Zwischenräume, wie bekannt, mit Sprengsatz ausgefüllt.

Auf diese Sterne kommt ein Zündspiegel, bestehend aus einer genau passenden kreisrunden Scheibe aus dickem Pappendeckel, die, siebartig durchlöchert, mit Anfeuerung auf beiden Seiten derartig bestrichen wird, daß auch die Löcher damit verstopft werden. (Siehe unten auch „Feuertöpfe“.)

Auf diesen Zündspiegel werden nun die Polypensterne, wie soeben beschrieben, in mehreren Lagen untergebracht, das zentrale Pulver eingeschüttet und die Bombe fertiggestellt.

Während das Zentrum der einfachen Polypenbombe dunkel bleibt, erscheint es hier durch die blauen und violetten Sterne erleuchtet, was einen sehr schönen Anblick gewährt.

b) Die zweite Art, Polypenbomben zu verändern, besteht darin, daß man die nicht angefeuerten Polypensterne, die hier einen Durchmesser von mindestens 26 mm und eine Länge von  $1\frac{3}{4}$  Diametern besitzen sollen, zu  $\frac{2}{3}$  ihrer Höhe mit einem Streifen dünnen Packpapiers in 2—3 Umwindungen umkleistert, wobei man den Papierstreifen ca. 40 mm vorstehen läßt.

In diese von dem vorstehenden Papierstreifen gebildete schwache Hülse werden drei oder mehrere (in jede Hülse aber stets die gleiche Anzahl) gut angefeuerte blaue Leuchtkugeln

hineingegeben und einige Stückchen Stoppinen dazwischengesteckt, auf die Sterne eine genau passende runde, mit einem Locheisen ausgestanzte Pappdeckelscheibe getan und über diese die Hülse sehr gut verschlossen und verkleistert, worauf das offen gebliebene Drittel des Polypensternes mit dünner Anfeuerung bestrichen und diese außerdem noch mit Mehlpulver bestreut wird.

Diese Polypensterne, die ob ihrer Länge nur in einer einzigen Lage mit den angefeuerten Köpfen nach oben rings um die Zirkumferenz des Bombenzylinders eingelagert werden, bilden eine der schönsten Bombenversetzungen, da die einen langen, goldgelben Funkenstreifen hinterlassenden, horizontal nach allen Seiten geschleuderten Sterne mit einem blauen Leuchtkugelregen enden.

#### h) Die Kreuzbombe, die Fünfstrahlen- und die Sechsstrahlenbombe.

Für sehr große Bombenkaliber eignen sich die zylindrischen Polypensterne nicht, weil das zentrale Pulver keine genügende Kraft besitzt, diese entsprechend weit horizontal zu werfen wegen der großen Zwischenräume, welche die nebeneinander gereihten Sterne in sich schließen. Man verfertigt daher sogenannte Sektorensterne in der Anzahl von 4, 5 oder 6, welche, gleich groß, genau die innere Zirkumferenz der Bombenhülse ausfüllen und in der Mitte einen zylindrischen Raum von  $\frac{1}{3}$  Kaliber für das zentrale Pulver frei lassen.

Die Höhe dieser Sterne soll nicht mehr als  $\frac{3}{4}$  des Bombenkalibers betragen, weil sonst die Gefahr vorliegt, daß dieselben vom Stoße des zentralen Pulvers zertrümmert werden; aus demselben Grunde müssen Sektorensterne auch sehr fest in die Form geschlagen werden.

Zur Faktikation derselben wird der Satz für die Polypensterne verwendet, und ist hierzu selbstverständlich eine besondere Form nötig.

Dieselbe läßt man sich aus 2 mm starkem Messingblech anfertigen samt einem genau passenden Stempel aus hartem Holz.

Die Bombe, welche vier derartige Sektorensterne enthält, hat den Namen Kreuzbombe erhalten, weil die Funkenstrahlen der wagrecht ausgeworfenen Sterne ein Kreuz bilden; angefeuert werden dieselben nur an der konkaven Innenfläche, die mit dem zentralen Pulver in Berührung kommt.

Nach der Formel:  $\text{Umfang} = 2r\pi$ , lassen sich für jede Kalibergröße die Maße des anzufertigenden Modelles genau ausrechnen.

### i) Die Chrysanthemumbombe.

Die Satzbestandteile:

Bariumnitrat	40	Teile
Kaliumperchlorat	30	„
Schwefel	11	„
Schwefelantimon	10	„
Dextrin	7	„

werden auf das innigste gemengt und denselben hierauf zugesetzt:

Aluminiumschliff	20	Teile
Aluminium-Paillettes Nr. 4	16	„

und auch diese beiden Bestandteile gut untermengt, worauf unter Verwendung von Branntwein ein sehr steifer Teig hergestellt wird, aus dem gelochte zylindrische Sterne in der Größe der Polypensterne in die Form geschlagen werden.

Sind diese Sterne vollkommen getrocknet, so werden sie zu  $\frac{3}{4}$  ihrer Länge in mit Kleister bestrichenes Papier eingehüllt, das man 2- bis 3mal umwickelt und mit demselben auch die nicht gelochte Basis gut verschließt.

Die gelochte obere Grundfläche und der nicht in Papier eingehüllte vierte Teil der Mantelfläche des Sternes werden gut angefeuert (mit dünner Anfeuerung bestrichen und diese überdies mit Mehlpulver überstreut), sowie in das Loch ein Stück steifer Stoppine gesteckt, die man einige Millimeter vorstehen läßt.

Die Ladung dieser Sterne in die Bombenhülse geschieht dann geradeso wie die der gewöhnlichen Polypensterne, doch

muß hier außer der zentralen Pulverladung noch so viel Pulver eingeschüttet werden, daß dasselbe auch die einige Millimeter vorstehenden Stoppinenenden bedeckt.

Auch diese Bombe läßt eine doppelte Veränderung zu wie die Polypenbombe, nur müssen hier Leuchtkugeln aus einem Magnesiumsatze zur Anwendung kommen.

#### j) Die Fallschirmbombe.

In die Bombenhülse, die hier um die Hälfte höher zu nehmen ist als bei den Sternbomben, werden zunächst auf die Bodenscheibe 30 g Sprengpulver geschüttet und auf dasselbe eine genau passende Pappendeckelscheibe als Zünd- oder Hebespiegel (wie bei den veränderten Polypenbomben) hinaufgedrückt.

Dieser Hebespiegel wird mit einer doppelten Stoppine verbunden, die nahe seiner Peripherie mit Anfeuerungsteig gut angeklebt und in ihre Röhre eingeschlossen an der Innenwand der Bombenhülse bis zum Rande derselben hinaufgeführt wird.

Auf den Zündspiegel kommt sodann eine Lage Stoppinen und auf diese die gut angefeuerten Fackelhülsen der Fallschirme, die, in gleichen Entfernungen zueinander senkrecht aufgestellt, sich mit ihren Mantelflächen an die Wand der Bombenhülse anlehnen, während die Schnüre mit den Schirmen vorläufig aus der letzteren frei herabhängend belassen werden. Man knüllt sodann Seidenpapier zusammen und stopft mit demselben die von den Fackelhülsen frei gelassene Mitte sowie die Seitenräume gut aus, schüttet sodann zirka  $1/2$  Kaliber hoch trockene Weizenkleie auf den Seidenpapierverschluß und stopft nun die einzelnen Schirme einen nach dem anderen, die zusammengedrehten Spagatschnüre voran, in die Bombenhülse.

Sind alle Fallschirme auf diese Weise untergebracht, so verbindet man die vom Zündspiegel heraufreichende Stoppine mit dem Stoppinenbündel des Zeitzünders, setzt diesen mit der ihn tragenden Pappendeckelscheibe auf die eingestopften

Fallschirme, nachdem man zwischen diese und den Zeitzünder einige Blätter unverbrennbar gemachten Papiere getan, und beendet die Fabrikation der Bombe auf die bekannte Art.

Die Schnürung dieser Bomben muß auf die Art geschehen, daß die einzelnen Umschnürungen um die Mantelfläche des Bombenzylinders dort, wo sich das Sprengpulver befindet, knapp aneinanderschließend gemacht werden.

In einer Bombenhülse von 80 mm Durchmesser können drei solcher Fallschirme Platz finden; da jedoch das Gewicht derartig kleiner Fallschirmbomben ein zu geringes ist und infolgedessen die Bombe nicht genügend hoch geschleudert werden würde, ist es notwendig, das Gewicht derselben zu erhöhen.

Dies geschieht auf die Art, daß man vorerst statt des Sprengpulvers auf die Bodenscheibe eine Schichte trockenen Sandes einfüllt, eine genau passende Pappendeckelscheibe aufdrückt und erst auf diese das Sprengpulver gibt, den Zündspiegel einsetzt und wie beschrieben weiter verfährt.

#### k) Kettenbomben.

Die Kettenbomben sind eine besondere Art der Fallschirmbomben.

Man verfertigt je nach der Größe des Bombenkalibers 12, 24 oder 30 Lichterhülsen in der Länge von 63 mm und im Durchmesser von 9 mm, stopft dieselben, ohne sie einseitig zu verschließen, zuerst 3 Kaliber hoch mit einem Lichtersatze, dann 1 Kaliber hoch mit Ton, endlich 3 Kaliber hoch neuerlich mit Lichtersatz und feuert beide Hülsenenden gut an, worauf man sie mit einer verdeckten Stoppine verbindet, die man auf einer Seite einige Millimeter weit vorstehen läßt.

Dann nimmt man einen 2 mm starken Spagat und befestigt an demselben in gleichen Zwischenräumen von je 30 cm die einzelnen Hülsen derartig, daß, wenn der Spagat senkrecht herabhängen gelassen wird, sämtliche Lichterhülsen in wagrechter Lage sich befinden und die Spagatschnur dieselben genau in der Mitte durchkreuzt.

Sind sämtliche Lichterhülsen auf diese Art an der Spagatschnur befestigt, so legt man diese ihrer ganzen Länge nach auf eine Tischplatte, erfaßt das unterste Lichtchen und wickelt um dasselbe so lange die Schnur herum, bis man zum zweiten Lichtchen gelangt; nun wickelt man die Schnur um beide Lichterhülsen, bis man zum dritten Lichtchen kommt, und setzt dieses Verfahren so lange fort, bis alle Lichterhülsen aufgewunden sind und dieselben ein Paket bilden.

Dieses wird an beiden Enden mit einem Schießbaumwollfaden zusammengebunden, das Ende der gemeinsamen Spagatschnur durch eine in der Mitte durchlochte Pappendeckelscheibe vom Durchmesser des bezüglichen Bombenkalibers gezogen und an den Fallschirmschnüren befestigt.

Die Lichterhülsen werden nun auf den Zündspiegel gestellt, ringsherum durch Einstopfen von Watte fixiert, auf dieselben die durchlochte Pappendeckelscheibe geschoben, der in der Mitte derselben durchgehende Spagat angezogen, auf die Scheibe der Fallschirm geladen, und des weiteren verfahren wie bei der Fabrikation der gewöhnlichen Fallschirmbombe. Nach dem Platzen der Bombe entwickelt sich die vom Fallschirm getragene lange Lichterkette.

#### 1) Bombe mit Goldregen, Sonnenregen usw.

Die mit dem Regensatze gestopften und gut angefeuerten Hülsen werden mit den Köpfen nach aufwärts, eine knapp an die andere anliegend, in die Bombe geladen. Da jedoch der Anblick des Regens viel schöner ist, wenn er dicht herabfällt, darf man zur Explosion der Bombe kein Pulver verwenden, welches in die Zwischenräume der Hülsen fallen und eine Streuung veranlassen könnte, sondern es werden auf den Köpfen 25 g Stoppinenstückchen ausgebreitet und die Bombe geschlossen und fertiggestellt.

In eine Bombenhülse von 80 mm Durchmesser haben ungefähr 85 Stück Regenhülsen Platz, also immerhin eine ganz erkleckliche Anzahl; man pflegt jedoch den Regen in zwei

Reihen derart zu laden, daß die zweite Reihe mit den Köpfen nach abwärts auf die Stoppinenschichte zu stehen kommt.

Die in der Mitte der zweiten Reihe befindliche Hülse wird durch eine Stoppinenröhre ersetzt, durch welche die Feuerleitung zwischen dem Zeitzündler und der die Explosion der Bombe zu bewerkstellenden Stoppinenschichte hergestellt wird.

#### m) Die Schwärmerbombe.

Die Schwärmer werden einer neben dem anderen, so daß sie sich zwängen, mit den angefeuerten Köpfen nach oben, in die Bombenhülse geladen, die Zwischenräume mit Sprengpulver ausgefüllt und solches auch ungefähr 1 cm hoch auf die Köpfe der Schwärmer geschüttet; der Zeitzündler ragt mitten in diese Pulverschichte hinein.

#### n) Die Raketenbombe.

Die Raketen kleinsten Kalibers (9 mm) werden ebenso wie die Schwärmer in die Bombenhülse geladen, doch erscheint es vorsichtig, die Zehrungshöhe der Raketen um  $\frac{1}{3}$  zu kürzen. Am besten machen sich Raketen mit Blitzlichtschlägen.

#### o) Die Petardenbombe.

Über einen Winder von 30 mm Durchmesser werden nur am Rande der letzten Umwicklung gekleisterte Hülsen in der Länge von 60 mm in vier Umgängen aus starkem Kraftpackpapier gerollt, an dem einen Ende wie eine Geldrolle geschlossen und gut verleimt.

Diese Hülsen werden mit dem nachstehenden Aluminiumsatze bis auf 10 mm vom offenen Ende gefüllt und mit einer gut passenden ausgestanzten, in der Mitte durchlochten Pappendeckelscheibe derart verschlossen, daß diese Scheibe auf den Satz hinaufgedrückt wird.

In die Öffnung derselben wird ein Stück Bickfordscher Zündschnur auf den Satz geschoben, welche an ihrem vor-

stehenden Ende mit einer aufgepfropften Stoppine (siehe die diesfällige Beschreibung der Anfeuerung des Kanonenschlages) versehen wurde.

Sodann wird die über die Pappendeckelscheibe vorstehende Hülse eingeschnitten und die einzelnen Abschnitte auf dieselbe geleimt und die Petarde der Länge und der Breite nach mit dünnem Pechdraht verschnürt, hierauf mit Druckpapier vollkommen umkleistert, so daß nur die aus der Bickfordschen Zündschnur herausragende Stoppine als Anfeuerung frei bleibt.

Die hier für die Petarden als Zeitzündler fungierenden Bickfordschen Zündschnurstücke schneidet man in verschiedener Länge ab — zwischen 10 und 25 mm —, so daß die einzelnen Explosionen nicht gleichzeitig, sondern in kurzen Zwischenräumen pelotonfeuerartig erfolgen. Diese Petarden werden in die Bombe geladen.

Als Sprengladung benützt man mit Vorteil statt des gewöhnlichen Sprengsatzes solchen, der mit Körnern aus Funkenregensatz vermennt wurde.

#### Aluminiumsatz für Petarden.

Chlorsaures Kali	615	Teile
Aluminiumschliff	273	„

#### p) Die Verwandlungsbombe.

In eine Bombe größeren Kalibers werden 8 oder 12 Bombetten derart geladen, daß die untersten vier Stück nebeneinander gelagert die Hülsenwand tangieren, worauf die zweiten vier Stück in gleicher Weise auf die von den untersten gebildeten Zwischenräume, und die letzten vier Stück wieder auf die Zwischenräume der zweiten Partie, also genau über die untersten zu liegen kommen.

Sodann wird so viel Sprengsatz in die Bombenhülse geschüttet, daß derselbe die oberste Bombettenreihe nicht nur vollständig bedeckt, sondern einige Millimeter darüber steht.

Der Zeitzündler taucht mitten in den Sprengsatz.

### q) Die Danaebombe.

Man verfertigt eine Hülse im Kaliber von 70 mm und  $1\frac{1}{2}$  Kaliber hoch mit 7 ganz gekleisterten Umgängen aus starkem Kraftpackpapier; in diese Hülse wird ein Bodenstück eingesetzt und verleimt, wie dies von der Fabrikation der Hülsen für zylindrische Bomben her bekannt ist.

Die Hülse wird in zwei Lagen mit Goldregen etwas lose geladen und mit einem in der Mitte durchlochtem Verschußdeckel geschlossen, nachdem in diese Öffnung eine mit Flammenfeuersatz gut gestopfte Fackelhülse hineingeleimt und an dem vorstehenden Ende angefeuert wurde.

Dieser Verschußdeckel wird an seiner Peripherie mit Kattunstreifen rings um die Hülse angeleimt.

Mittelst einer in der Mitte des Bodenstückes zu befestigenden Drahtöse wird dieser Feuerwerkskörper an die Schnüre eines großen Fallschirmes befestigt und in eine Bombe geladen.

Sobald die bengalische Fackel ausgebrannt ist, überträgt sie das Feuer auf die Versetzung, die als prächtiger Feuerregen langsam bis nahe an den Erdboden fällt.

Auf diese Art lassen sich durch Füllung der Hülse mit Leuchtkugeln, Schwärmern, Serpentosen, Silberregen, Aluminiumquasten usw. ungemein schöne Effekte erzielen.

Die Flammenhülse muß eine etwas größere Wandstärke besitzen als die gewöhnlichen Hülsen für bengalische Flammen und darf auch nicht in einem zu großen Kaliber angefertigt werden, damit sie nicht durch die Explosion des Pulvers Schaden leide.

### r) Die Morgensternbombe.

Eine sehr schöne Versetzung, bei der ebenfalls ein Fallschirm zur Anwendung kommt, ist der Morgenstern.

Eine ganz gekleisterte Hülse im Kaliber von 30 mm,  $\frac{1}{3}$  Wandstärke und 4 Kaliber lang, wird an einem Ende mit Ton verschlossen und die Höhe, welche der Tonvorschlag einnimmt, an der Mantelfläche der Hülse verzeichnet.

Letztere wird sodann mit dem für Fixsterne bestimmten Satze 2 Kaliber hoch geladen und dann auch das zweite Ende der Hülse mit Ton verschlossen.

Hierauf werden an der markierten Stelle, knapp hinter dem ersten Tonvorschlag, 6 Löcher, je 5 mm weit, derart auf den Satz gebohrt, wie dies von der Fabrikation des Fixsternes her bekannt ist, und die Brandlöcher, wie dort, mit einer verdeckten Stoppine untereinander verbunden, letztere aber 20 cm vorstehen gelassen.

Aus einem Stück Schreibpapier wird dann durch Umkleisterung dieser Hülse in drei Umgängen an dem zweiten Ende ein 2 Kaliber langer Hohlraum als Hülsenfortsatz gebildet, welcher mit einem orangefarben brennenden Flammenfeuersatze  $1\frac{1}{2}$  Kaliber hoch geladen und auf die Weise wie die bengalischen Flammen (trocken mit Stoppinen) angefeuert wird.

Die 20 cm vorstehende, die 6 Brandlöcher verbindende Stoppine wird dann zum Stoppinenbündel der Flammenfeuersatze geführt und mit einem dünnen Papierstreifen an die Branderhülse festgeklebt, so daß die 6 Brandlöcher und die Flammenfeuersatze gleichzeitig Feuer erhalten müssen.

Man legt hierauf um das Ende der Branderhülse, welches nicht die Flammenhülse trägt, einen Ring aus Draht, aus dem eine Öse gebildet wird, an welcher die 8 Fallschirmschnüre befestigt werden.

Diese Versetzung wird in die Bombe geladen auf gleiche Art wie der gewöhnliche Fallschirm.

Die 6 Strahlen und das bengalische Licht sollen gleichzeitig verlöschen; da dies sehr schwer erreichbar ist, erscheint es angezeigt, die Flammenhülse etwas länger zu nehmen, da es keinen schlechten Eindruck macht, wenn nach dem Verlöschen der Strahlen das orangefarbene Licht noch durch einige Zeit am Horizonte dahinzieht.

### Die Etagenbomben.

Die Etagenbomben sind eine neuzeitliche Erfindung; sie wird dem italienischen Feuerwerker Don Pasquale Bajocchi,

der im Juli 1907 in der Stadt Sant' Angelo durch die Explosion seines Laboratoriums tödlich verunglückt ist und wohl mit Recht als der genialste Pyrotechniker Italiens gegolten hat, zugeschrieben, weshalb die Franzosen diese Bomben als „Bombes à l'Italienne“ bezeichnen.

Ihrem Wesen nach sind sie eine Zusammensetzung mehrerer zylindrischer Schnürbomben gleich großen Kalibers, welche in kurzen Intervallen der Reihe nach explodieren und zu den schönsten Effektstücken der modernen Kunstfeuerwerkerei zählen.

Die Etagenbomben werden gewöhnlich in nicht zu großen Kalibern (unter 150 mm) angefertigt, um nicht allzu schwere Projektilen zu erhalten.

Um eine solche Bombe mit einmaliger Wiederholung (2 Explosionen) herzustellen, wird zuerst eine gewöhnliche zylindrische Schnürbombe konstruiert mit der einzigen Abweichung, daß dieselbe statt des beschriebenen Zeitzünders einen sogenannten Zwischenzeitzünder erhält, der eine Länge von nur 40 mm besitzt und nur 12 mm hoch mit Mehlpulver ausgeschlagen wurde.

Dieser Zwischenzeitzünder ragt auf einer Seite der Pappendeckelscheibe mit 16 mm, auf der zweiten mit 20 mm hervor; die kürzere Seite ist jene, welche, mit den Stoppinen versehen, in das zentrale Pulver bzw. in die Versetzungsstücke zu stehen kommt; um das längere Stück dieses Zwischenzeitzünders wird ein Papierstreifen zweimal herumgeklebt, der zirka 15 mm weit vorsteht; in die hierdurch gebildete schwache Hülse wird etwas Mehlpulver hineingeschüttet, auf dasselbe ein Bündel Stoppinen gesteckt und über dem Mehlpulver die Hülse mit feinem Bindfaden zugebunden.

Ist diese Bombe geschnürt worden, so ist sie vorläufig fertig; sie führt die Bezeichnung Schlußbombe, weil sie diejenige ist, welche als letzte — gegebenenfalls als zweite — zur Explosion gelangt.

Nummehr wird die Eröffnungsbombe in Arbeit genommen, so genannt, weil sie die erste ist, die explodiert.

Nachdem die Hülse hergestellt und die Bodenscheibe eingesetzt und verleimt wurde, wird letztere genau in der Mitte mit einem Locheisen von 16 mm Durchmesser durchlocht.

In diese Öffnung wird vorläufig ein Verschlußpfropfen eingeführt — nämlich ein kurzer massiver Setzer aus Holz, der eine Länge von 70 mm und einen Durchmesser von 16 mm besitzt, derart, daß er in einer Länge von 35 mm in die Bombenhülse hinein, mit dem übrigen Teil aus derselben bzw. aus dem Bodenstücke herausragt und mit demselben eine Senkrechte bildet.

Dieser Verschlußpfropfen darf jedoch nicht etwa lose in der Öffnung sitzen, sondern muß sich an deren Peripherie klemmen.

Die so beschaffene Bombenhülse wird nun auf einen Tisch postiert, dessen Platte eine Öffnung besitzt, die den herausragenden Verschlußpfropfen aufnimmt und es auf diese Art ermöglicht, die Bombenhülse mit Versetzungen zu füllen, sie mit dem gewöhnlichen Zeitzünder zu versehen und zu verschließen; beim Schnüren derselben ist jedoch darauf zu achten, daß die Längverschnürungen stets neben dem Verschlußpfropfen und nicht im Bogen um ihn herumgehen, weil nach dem seinerzeit nötig werdenden Entfernen dieses Pfropfens die Öffnung, die er eingenommen, vollkommen frei bleiben muß.

Ist die Umschnürung dieser Eröffnungsbombe beendet, so hält man dieselbe mit dem Zeitzünder nach unten und entfernt durch langsames Herausdrehen den Verschlußpfropfen, ergreift sodann die Schlußbombe und schiebt den Zwischenzeitzünder in den vom herausgenommenen Verschlußpfropfen eingenommenen Raum, so daß durch diesen Zwischenzeitzünder eine Verbindung der beiden Bomben stattfindet.

Diese Verbindung muß dadurch zu einer gefestigten werden, daß man beide Bomben 8—10 mal der Länge nach mit Pechdraht umschnürt und außerdem noch einen 40 mm breiten Streifen dicken Packpapiers um die Verbindungsstelle 2—3 mal herumlegt und denselben über dieser Stelle einige

Male mit Pechdraht fest umschnürt, wodurch die Längsverschnürungen noch schärfer angezogen werden.

Jetzt wird diese Doppelbombe gleich der einfachen mit Papier umklebt, zur Verstärkung des Bodens eine Pappendeckelscheibe vom äußeren Durchmesser der Bombenhülse angeleimt, und werden schließlich die Ausstoßpetarde und die Stoppinleitungen angebracht, wie dies alles von der Konstruktion der einfachen Schürbombe her bekannt ist.

Der Vorgang nach dem Abfeuern einer solchen Bombe ist klar: sobald dieselbe den höchsten Punkt ihrer Steigung erreicht hat, trägt der Zeitzünder der Eröffnungsbombe das Feuer ins Innere derselben; die Bombe platzt und wirft ihre Versetzungen aus, entzündet aber unter einem den Zeitzünder der Schlußbombe, die zirka 20 m tiefer sinkt, dann ebenfalls platzt und ihre Garnituren auswirft.

Wünscht man eine dreifache Etagenbombe zu konstruieren, so verfertigt man zuerst die Schlußbombe mit ihrem Zwischenzeitzünder, dann eine zweite Bombe mit perforiertem Bodestück und ebenfalls mit einem Zwischenzeitzünder, endlich die Eröffnungsbombe.

Zuerst wird die Schlußbombe mit der Mittelbombe auf die bekannte Art verbunden, dann diese beiden mit der Eröffnungsbombe — ja nicht umgekehrt, da man sich stets vor Augen halten muß, daß beim Abplatzen der ersten Bombe ein vollkommen fest miteinander verbundenes Projektil übrig bleiben muß, was nicht der Fall wäre, wenn zuerst die Eröffnungsbombe mit der Mittelbombe und dann diese beiden mit der Schlußbombe verbunden werden würden.

Bis zu 4 Etagen kann die Versetzung der einzelnen Bomben die Höhe eines Kalibers einnehmen; bei mehr als 4 Etagen soll diese Höhe nur  $\frac{1}{2}$  Kaliber betragen; auch ist die Pulverhöhe der Zwischenzeitzünder zu reduzieren — bei Bomben von 3—6 Etagen auf 10 mm, bei solchen von 6 bis 8 Etagen auf 8 mm, bei weiteren Etagen auf 6 mm; außerdem ist die Ausstoßpulverladung sukzessive derart zu vermindern, daß sie bei einer Bombe von 12 Etagen nur  $\frac{1}{10}$  des

Gesamtbombengewichtes beträgt. Bei Bomben unter 6 Etagen genügt als Schutz gegen die Gewalt des Ausstoßpulvers die zwischen der Ausstoßpetarde und der Basis der Schlußbombe eingeleimte Pappendeckelscheibe; bei Bomben über 6 Etagen ist es nötig, dieselbe durch eine Scheibe aus weichem Holz in der Stärke von 2 cm zu ersetzen.

Der zu Beginn dieses Kapitels erwähnte Feuerwerker Bajocchi pflegte zwischen der Holzscheibe und der Bombenbasis bei Etagenbomben größeren Kalibers noch einen Kranz aus Druckpapier einzuschalten, welcher auf die Art hergestellt wird, daß mehrere Papierbogen ihrer Länge nach zusammengedreht und mit Pechdraht umschnürt zu einem Ringe oder Kranze geformt werden; das Ding sieht aus wie ein Kopfring, der von Personen, die ein Wasserschiff auf dem Kopfe zu tragen pflegen, aufgesetzt wird, und bietet infolge seiner Elastizität eine erhöhte Garantie gegen eine Beschädigung der Bombe durch den Stoß des Ausstoßpulvers — eine Vorsicht, deren Nachahmung nur angeraten werden kann.

Selbstredend darf dieser eingeschaltete Papierring keinen größeren Durchmesser aufweisen als das äußere Kaliber der Bombe bzw. der Diameter der Holzscheibe beträgt.

Auch ist es angezeigt, bei Bomben mit mehr als 4 Etagen eine doppelte Verbindung des Zeitzünders mit der Ausstoßpetarde zu bewerkstelligen, und zwar die eine auf der entgegengesetzten Seite der anderen, und in die Holzscheibe Rinnen einzuschneiden, in denen die Stoppinen laufen, damit jede Verzögerung des Stoppinenfeuers vermieden werde.

Bei Bomben mit mehr als 8 Etagen muß auch eine Kürzung der Pulverhöhe des Zeitzünders der Eröffnungsbombe eintreten, und zwar von 35 mm auf 20 mm, damit die ersten Explosionen schon während des Steigens des Geschosses stattfinden, weil es sich sonst ereignen könnte, daß die Schlußbombe nahe am Erdboden oder gar erst auf diesem selbst zum Platzen käme.

Der Feuerwerker Wilhelm Lavezzo in Rovigo verfertigt derartige Bomben mit 18 Etagen, und Antonj hat mir mit-

geteilt, daß er im vergangenen Jahr eine Bombe mit 20 Etagen fabriziert habe — die jedoch nicht den erwarteten Effekt erzielte.

Die einzelnen Explosionen erfolgen bei derartigen Etagenbomben zu rasch nacheinander infolge der nötig werdenden Verkürzungen der Zwischenzeitzündladungen, so daß der Zuschauer zu keiner ruhigen und überlegten Beobachtung dessen gelangt, was ihm geboten wird. Da derartige Etagenbomben eine bedeutende Länge erreichen, sollte man glauben, daß sie auch einen längeren Mörser benötigen; dies ist jedoch nicht der Fall. Es übt keinen besonderen Einfluß auf die Flughöhe aus, wenn ein Teil des Geschosses sogar aus dem Mörser hervorragt, wie ich mich durch verschiedene Versuche zu überzeugen Gelegenheit hatte.

Aus dem bisher über Etagenbomben Gesagten ergibt sich wohl von selbst, daß Versetzungen, die der Höhe nach einen großen Raum einnehmen, wie z. B. Fallschirme, Raketen, Schwärmer, nicht gut verwendbar sind, und daß am besten jene Versetzungen taugen, bei denen zentrales Pulver zur Anwendung kommen kann oder muß.

Es werden übrigens von einzelnen Feuerwerkern auch Etagenbomben angefertigt, die jedoch weit hinter den soeben beschriebenen und allgemein gebräuchlichen zurückstehen.

Hiernach wird vorerst eine zylindrische Schnürbombe kleinsten Kalibers — also im Durchmesser von 80 mm — angefertigt und mit einem Zwischenzeitzünder versehen; um die Mantelfläche dieser Bombe wird ein Streifen Packpapier herumgeklebt, und zwar in so vielen Umgängen als die Zentimeterzahl des äußeren Durchmessers der Bombe beträgt; dieser Papierstreifen wird an der Grundfläche der Bombe, die den Zwischenzeitzünder trägt, 2 Kaliber weit vorstehen gelassen, bildet daher in dieser Länge eine zweite Bombenhülse im äußeren Durchmesser der ersteren. Diese Hülse wird mit Versetzungen geladen, verschlossen und mit einem Zwischenzeitzünder versehen und geschnürt; um die Mantelfläche dieser Doppelbombe wird nun eine dritte Bombenhülse herumgeleimt

und so weiter verfahren, bis schließlich die oberste Bombe den Hauptzeitzündler erhält.

### Die Kugelbomben.

Die Schwierigkeit in der Konstruktion der Kugelbomben besteht ausschließlich in der Herstellung der Hülseform; auf die beste, wenn auch vielleicht nicht auf die billigste Art gelangt man wohl auf die nachstehende Weise zum Ziel.

Eine Kugel aus Weißbuchenholz in dem gewollten inneren Bombenkaliber wird wiederholt mit Fett eingelassen, bis die Poren des Holzes kein solches mehr aufnehmen.

Dann nimmt man rechteckige Stücke aus dünnem Kraftpackpapier, die man an den 4 Seiten zirka 10 mm tief und ebenso breit einschneidet und damit die Kugeloberfläche derartig bedeckt, daß die einzelnen Papierstücke mit Kleister bestrichen und teilweise übereinander geklebt werden, daß aber die Kugeloberfläche selbst nicht mit dem Klebemittel verunreinigt wird. Sollte dies trotz Vorsicht in nicht zu argem Maße erfolgt sein, so verhindert die eingefettete Oberfläche ein Ankleben der Papierabschnitte.

Ist die ganze Kugel einmal auf diese Art in Papier eingehüllt, so setzt man diese Umkleisterungen fort, indem man mit Leinwand- und Papierstreifen abwechselt, bis die Wandstärke des Kugelüberzuges ungefähr 2 mm erreicht hat.

Dann läßt man die Kugel langsam trocknen.

Mit einem sehr scharfen Messer durchschneidet man dann die Kugelwand am größten Kreis und hebt die beiden Halbkugelhülsen ab.

An dem Pole der einen solchen Hülse wird mit einem Locheisen von 14 mm Durchmesser eine kreisrunde Öffnung ausgestanzt und in diese der Zeitzündler derart hineingeleimt, daß er mit dem das Stoppinenbündel tragenden Ende in die Konkavität hineinragt.

Ist der Leim um den Zeitzündler vollkommen trocken geworden, so füllt man beide Halbkugeln mit Garnituren (Leuchtkugeln, oszillierenden Sternen, Körnern) und Spreng-

satz und vereinigt die beiden auf die Art, wie dies bei den Bombetten angegeben wurde.

Die Umkleisterung der soweit fertigen Bombe mit Papier- und Leinwandstreifen findet noch weiterhin statt, bis die genügende Wandstärke (siehe Tabelle) erreicht ist.

Hierauf wird die Ausstoßpetarde am zweiten Pol angeleimt und wie bei den zylindrischen Bomben die Stoppinleitung zwischen Zeitzünder und Ausstoßladung hergestellt und auch des weiteren, wie dort beschrieben wurde, verfahren.

Selbstverständlich kann man die Bombe auch mit Knallsatz, insbesondere mit einem Blitzlichtsatze laden — man spricht dann von Knallbomben, insonderheit von Blitzbomben.

Kugelbomben großen Kalibers werden mitunter, statt mit dem gewöhnlichen, mit Mehlpulver ausgeschlagenen Zeitzünder, mit einem sogenannten Brillantzeitzünder versehen.

Die Hülse dieses Brillantzeitzünders muß jedoch ein Kaliber von mindestens 16 mm besitzen bei  $\frac{1}{3}$  Kaliber Wandstärke und an beiden Enden auf  $\frac{2}{5}$  Kaliber zugewürgt sein, um das Durchschlagen des Feuers zu verhindern.

Die Höhe der Zeitzünderladung beträgt 35 mm und wird als solche ein scharfer Aluminium- oder Magnesiumbrillantsatz angewendet.

Es unterliegt natürlich keinem Anstand, auch zylindrische Schnürbomben von entsprechend großem Kaliber mit einem solchen Brillantzeitzünder auszustatten.

### Leuchtbomben.

In eine Holzkugel von 60 mm Durchmesser schlägt man einen Drahtstift ein, der eine Länge von ungefähr 50 mm besitzt und als Griff dient.

Dann nimmt man einen Bogen dünnen Kraftpackpapiers, breitet ihn auf einer Tischplatte aus, stellt die Kugel in die Mitte des Bogens mit dem Drahtstift nach oben und hüllt dieselbe vollständig in das Papier ein, indem die Enden desselben um den Stift herum angezogen und alle Papierfalten mit einem Falzbein um die Kugeloberfläche geglättet werden.

Hierauf wird das über den Drahtstift überragende Papier bis zur Mitte des Stiftes zurückgeschnitten und die Kugel vorsichtig aus dem Papier herausgeschält, welche letzteres die Kugelgestalt so ziemlich beibehalten haben wird.

Das Innere des kugeligen Raumes wird sodann mit Leucht-  
kugeln und Sprengsatz ( $\frac{2}{3}$  zu  $\frac{1}{3}$ ) angefüllt und an die Stelle, wo sich der Drahtstift befand, der Zeitzünder, der in diesem Fall eine Länge von 60 mm, eine Wandstärke von 3 mm und eine innere Lichte von 8 mm besitzt und 25 mm hoch mit Mehlpulver ausgeschlagen wurde und in dessen leeren Raum von 35 mm ein Stoppinenbündel eingeklemmt wurde (siehe das Kapitel über die Verfertigung der einfachen Schnürbombe), mit dem die Stoppinen tragenden Ende eingesetzt, rings herum mit dem Papier verleimt und mit Bindfaden festgebunden.

Der Zeitzünder wird sodann aus diesem Bunde mit ungefähr 25 mm herausragen.

Man hüllt sodann die ganze Papierkugel einschließlich des um den Zeitzünder befindlichen Bundes in mehrere Lagen Staniol ein und umwindet hierauf dieselbe mit Stopfgarn, wie das des näheren bei Beschreibung der Fabrikation der Bombetten erörtert worden ist.

Die mit Stopfgarn umwundene Papierkugel wird dann mit Dextrinlösung bestrichen, im Flammenfeuersatz gewälzt und auch in dieser Richtung so vorgegangen wie bei der Herstellung von Bombetten; doch erscheint hier eine Satzkruste von 3 mm Stärke genügend.

Ist auch das Anfeuerungspulver, in welchem die Kugel zum Schlusse gewälzt wurde, vollkommen getrocknet, so legt man 2 Stoppinen kreuzweise um dieselbe herum, befestigt dieselben mit dicker Anfeuerung an einigen Stellen der Oberfläche und führt die 4 Stoppinenenden bis zur Mündung des Zeitzünders, indem man sie an der Mantelfläche desselben festbindet.

Dann wird Sprengpulver von  $\frac{1}{6}$  des Gewichtes der soweit fertigen Leuchtbombe in Seidenpapier eingeschlagen, das Paket, dem man eine rundliche Form zu geben sucht, in die

Mitte eines ausgebreiteten Bogens dünnen Kraftpackpapiers gelegt, auf das Pulverpaket, welches hier die Ausstoßpetarde vertritt, die Bombe mit nach aufwärts gerichtetem Zeitzündler gestellt und der Papierbogen in gleichmäßigen Falten um die Bombe geschlungen und um den Zeitzündler dort zusammengebunden, wo schon der erste Bund gemacht worden war, alles überstehende Papier aber abgeschnitten.

Um den vorstehenden Teil des Zeitzündlers mit den 4 an dessen Mantelfläche angebundenen Stoppinen wird ein Streifen Papier in 3—4 Umwindungen geschlungen, festgebunden und von außen an die Umhüllung der Bombe mit Kattunstreifen festgeleimt, sodann die Zuleitungsstoppine eingesetzt und festgebunden, wie dies alles schon aus der Beschreibung der Anfertigung der einfachen zylindrischen Schnürbomben her bekannt erscheint

Zur Abfeuerung dieser Bombe benötigt man einen Mörser im Durchmesser von 80 mm und 480 mm Länge.

Nach dem bisher Erörterten ist es klar, daß das im Seidenpapier eingeschlagene Ausstoßpulver erst dann Feuer fängt und die Bombe hinausschleudert, wenn sich dieselbe bereits an ihrer ganzen Oberfläche entzündet hat; sie steigt als riesige Leuchtkugel in die Höhe und zerstiebt, am höchsten Punkt ihrer Steigung angelangt, in einen bunten Sternenregen.

Die Fabrikation von Leuchtbomben sehr großen Kalibers ist nicht ratsam, weil sich bei einer ausgedehnten Kugeloberfläche die Satzkruste infolge des erhaltenen Stoßes des Ausstoßpulvers teilweise ablösen kann; aus diesem Grunde sollen Leuchtbomben nie ohne Zeitzündler, wie dies bei den Bombetten der Fall ist, hergestellt werden, um hierdurch einer möglichen vorzeitigen Entzündung des Bombeninhaltes von vornherein zu begegnen.

#### Allgemeine Betrachtungen über die Bomben.

Als Ausstoßladung für Bomben verwende man nur Sprengpulver — niemals Jagdpulver; dieses ist zu brisant, während Sprengpulver eine mehr schiebende Wirkung äußert, die gerade

hier, wo es sich um die Überwindung des Beharrungsvermögens eines Körpers von großer Masse handelt, am Platz ist.

Ein Zerspringen der Bombe im Mörser durch den Stoß der Pulverladung ist dann so gut wie ausgeschlossen.

Die Bombe muß, wenn sie in den Mörser geladen wird, durch ihr eigenes Gewicht zu Boden gleiten und darf sich nicht an der Innenwand des Mörsers irgendwo klemmen — andererseits aber auch keinen zu großen Spielraum zwischen Mantelfläche und Mörserwand gestatten. Man beachte in dieser Richtung die diesfällige Tabelle.

Das Laden der Bombe in den Mörser geschieht, indem man dieselbe an der Zuleitungsstoppinenröhre vorsichtig hinabsenkt; ist das Gewicht der Bombe ein großes, so könnte die Stoppinenröhre reißen; derartige Bomben sind an einem unterlegten Körperbände hinabzusenken.

Bei Etagenbomben sehe man ja gut darauf, daß der Zwischenzeitzünder einwandfrei angefeuert werde; es ist mir einmal vorgekommen, daß die Schlußbombe infolge schlechter Anfeuerung, ohne zu zünden, herabgefallen ist, was, wenn sie jemand getroffen hätte, leicht zu einem Unglücksfall hätte Veranlassung geben können.

Websky macht darauf aufmerksam, daß mit Leuchtkugeln geladene Bomben zuweilen platzen, ohne daß man von der Versetzung etwas zu Gesicht bekommt.

Es sind dies Leuchtkugeln, die als Hauptbestandteil chloresaurer Kali enthalten, welches Salz durch die im Bombeninneren erzeugte sehr hohe Temperatur plötzlich in Chlorkalium und Sauerstoff zerlegt wird, ohne daß die übrigen beigemengten Satzbestandteile eine Veränderung erfahren würden und ohne daß bei diesem Vorgang überchlorsaures Kali sich bilden würde.

Diese nicht geringe Unzukömmlichkeit wird dadurch vermieden, daß man zu Bombenversetzungen nur Leuchtkugeln verwendet, bei denen das chloresaure Kali durch überchlorsaures ersetzt wurde unter entsprechender Vermehrung des Schwefelgehaltes.

Vielfache Proben haben mich davon überzeugt, daß dieses sogenannte „Dunkelverbrennen“ der Leuchtkugeln bei Verwendung von Kaliumperchlorat niemals eintritt.

Hier wäre auch der Ort, eines anderen Phänomens zu gedenken, das sich hie und da bei pyrotechnischen Vorführungen ereignet; in zwei Fällen konnte ich nämlich beobachten, daß Luftkanonenschläge, die sehr hoch explodierten, in einer Entfernung von 300 bis 400 Meter nicht gehört wurden, während ferner stehende Personen den Knall deutlich vernahmen.

Da eine Täuschung nach Art der Sachlage so gut wie ausgeschlossen ist, glaube ich annehmen zu müssen, daß es sich in diesen Fällen um eine Zone wirkungsloser Schallwellen oder, mit den Meteorologen zu sprechen, um die „Zone des Schweigens“ gehandelt habe.

Bei Etagenbomben müssen sämtliche Einzelbomben, aus denen sie zusammengesetzt erscheint, also die Eröffnungsbombe, die Mittelbomben und die Schlußbombe aufeinander senkrecht stehen.

Da nun durch das Aufkleben der einzelnen Hülsenabschnitte auf die Bodenscheibe, insbesondere bei Bomben größeren Kalibers, oftmals keine vollkommen wagrechte Fläche zu erhalten ist, erscheint die Notwendigkeit gegeben, zwischen der unteren Grundfläche der einen und der oberen Grundfläche einer zweiten Bombe auf der Neigungsseite ein Stückchen Karton einzuschieben, bevor mit der Längsschnürung der beiden durch den Zwischenzeitzünder verbundenen Bomben begonnen werden kann.

Den Zeitzünder betreffend muß darauf geachtet werden, daß die Hülse unter Verwendung starken, nicht verlegenen Papieres gut gekleistert und stark gerollt wird, und daß beim Laden derselben keinerlei Ausbuchtungen oder gar Fissuren entstehen.

Zur Ladung des Zeitzünders verwende man nur reines Mehlpulver ohne jeden Kohlenzusatz; man fülle selbiges in kleinen Portionen ein und schlage es sehr fest, weil sonst die

Gefahr des Durchschlagens des Feuers und einer vorzeitigen Entzündung des Bombeninnern zu befürchten wäre, was bei Etagenbomben, deren Zwischenzeitzünder bekanntlich ohnehin sehr kurze Ladungen besitzen müssen, fatale Folgen haben könnte.

Aus diesem Grunde sollen die Zeitzünder auch für große Bomben nie mehr als 8 mm Kaliberweite besitzen.

Beachtet man diese Vorschriften, so wird man — geschickte Hände vorausgesetzt — zu ganz erfreulichen Resultaten gelangen.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß man die Unterscheidung zwischen „Sprengsatz“ und „Sprengpulver“ genau beachte.

Sollte das Sprengpulver in jenen Fällen, in denen es als zentrales Pulver zur Anwendung gelangt, keine genügende horizontale Streuung der Sterne bewirken, so müßte dasselbe mit Musketenpulver gemischt werden. Eine einzige Probe genügt, um in diesem Falle eine Entscheidung treffen zu können.

## **B. Granaten oder Luftkanonenschläge.**

Man unterscheidet zwei Arten von Granaten oder Luftkanonenschlägen — solche, bei denen nur die akustische Wirkung, nämlich ein starker Luftschlag, gewollt ist, oder solche, bei denen außerdem eine intensive Blitzerscheinung auftritt; letztere werden als Blitzgranaten bezeichnet; sie präludivieren gewöhnlich einer größeren pyrotechnischen Vorstellung.

Man fertigt sie in verschiedenen Größen an, gewöhnlich aber nicht über 100 mm im Durchmesser.

Um den Bombenmörser in der inneren Lichte von 95 mm auch für diese Granaten benützen zu können, benötigt man einen Winder im Durchmesser von 75 mm, über den man eine Hülse aus dickem Kraftpackpapier in 10 Umwindungen rollt und des weiteren genau so vorgeht, wie dies im Kapitel über die Fabrikation der einfachen Schnürbomben beschrieben wurde mit der Abweichung, daß hier  $1\frac{1}{4}$  Kaliber hoch muriatisches Pulver, beziehungsweise Blitzlichtpulver, die Ladung bildet und daß über die gewöhnliche Verschnürung mit Pech-

draht noch eine zweite solche mit gewöhnlichem 2 mm dickem Spagat erfolgen muß, wobei die einzelnen Umwindungen um die Mantelfläche eine an die andere unmittelbar anschließend zu bewerkstelligen sind.

Die umschnürte Mantelfläche sowie die beiden Grundflächen der Granate werden sodann mit Leim bestrichen und mit Druckpapier umklebt.

Der Zeitzünder wird nur 25 mm hoch mit Mehlpulver ausgeschlagen, damit die Granate in mäßiger Höhe platzt und von der Stärke des Schlages nicht zuviel verloren geht.

Die Anbringung der Ausstoßpetarde und der Stoppinverbindungen bleibt dieselbe wie bei der einfachen Schnürbombe.

### C. Leuchtgranaten.

Mit einem Locheisen von 40 mm Durchmesser stanzt man sich aus 3 mm starkem Pappendeckel vier runde Scheiben aus, von denen zwei in der Mitte ein kreisrundes Loch von 14 mm Weite erhalten.

Hierauf macht man über einen Winder von 40 mm Kalibergröße eine 10 cm lange Hülse mit 8 Umgängen aus starkem Kraftpackpapier, die man gänzlich kleistert, zieht dann den Winder  $\frac{1}{2}$  Kaliber weit vom unteren Hülsenrande zurück, schiebt eine nicht perforierte Pappendeckelscheibe bis auf die Basis des Winders und bewerkstelligt auf die bekannte Art den einseitigen Hülsenverschluß.

Hierauf schüttet man 6 cm hoch muriatisches Pulver oder Blitzlichtpulver in die Hülse und verschließt sie mit der zweiten durchlochten Pappenscheibe, die den eingeleimten Zeitzünder trägt; dieser besitzt die gleichen Dimensionen wie der für Leuchtbomben bestimmte, wird jedoch 70 mm lang genommen, so daß der die Stoppinen enthaltende, nicht ausgeschlagene Teil 20 mm in die Pulverladung hineinragt, während der 25 mm hoch mit Mehlpulver ausgeschlagene Teil nach Abrechnung des im Deckel steckenden Teiles mit 47 mm vorsteht.

Man schließt dann die Hülse durch Einschneiden und Umbiegen des vorstehenden Hülsenrandes um den Zeitzünder, drückt die zweite perforierte Pappendeckelscheibe auf die niedergebogenen Einschnitte und umschnürt mit Pechdraht die Hülse in sehr engen Maschen der Länge und der Breite nach.

Hierauf steckt man auf den Zeitzünder, der aus der Mitte der oberen Hülsenbasis mit ungefähr 35 mm herausragt, einen Sternring im äußeren Durchmesser der Granate (45 mm) und in der Höhe von 25 mm, der dann gleichsam eine Hülsenverlängerung bildet, und feuert dessen Mantelfläche sehr gut an, verbindet hierauf, wie bekannt, den Zeitzünder derart mit der Ausstoßpetarde, zwischen der und der unteren Hülsenbasis die vierte nicht durchlochte Pappendeckelscheibe eingeleimt wurde, daß die Stoppine dort, wo sie an der Mantelfläche des Sternringes läuft, unverdeckt bleibt, um diesen zu entzünden.

Nach Anbringung der Zuleitungsstoppine schlägt man das ganze Projektil in Druckpapier ein, das man am Rande der letzten Umwindung kleistert, und bindet es über dem Sternring um den Zeitzünder und unter der Ausstoßpetarde zusammen. Der Mörser zur Abfeuerung der Granate besitzt eine Länge von 30 cm und ein Kaliber von 55 mm.

#### D. Raketen.

Wenn auch seit der Erfindung der Etagenbomben die Raketen in der modernen Pyrotechnik nicht mehr jene Rolle spielen wie einstmals und bei öffentlichen Feuerwerken zu meist nur mehr in ihren Zusammensetzungen, beinahe niemals als Einzelstücke abgebrannt werden — so zählen dieselben noch immer zu den beliebtesten Feuerwerkskörpern und werden insbesondere von den Dilettanten vor allen anderen Luftstücken bevorzugt.

Die Raketen werden vom kleinsten bis zum größten Kaliber angefertigt, obschon es angezeigt ist, nach beiden Richtungen hin Maß zu halten.

Raketen unter 9 mm Kaliber geben \*einen zu unbedeutenden Feuerstrahl, während solche über 25 mm Kaliber zu lange und schwere Stäbe benötigen, die beim Herabfallen ernstliche Verletzungen zufügen können.

Vor Jahren wollte es das Unglück, daß bei einem Feuerwerk in Graz einem Zuseher eine ausgebrannte Raketenhülse mit ihrem Stabe ins Auge fiel, das Augenglas zerbrach, dessen Splitter das Auge derart beschädigten, daß es unrettbar verloren war.

Allerdings traf den Verunglückten insofern ein Verschulden, als er den für die Zuseher gezogenen Kordon durchbrach — immerhin aber lehrt der Fall, in dieser Richtung die äußerste Vorsicht zu üben.

Insbesondere gefährlich können ausgebrannte, herabfallende Raketen dann werden, wenn von der Seite, auf der die Zuseher Aufstellung genommen, gegen den Feuerwerksplatz zu ein, wenn auch nur schwacher, Wind weht.

Da in einem solchen Falle der Wind auf den langen und leichten Stab stärker drückt als auf die kurze und schwere Rakete, so steigt diese in der Richtung gegen den Wind und kann mitten in die Zuschauer fallen.

Jedenfalls empfiehlt es sich, der Aufhängevorrichtung eine etwas schiefe Neigung nach der von den Zusehern abgewandten Seite des Feuerwerksplatzes zu geben, während sich die mit dem Anzünden beschäftigten Personen durch steife Kopfbedeckungen, so gut es geht, zu schützen trachten müssen.

Daß eine schiefgehende Rakete zur Brandstifterin werden kann, wenn sie auf ein Stroh-, Schindel- oder Bretterdach fällt, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden.

Um diese Gefahren zu beseitigen, hat man vorgeschlagen (Stamm, Frey), die Raketen an das dünnere Ende des Stabes anzubinden, behauptend, daß dann die Rakete nicht mit der Hülse voran, sondern flach, das heißt horizontal, zur Erde falle.

Dies ist jedoch nicht immer der Fall; auch macht dann die Rakete kein entsprechendes Kompliment, sondern stößt die

Versetzung nach oben aus und sinkt gewissermaßen in sich selbst zusammen, was keine gute Wirkung macht.

Eine Ausnahme findet bei Fallschirmraketen statt, die ihre Versetzung — den Fallschirm — nach oben ausstoßen müssen.

Die Behauptung August Eschenbachers a. a. O. Seite 171, daß auch bei solchen Raketen, die absolut vertikal aufgestiegen sind, die leergebrannte Hülse ziemlich weit westlich von der Aufstiegstelle niederfalle, was sich daraus erkläre, daß sich die Erde mittlerweile ein Stück von Ost nach West gedreht habe, an welcher Drehung die aufgeflogene Rakete nicht teilgenommen, dürfte kaum ernst gemeint sein, bedarf daher zu ihrer Zurückweisung keiner Begründung.

Zur Fabrikation der Raketen bedarf es des sogenannten Raketenapparates.

Dieser besteht aus dem schon bekannten Schlagapparat mit langem Dorn und aus einer Partie zugehöriger Setzer, die bis auf einen — den massiven — in verschiedener Weite und Tiefe zentrisch gebohrt sein müssen, weil dort, wo der Durchmesser des Dornes stärker ist — also an dessen Basis —, der Raum zwischen ihm und der Hülsenwand enger erscheint als der der Spitze zu, und der Setzer, der die ganze Dornlänge in sich aufzunehmen hat, zur Komprimierung der höheren und eine größere Oberfläche darbietenden Satzpartien keine genügende Basis besitzt.

Der Schlagapparat ist, wie dies bei den Brandern beschrieben wurde, aus einem Stücke gefertigt und trägt statt des kurzen einen langen, sich allmählich verjüngenden, an der Spitze abgerundeten Dorn, dessen Größenverhältnisse die nachstehenden sind:

Länge des Dornes	7	Kaliber
Durchmesser des Dornes an der Basis	$\frac{2}{5}$	„
Durchmesser des Dornes an der Spitze	$\frac{1}{5}$	„

Die konische Form des Dornes wird nur aus dem Grunde gewählt, um ihn leichter aus dem festgeschlagenen Satze

herausdrehen zu können, weshalb derselbe blank poliert sein muß und vor Rost zu schützen ist.

Was die Setzer betrifft, so ist deren Länge verschieden; der längste ist jener, der den ganzen Dorn in sich aufnimmt, also 7 Kaliber tief und  $\frac{2}{5}$  Kaliber weit zentrisch gebohrt sein muß; hierzu kommt noch die Höhe der Zehrung, zirka 2 Kaliber, die der überstehenden Hülse mit ungefähr 3 Kaliber, endlich der darüber stehende Teil des Setzers mit 2 Kaliber, was eine Gesamtlänge von 14 Kalibern ergibt; ein zweiter Setzer ist anzuwenden, wenn der Satz bis zur halben Dornhöhe festgeschlagen wurde, der also in einer Länge von 4 Kalibern und in jener Weite zentrisch gebohrt erscheint, die sich aus dem arithmetischen Mittel der Durchmesserzahlen von Dornbasis und Dornspitze ergibt.

Dieser zweite hohle Setzer hat dann eine Länge von  $14 - 4 = 10$  Kaliber.

Ein dritter massiver Setzer kommt zur Anwendung, sobald der eingeschlagene Satz die ganze Dornlänge erreicht hat — die Länge dieses Setzers wird demnach  $14 - 7 = 7$  Kaliber betragen.

Dies gilt für Raketen in den Kalibern von 12 bis 16 mm; unter 12 mm genügt ein einziger Setzer, der aus Metall sein muß und der umgekehrt als massiver dient; zum Schlagen von Raketen im Kaliber von mehr als 16 mm sind jedoch 3 hohle Setzer erforderlich, aber auch genügend.

In diesen Fällen kommt der zweite hohle Setzer zur Anwendung, wenn der festgeschlagene Satz  $\frac{1}{3}$  der Dornlänge, der dritte, wenn er  $\frac{2}{3}$  dieser Länge erreicht hat, wonach sich auch die Tiefe der zentrischen Bohrung sowie deren Weite zu richten hat.

Nach diesen Daten läßt sich auch die erforderliche Hülsenlänge leicht berechnen; sie ist aber, wie des weiteren gezeigt werden wird, bei Raketen größeren Kalibers verhältnismäßig kleiner, weil hier die Zehrung niedriger genommen werden muß; auch ist die Hülsenlänge innerhalb desselben Kalibers verschieden, je nachdem es sich um eine einfache, eine versetzte oder eine Schlagrakete handelt.

Als Hülsenmaterial verwendet man, wie schon erwähnt, am besten Lederpappe oder blaues Aktendeckelpapier; für gewöhnliche Kohlenraketen genügt es, wenn die Hülsen in ihrer zweiten Umwindung sowie in den letzten Wickelungen gekleistert, im übrigen trocken gerollt werden; für Brillantraketen sind sämtliche Papierumgänge zu kleistern, wenigstens an der Stelle, wo die Würgung oder Schnürung zu erfolgen hat, weil hierdurch das zu starke Ausbrennen der Kehle vermieden wird; ein Tonvorschlag ist wie bei allen Raketen auch bei Brillantraketen überflüssig, weil es nur weniger Sekunden bedarf, bis die Satz wandung konsumiert ist, der brennende Zehrsatz aber eine Energie von irgendeiner besonderen Bedeutung nicht entwickelt, sondern nur mehr das Trägheitsmoment wirksam ist, daher die Kehlenerweiterung in diesem Stadium nicht mehr in Betracht kommt.

Die Wandstärke der Hülsen beträgt durchgängig  $\frac{1}{5}$  Kaliber, die Schnürung hat auf  $\frac{1}{3}$  Kaliber zu erfolgen.

Die Frage, ob schwache oder scharfe Raketensätze Verwendung finden sollen, ist im Sinne der Lehren des unübertrefflichen Altmeisters der Pyrotechnik, Martin Websky, zu lösen. Scharfe Sätze, wie sie Scharfenberg und seine Nachahmer anwenden, sind zu verwerfen, weil die damit angefertigten Raketen zu stürmisch und ungestüm, gleichsam als ob sie aus einem Mörser emporgeschossen würden, aufsteigen, falls sie das überhaupt tun, und nicht vorziehen, zu zerspringen, sobald sie Feuer bekommen oder einige Meter Höhe erreicht haben — trotz Lösung des Kehlenbundes und trotz Kürzung der in die Seele einzuführenden Stoppine.

Sagt doch Scharfenberg in seinem Lehrbuche II. Teil Seite 146 und 210, daß seine Raketen am Nagel zerspringen, sobald man mit der Flamme des Zündlichtes in den Kessel fährt!

Derartige Raketen sind viel zu unsicher in ihrer Wirkung, namentlich dann, wenn sie zu Zusammensetzungen angewandt werden, in denen ein teilweises schiefes Aufsteigen sowie ein Auflegen der Köpfe auf eine Unterlage oder eine Flächenzündung erfordert wird.

Auch erscheint es vollkommen überflüssig, die Sätze für kleinkalibrige Raketen schärfer, für großkalibrige fauler zu machen.

Die unten angeführten Einheitssätze werden, wenn alle anderen Vorschriften beobachtet werden, stets ein günstiges Resultat geben.

Die gebräuchlichste Kalibergröße für Raketen ist die von 16 mm; es soll daher die Verfertigung einer Rakete von diesem Kaliber des näheren beschrieben werden, wonach es — mutatis mutandis — nicht schwer fallen wird, Raketen anderer Kalibergrößen anzufertigen.

Auf der Mitte des Eisenwürfels von 5 cm Seitenlänge sitzt die Eichel auf, die eine Höhe von 32 mm, einen Durchmesser von 16 mm besitzt und an den Rändern etwas abgerundet ist.

Aus der Mitte der Eichel erhebt sich der 112 mm lange Dorn, der an seiner Basis  $6\frac{2}{5}$  mm, an der Spitze 3 mm im Durchmesser besitzt und konisch verjüngt zuläuft.

Von den drei für dieses Raketenkaliber benötigten Setzern ist der erste (der die ganze Dornlänge in sich aufzunehmen hat) 224 mm lang und 112 mm tief,  $6\frac{2}{5}$  mm weit zentrisch gebohrt; der zweite 160 mm lang, 64 mm tief und  $4\frac{1}{2}$  mm weit zentrisch gebohrt; der dritte massive 112 mm lang und alle drei um 1 mm schwächer als das Hülsenkaliber beträgt, also 15 mm im Durchmesser.

Die Hülsenlänge ergibt sich aus der Summierung nachstehender Zahlen:

Länge des Kopfes samt Würgung . . . . .	32 mm
Länge des Dornes . . . . .	112 „
Zehrungshöhe . . . . .	28 „
Länge der über der Zehrung vorstehenden Hülse	48 „
	<hr/>
	Summe 220 mm

Beim Schlagen wird vor allem die gut getrocknete Hülse auf den Dorn beziehungsweise auf die Eichel geschoben, der Schlagapparat auf den Holzklotz gestellt und der längste

Setzer eingeschoben und durch mehrere Schläge, während der der Setzer um seine Achse öfters zu drehen ist, auf die Dornbasis und die Eichel festgerammt.

Hierauf neigt man den Schlagapparat, auf dem nunmehr die Hülse stramm fest sitzt, derart, daß er mit der ebenen Fläche des Holzklotzes einen Winkel von ungefähr  $45^{\circ}$  bildet, und bringt mit der Ladeschaufel für  $1\frac{1}{2}$  Kaliberhöhen Satz ein, stellt den Schlagapparat wieder senkrecht auf und führt, indem man die Hülse derart mit der linken Hand umfaßt, wie dies anläßlich der Herstellung von Brandern beschrieben worden ist, mit der rechten Hand mittelst eines Holzhammers 20—30 anfangs schwächere, dann stärkere Schläge auf den Setzer, welche letzteren man nach je 5 Schlägen um seine Achse dreht.

Sodann wird die zweite Satzpartie eingebracht und ebenso festgeschlagen, doch muß der Setzer nach jedem erfolgten Festschlagen einer Satzportion ausgeklopft werden, damit kein Satz in der Bohrung zurückbleibe und dieselbe verstopfe.

Hat der festgeschlagene Satz die halbe Höhe des Dornes erreicht, so ist der zweite Setzer in Anwendung zu bringen — doch sei man in dieser Richtung vorsichtig und bediene sich seiner ja nicht zu vorzeitig, weil sonst ein Holzsetzer durch den Dorn auseinandergetrieben, ein Metallsetzer aber samt dem Dorn verdorben werden würde.

Da ich zu Beginn meiner Praxis einen derartigen Mißerfolg erlebt habe, sehe ich mich veranlaßt, hierauf besonders aufmerksam zu machen.

Man hüte sich auch vor sogenannten falschen Schlägen, das ist vor Schlägen, die den Setzer nicht senkrecht treffen, weil hierdurch die Hülse verdorben werden kann.

Ist man ungefähr bis  $\frac{2}{3}$  der Dornhöhe gelangt, so mißt man mit dem massiven Setzer ab, wie hoch der Dorn reicht, und markiert sich diese Stelle an der Mantelfläche der Hülse.

Diese Markierung darf nicht früher erfolgen, weil sie nicht ganz richtig wäre, indem durch das anhaltende starke Schlagen des Satzes die Hülse am Kehlenbunde gegen den

Raketenkopf zu etwas tiefer hinabgedrückt zu werden pflegt, als dies nach den ersten leeren Schlägen der Fall ist.

Jede Satzpartie muß fest in der Hülse sitzen, was man am besten daraus ersieht, daß der Setzer, wenn ein kurzer, starker Schlag auf ihn geführt wird, die Tendenz bekundet, in die Höhe zu springen.

Durch Befühlen der Hülse, wie Falbesoner meint, wird man wohl kaum zu einem Resultate gelangen, da Raketenhülsen derart hart sind, daß man nach dem Gefühl eine leere von einer noch so fest geschlagenen unmöglich unterscheiden kann.

Hat der eingeladene Satz die Höhe der Dornspitze erreicht, so kommt der massive Setzer zur Anwendung, mit dem der massive Teil des Satzes, die sogenannte Zehrung, eingeschlagen wird, die je nach der Kalibergröße der Hülsen eine ganz bestimmte Höhe besitzen muß.

Diese Zehrungshöhe beträgt bei Raketen von

	9 mm Kaliber	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> Kaliber		
13	"	"	2	"
16	"	"	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	"
18	"	"	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	"
25	"	"	1	"

also gegebenenfalls 28 mm.

Auf die Zehrung wird ein Papierpfropfen festgeschlagen und vor diesem die Hülse zugewürgt, die Würgung gebunden und der vorstehende leere Hülsenteil ringsherum schräg abgeschnitten.

In der Regel wird jedoch auf die Zehrung eine Schlag-scheibe (Knopfform) gelegt, auf diese 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Kaliber hoch Knallsatz geschüttet, auf denselben ein Pfropfen aus Seidenpapier hinaufgedrückt und die Hülse, wie beschrieben, geschlossen.

Derartige Raketen enden mit einem Schlag und werden als Schlag- oder Signalaraketen bezeichnet; besteht der Schlag aus einem Blitzlichtsatz, so führen sie die Bezeichnung „Blitzraketen“.

Hierauf wird die Rakete in die linke Hand genommen und festgehalten, während die Rechte den Untersatz (Eisenwürfel) erfaßt und denselben, ohne einen Zug auszuüben, einigemal um seine Achse herumdreht, worauf der Dorn leicht herausgezogen werden kann.

Die Rakete bedarf nur noch ihres Stabes und der Anfeuerung, um abgebrannt zu werden.

Für Raketen kleineren Kalibers sind gerade gewachsene Schilfrohrhalme das bestgeeignete Material zu Stäben, da sie bei entsprechender Länge ein geringes Gewicht haben und sich nicht biegen.

Für größere Raketen verwendet man gerade Stengel der Sonnenblume (*Helianthus annuus*), die in ihrem Innern ein loses Mark beherbergen und deshalb ungemein leicht sind.

Stäbe aus trockenem Fichten- oder Tannenholz bewähren sich wegen ihres größeren Gewichtes nicht so gut.

Der Stab muß ein der Schwere der Rakete entsprechendes Gewicht besitzen; er darf aber weder zu kurz noch auch zu lang sein; ist er zu kurz, so wirbelt die Rakete ähnlich einem Tourbillon in die Luft; ist er zu lang, so macht die Rakete kein schönes Kompliment.

Als Länge des Stabes kann die 15fache Dornlänge angenommen werden.

Die Rakete wird mit ihrem Kopfe nach unten an dem stärkeren Ende des Stabes derart an diesen befestigt, daß ein Bund um jene Stelle der Hülse gemacht wird, wo sich der massive Satzteil (die Zehrung) befindet, während der zweite Bund um die Würgestelle gelegt wird.

Der Stab ist genau in der Verlängerung der Raketenseele anzubinden; wird die Rakete schief an den Stab gebunden, so steigt sie in Schlangenlinien auf und erreicht keine besondere Höhe.

Bedient man sich des Schilfrohres als Raketenstab, so ist es unbedingt nötig, diesen an die Hülse auch anzuleimen, weil die glatte Oberfläche des Schilfrohres ein strammes Festbinden absolut nicht gestattet.

Entspricht die Länge und die Schwere des Stabes allen an ihn zu stellenden Anforderungen, so muß er mit der angebundenen Rakete in einer Entfernung der halben Seelenlänge, von der Kehle gerechnet, über den Finger gelegt, die Balance halten.

Um die Rakete anzufeuern, wird in die Seele ihrer ganzen Länge nach eine Stoppine eingeführt und das über dem Raketenkopf vorstehende Ende derselben mit einer kurzen dünnen Stecknadel durchstoßen und letztere zwischen die Papierwindungen des Raketenkopfes eingeklemmt.

Diese von Franz Sales Meyer vorgeschlagene Befestigungsart der Zündvorrichtung ist die sicherste und vor allem die einfachste.

Um die Rakete abzufeuern, wird in die Erde ein Pfahl senkrecht eingerammt, der etwas länger sein muß, als die Rakete samt ihrem Stabe mißt.

Am oberen Ende des Pfahles wird ein Nagel wagrecht eingeschlagen, lotrecht unter demselben eine Ringschraube in einer Entfernung eingeschraubt, die  $\frac{3}{4}$  der Raketenstablänge entspricht.

Sodann wird die Rakete mit den Hülsenrändern des Kopfes auf den Nagel gehängt, während der Stab, ohne sich klemmen zu dürfen, durch den Ring der Schraube gesteckt wird.

Erhält die Stoppine Feuer, so muß die Rakete, sobald dasselbe in die Seele getragen wird, sofort, ohne auch nur einen Augenblick auf dem Nagel brennend zu verharren, nicht zu heftig, aber auch nicht zu langsam, senkrecht in die Höhe steigen und während des ganzen Aufstieges einen schönen, dichten, funkenreichen Feuerstrahl bilden.

Ist dieser Strahl zeitweise spärlicher, nicht gleichmäßig funkenreich, so hat dies darin seinen Grund, daß der Raketenatz nicht innig gemengt wurde, oder daß während des Ladens eine Entmischung desselben eingetreten ist.

Sobald die Rakete an dem höchsten Punkt ihrer Steigung angelangt ist, soll sie einen „zierlichen Bogen“ beschreiben

(das Kompliment machen) und dann erst verlöschen oder knallen, beziehungsweise ihre Garnituren auswerfen.

Sollen, was ja zumeist der Fall sein wird, mehrere Raketen in kurzen Intervallen abgebrannt werden, so bedient man sich zu diesem Zweck eines eigenen Gestelles, das die alten Feuerwerker mit dem Ausdruck Raketenbock bezeichneten.

Zwei Pflöcke werden in die Erde eingerammt und miteinander durch zwei Querlatten verbunden, von denen die eine wagrecht am oberen Ende der Pflöcke, die zweite parallel zur ersteren in jener Entfernung angebracht erscheint, welche sich aus der Länge der Raketenstäbe ergibt; die Länge der Querlatten beziehungsweise die Distanz der beiden Pflöcke richtet sich nach der Anzahl der Raketen, deren Abfeuerung beabsichtigt wird.

An die obere Querlatte werden in einer Entfernung von je 15 cm wagrecht Nägel eingeschlagen, denen Ringschrauben an der unteren Latte in gleichen Abständen entsprechen.

Damit nicht durch den Funkenwurf einer abgefeuerten Rakete auch eine oder mehrere Nachbarraketen Feuer fangen, was sich insbesondere bei Brillantraketen sehr leicht ereignen kann, wird die an der Kesselwand angeheftete Stoppine, soweit sie vorsteht, mit Zinnfolie umwickelt, die dann mit dem Zündlichte durchgebrannt wird.

Will man, daß die Raketen, die auf einer solchen Aufhängevorrichtung angebracht sind, sich gleichzeitig entzünden und parallel in die Höhe fahren, so hobelt man in die obere Latte ihrer ganzen Länge nach eine Rinne ein, die zirka 8 mm tief und ebenso breit ist, legt in dieselbe eine doppelte Stoppine und überklebt die Rinne mit einem Papierstreifen.

Ist der Kleister vollkommen getrocknet, so stößt man in Abständen von 10 zu 10 cm in den Papierstreifen mit einem Pfriemen Löcher ein und führt in jedes einzelne Loch die Raketenstoppine, während die Raketenköpfe in diesem Falle nicht auf den Nägeln, sondern auf dem äußeren Rande der eingehobelten Rinne aufruhend.

Feuer erhält dieses als Chevalet bezeichnete Feuerwerksstück von der Mitte der Rinne aus.

Als Pfauenschweif bezeichnen die Pyrotechniker eine solche Anordnung obigen Gestelles, wonach die Raketen nicht parallel aufsteigen, sondern rechts und links divergieren und eine Art Fächer bilden.

Dies wird erreicht, indem man am Chevalet nur die eine Änderung vornimmt, daß man die Ringschrauben, die hier besser durch Nägel ersetzt werden, nicht in gleichen Abständen, sondern enger aneinander einsetzt, so daß die in der Mitte postierte Rakete senkrecht, die beiden neben ihr stehenden etwas, und zwar beide im gleichen Winkel nach rechts und links geneigt, aufgehängt werden, welcher Neigungswinkel bei jedem Raketenpaar um etwas zunimmt; doch darf derselbe nie zu groß werden, weil sonst die an den beiden Enden stehenden Raketen zu schief gehen, was sich einerseits nicht gut macht, andererseits unter Umständen Brandschäden veranlassen kann.

Dieser Neigungswinkel soll, wenn 12 Raketen zur Verwendung kommen,  $15^\circ$ , wenn 25 oder mehr zur Verwendung gelangen,  $20^\circ$  nicht überschreiten.

Am besten eignen sich für dieses Feuerwerksstück mit blauen oder bunten Sternen versetzte Raketen.

Das Bukett oder der Raketenstrauß wird derart angefertigt, daß man in einen vollkommen geschlossenen Siebreif im Durchmesser von zirka  $\frac{1}{2}$  m ein Holzkreuz einnagelt und dasselbe an der Spitze eines Pfahles wagrecht befestigt.

Ein um zirka 20 cm kleinerer Siebreif wird parallel zum obigen am unteren Drittel des Pfahles befestigt. An der oberen äußeren Peripherie des größeren Siebreifes wird ringsherum eine Stoppinenröhre angeleimt, in welcher eine doppelte Stoppine eingeschlossen ist, und in den oberen Teil dieser Röhre in gleichen Abständen Löcher gebohrt.

An der Innenfläche des unteren Reifes werden ebenfalls in gleichen Abständen ebensoviel Ringschrauben eingeschraubt, als die Stoppinenröhre Löcher besitzt.

Die einzelnen Raketen werden nun mit ihren Stäben innerhalb des oberen Reifes auf diesen derart eingehängt, daß jede Raketenstoppine in die Öffnung der Röhre hineinragt, während die einzelnen Stäbe durch die Ringschrauben des unteren Siebreifens hindurchgehen.

Feuer erhält das Stück an irgendeinem Punkte der Stoppinenröhre. Auch für dieses Stück eignen sich am besten Sternraketen in bunten Farben.

Die Raketenfarbe hat nachstehende Einrichtung:

Ein quadratisches, glatt abgehobeltes Brett, 3 cm stark und mit 70 cm Seitenlänge, wird, unter Freilassung eines Randes von 10 cm an allen vier Seiten, in 25 Quadrate zu je 10 qcm eingeteilt und werden an jedem Eckpunkte der 25 Quadrate mit einem Zentrumborner 12—14 mm weite Löcher — im ganzen also 36 Löcher — senkrecht auf die Fläche des Brettes durch und durch gebohrt.

Das Brett wird auf die Köpfe von vier Rahmenschenkeln angeschraubt, auf der oberen Seite mit Dextrinkleister bestrichen und dieser über und über mit Mehlpulver besiebt; nach dem Trocknen dieser Flächenanfeuerung wird das nicht-anhaftende Mehlpulver abgestaubt.

Die vier Rahmenschenkel werden in entsprechende Löcher eingegraben und am Boden zwischen dem Rahmengestell unter dem perforierten Brette Sand aufgeführt, der zu einer möglichst ebenen Fläche in der Höhe von ungefähr 15 cm ausgebreitet wird.

In die 36 Löcher werden die Stäbe von ebenso vielen Raketen derart durchgesteckt, daß die Köpfe der letzteren auf der angefeuerten Bretterfläche aufruhend, während die einzelnen Stäbe mit ihren unteren Enden in den Sand gesteckt werden und hier in der ihnen gegebenen senkrechten Richtung verharren.

Kreuz und quer zwischen den Raketenköpfen werden noch einige Stoppinen gelegt, von denen eine vorstehen gelassen wird, die dann Feuer bekommt.

Um der unzeitigen Entzündung durch anfliegende Funken seitens anderer Feuerwerkskörper vorzubeugen, wird eine Kiste

ohne Deckel auf das Gestell gestülpt, die natürlich vor dem Anlegen des Feuers abgenommen werden muß.

Für dieses Stück eignen sich am besten Blitzlichtraketen im Kaliber von 16 mm, und ist beim Anzünden Vorsicht zu üben, da dasselbe nicht ungefährlich erscheint, wenn auch die Anzahl der Raketen eine beschränkte ist, die natürlich beliebig vermehrt werden kann. Dieses Stück trägt auch die Bezeichnung „Girandole“.

### E. Versetzte Raketen.

Um eine Rakete in den Kalibern von 13 bis inklusive 16 mm zu versetzen — Raketen von kleinerem Kaliber werden gewöhnlich nur als Schlagraketen angefertigt —, wird die Hülse über die Zehrung hinaus noch ungefähr 2 Kaliber hoch fest mit Ton ausgeschlagen, damit der massive Teil recht fest sitze, und dann der über die Zehrung geladene, mit Tonvorschlager versehene Hülsenteil mit einer Uhrfedersäge glatt abgesägt, bei Raketen über 16 mm Kaliber findet dieses Absägen um 1 Kaliber höher, also mitten durch den Tonvorschlager statt, und wird letzterer mit einem dünnen Bohrer genau in der Mitte bis auf den massiven Teil des Satzes, aber ja nicht in diesen hinein, durchlocht (Lochdurchmesser 2 bis 3 mm).

Bei großkalibrigen Raketen ist nämlich die Zehrung verhältnismäßig kürzer als bei kleinkalibrigen und die Gefahr des Durchschlagens um so größer, je weiter das Kaliber ist.

Andere, bessere Arten, sogenannte Durchschlager zu verhüten, werden weiter unten angegeben werden.

Um den oberen Teil der Hülse, in gleicher Ebene mit den abgesägten Rändern derselben, wird dann ein dünner, 15 mm breiter Pappendeckelstreifen herumgeleimt, so daß die Hülse dadurch eine Erweiterung erfährt, um welche der sogenannte Hut der Rakete gebildet wird, indem man einen Streifen starken Schreibpapiers um diesen Erweiterungsring

in 2—3 Umgängen derart herumklebt, daß die hierdurch entstandene dünnwandige Hülse mit 20 mm unter, mit 40 bis 50 mm über den Ring zu stehen kommt.

Der 20 mm unter dem Ringe befindliche Teil der dünnwandigen Hülse wird in seiner Innenfläche mit Leim bestrichen und knapp unter dem Erweiterungsring auf die Raketenhülse festgebunden beziehungsweise angeleimt; die Innenwände des überstehenden dünnwandigen Hülsenteiles — Kammer genannt — werden mit dünner Anfeuerung bestrichen und, wenn diese vollkommen getrocknet ist, in 2—3 Reihen mit Sternen gefüllt und in die von diesen gebildeten Zwischenräume Sprengsatz geschüttet, also gerade auf die Weise geladen, wie die einfache zylindrische Schnürbombe mit Sternensetzung.

Der über die oberste Sternereihe vorstehende Teil des Hutes wird vollkommen zusammengeschnürt und mit einer Spitzkappe aus steifem Papier versehen, durch die bewirkt werden soll, daß der Luftwiderstand vermindert werde, wenn die Rakete emporschießt.

Soll die Kammer mit Schwärmern, Serpentina, Aluminiumquasten, Gold- oder Silberregen versetzt werden, so entfällt die Anfeuerung der Innenwände der Kammer, und werden die genannten Versatzstücke mit ihren angefeuerten Köpfen nach unten in diese eingesetzt, nachdem am Boden derselben einige Stoppinenstücke gelegt worden waren.

Oben wurde bemerkt, daß es andere und bessere Methoden gibt, Raketen gegen das Durchschlagen oder, wie es die älteren Feuerwerker nannten, das Defoncieren zu schützen, als dies durch einen durchbohrten Tonvorschlag geschehen kann.

Derartige Methoden sind:

1. Auf den Zehrsatz wird eine genau passende Knopfform, die konvexe Seite nach oben gekehrt, hinabgeschoben, dann der Rand derselben ringsherum mit dickem Leim bestrichen, wobei wohl zu beachten ist, daß nichts davon in die Durchlochung gelangt, hierauf die Raketenhülse knapp vor der Knopfform bis auf  $\frac{1}{2}$  Kaliber zugewürgt und die überstehende

Hülse durch einen mitten durch die Würgung gehenden Schnitt getrennt.

Nachdem der Leim vollkommen getrocknet ist, wird der leere Raum über der Knopfform mit dickem Anfeuerungsteig vollgestrichen.

2. Auf den Zehrsatz wird ein in der Mitte durchlochter Holzzyylinder in der Höhe eines halben Hülsenkalibers und in einem um 0,5 mm geringeren Durchmesser als dieses beträgt hinabgeschoben, nachdem die Mantelfläche des Zylinders mit dickem Leim bestrichen und das in der Mitte befindliche Loch mit Anfeuerungsteig vollgestrichen wurde. Der Lochdurchmesser beträgt 2—3 mm.

Knapp vor diesem Holzzyylinder wird die vorstehende Hülse abgeschnitten, falls die Rakete nicht mit einem Fallschirm versetzt werden soll. Diese Verschlussart hat den Vorteil für sich, daß der eingeleimte Holzzyylinder auch von außen mit Stiften oder kleinen Schrauben zur größeren Sicherheit befestigt werden kann.

Die Montierung derartiger Raketen darf jedoch nicht früher vorgenommen werden, bis der Leim vollständig getrocknet ist, was im allergünstigsten Falle 6—7 Tage in Anspruch nimmt.

3. Nachdem die Zehrung in der vorgeschriebenen Höhe geladen wurde, wird an der Mantelfläche der Hülse die Stelle bezeichnet, bis zu welcher sie innerhalb reicht. Dann schlägt man auf die Zehrung einen starken Papierpfropfen, würgt die Hülse vor demselben zu, bindet die Würgung und schneidet die über dem Bunde vorstehende Hülse glatt ab.

Man bohrt dann an der bezeichneten Stelle ein Loch in das obere Ende der Zehrung und führt eine verdeckte Stopfleine auf den Boden der Kammer.

Unter Umständen muß gefordert werden, daß eine Rakete ihre Versetzung früher, also noch während der letzten Momente ihres Aufstieges, auswirft, noch bevor sie kippt und das Kompliment macht.

Einer solchen Anforderung kann einfach dadurch entsprochen werden, daß die Zehrung kürzer genommen wird;

um wieviel, darüber können nur angestellte Proben entscheiden; außerdem ist es vorsichtig, den Stab nicht, wie gewöhnlich, an seinem stärkeren, sondern am schwächeren Ende an die Rakete zu binden und ihn etwas länger als üblich zu nehmen.

#### a) Versetzung mit Kalium und Natrium.

In ein Gefäß aus Glas oder Porzellan, das zur Hälfte mit Petroleum gefüllt ist, schüttet man die Kugeln beziehungsweise Stücke aus Kalium- resp. Natriummetall und schneidet sie — immer unter Petroleum — in Stücke von der Größe der Rehposten.

Die zerschnittenen Stücke hebt man mit einer Pinzette aus der Flüssigkeit und wickelt jedes einzeln in dünnes ungeleimtes Druckpapier, das man vorerst mit Petroleum durchtränkt hat.

Die einzelnen eingewickelten Stückchen, und zwar entweder Kalium allein, oder Natrium allein, oder beide gemengt, schlägt man sodann in Seidenpapier ein und ladet das Paket in die Raketenkammer, deren Boden und Seitenwände mit dünner Anfeuerung gut ausgestrichen wurden und selbstverständlich gut getrocknet sein müssen.

Hierauf überklebt man die Mündung der Raketenkammer mit einem dünnen runden Stück Papier und setzt die Spitzkappe auf, die man nur lose anklebt.

Die Unterbringung dieser Versetzung in die Raketenkammer darf erst kurz, bevor die Rakete abgefeuert werden soll, geschehen.

#### b) Versetzung mit Phosphor.

In einer großen Reibschale aus Porzellan schneidet man unter Wasser gleich große Zylinderchen Stangenphosphor, bringt dieselben in laues Wasser und versucht die scharfen Ecken zwischen den Grundflächen und der Mantelfläche derselben möglichst abzurunden. (Phosphor schmilzt bereits bei 44 °!)

Dann füllt man ein Glasgefäß mit einer konzentrierten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (100 Teile Wasser lösen bei 20° 42 Teile des Salzes) und legt die einzelnen Phosphorstücke, eines neben dem anderen, ohne daß sie sich berühren, auf eine Kupferplatte, die man mit der Kathode eines sehr schwachen Meidingeresementes verbunden hat, und welche Platte am Boden des Gefäßes ruht; eine zweite Kupferplatte taucht parallel zur Bodenplatte nahe der Oberfläche in die Kupfervitriollösung und wird mit der Anode des Elementes verbunden.

Nachdem man den Strom durch 12 Stunden hat einwirken lassen, werden die einzelnen Phosphorstückchen mit einer Pinzette gewendet, und läßt man den Strom dann durch weitere 12 Stunden geschlossen.

Man nimmt nun die Phosphorstücke, die sich mit einer dünnen Schichte metallischen Kupfers bedeckt haben werden, die sie vor Oxydation vollkommen schützt, aus der Kupfervitriollösung heraus, wäscht sie in reinem, kaltem Wasser und trocknet sie im Schatten auf einem Bogen Fließpapier an einem kühlen Orte.

Die Einbringung in die Raketenkammer geschieht in der Weise, wie das im Vorkapitel über Natrium- und Kaliumversetzungen erörtert worden ist.

Eine sehr schöne Versetzung für Raketen bilden auch die mit amorphen Phosphor enthaltenden Sätzen gestopften Regenhülsen; diese Sätze können übrigens auch lose in die Raketenkammer selbst gestopft werden, welche letztere dann wie gewöhnlich verschlossen und mit der Kappe versehen wird.

### c) Die Pfeifrakete.

Man verfertigt eine Schlagrakete größeren Kalibers und bindet dieselbe vorerst nur um den massiven Teil der Hülse an den Stab.

Sodann leimt man rechts und links zwischen Stab und Hülse wand 2 Neptunspfeifen, die mit ihren angefeuerten Enden in gleicher Ebene mit dem Raketenkopfe liegen und

mit der Rakete gleichzeitig Feuer erhalten; dann macht man über die beiden Pfeifen den zweiten Bund an der Würgung.

#### d) Rakete mit geändertem Feuer.

Websky sagt in seinem berühmten Buch über Lustfeuerwerkerei, „daß die Zeit, während welcher die Zehrung der Rakete brennt, ungleich länger ist als die, in der das Verbrennen der Seelenwandung stattfindet und eigentlich jener Teil der Erscheinung ist, welcher am meisten vom Auge aufgenommen wird.“

Mit Rücksicht auf diese sehr richtige Bemerkung kann man mit Vorteil Raketen schlagen, die ihr Feuer ändern, indem der hohl geschlagene Teil der Hülse mit gemeinem Feuer, der massive Teil derselben aber mit Brillantfeuer (Magnesiumbrillant) geladen wird.

Blitzraketen eignen sich hierzu am besten.

Die Zehrung muß hier um  $\frac{1}{4}$  Kaliber höher genommen werden wegen des sehr rasch abbrennenden Zehrsatzes.

#### e) Raketen mit doppeltem Auswurf.

Eine Rakete wird wie gewöhnlich geschlagen und außen an der Hülse die Stelle bezeichnet, wo sich die Mitte der Zehrung befindet.

Die Hülse wird dann mit dem Erweiterungsringe versehen, der jedoch nur bis zur bezeichneten Stelle reichen darf, der Hut aufgesetzt und die Kammer mit Sternen oder Körnern, die jedoch nicht mehr als  $\frac{1}{6}$  des Raketengewichtes schwer sein dürfen, gefüllt, dann auf die Versatzstücke eine genau passende runde Pappenscheibe geschoben und diese mit der Huthülse gut verleimt, so daß hierdurch ein feuersicherer Verschuß gebildet wird.

Dann bohrt man an der bezeichneten Stelle, wo sich die Mitte des Zehrungssatzes befindet, knapp unter dem Erweiterungsring ein Loch auf den Satz und führt eine sorgfältig verdeckte Stoppine an der Außenseite des Hutes bis an den

Rand desselben, biegt sie hier rechtwinklig um und klebt sie an der Mitte der Pappenscheibe mit starker Anfeuerung fest.

Hierauf kleistert man um den Hut der Rakete einen doppelten Papierstreifen, den man zirka 5 cm vorstehen läßt, und fertigt auf diese Art über dem ersten Hut der Rakete einen zweiten, den man ebenfalls mit Sternen oder Körnern füllt, die nicht über  $\frac{1}{6}$  der Raketenschwere wiegen dürfen, verschließt die Hülse wie gewöhnlich und setzt ihr die Spitzkappe auf.

Sobald das Feuer die Hälfte der Zehrung erreicht hat, entzündet die Stoppine die in der zweiten Kammer befindlichen Versetzungen; die Rakete steigt jedoch weiter, bis die ganze Zehrung verbrannt ist, worauf die erste Kammer ihre Versetzungen auswirft. Auf diese Weise läßt sich auch eine Rakete konstruieren, die ihre Versetzungen auswirft, weiter steigt und mit Schlag endigt oder die zweimal knallt.

#### f) Die Perlrakete.

Die Verfertigung der Perlrakete ist die gleiche wie die der Pfeifrakete mit dem Unterschiede, daß statt der beiden Neptunspfeifen Perlschwärmer angebracht werden, die gleichzeitig mit der Rakete Feuer erhalten müssen.

Selbstverständlich entfällt bei Verwendung der Perlschwärmer zu dieser Art von Raketenversetzung deren Belastung am geschlossenen Ende mit Schrot.

#### g) Die Kometenrakete.

An einer großkalibrigen Blitzrakete werden rechts und links gleich den Perlschwärmern und Neptunspfeifen 2 Branderhülsen im Kaliber von 15 mm auf  $\frac{1}{2}$  Kaliber zugewürgt, mit dem Silberschwärmer satze doppelt so hoch gestopft als die Zehrung der betreffenden Rakete beträgt.

Auch diese beiden Branderhülsen müssen mit der Rakete gleichzeitig Feuer erhalten.

Die Wirkung dieser Versetzung ist sehr schön, doch tritt sie erst dann entsprechend hervor, wenn die Zehrung zu brennen beginnt und die Rakete das Kompliment macht.

#### h) Die Verwandlungsrakete.

Eine in allen Umgängen gekleisterte Hülse im Kaliber von 16 mm, die über die Zehrung mit 4 Kaliberlängen hinausragen muß, wird wie gewöhnlich geschlagen und die Stelle, bis zu welcher der massive Satzteil reicht, an der Mantelfläche der Hülse markiert.

Auf die Zehrung wird  $1/2$  Kaliber Ton geladen, dessen Höhe ebenfalls bezeichnet wird.

Die Hülse wird sodann über dem Toneinschlag  $2 1/2$  Kaliber hoch mit Magnesiumbrillant geladen und hierauf vollkommen geschlossen.

Dort, wo die Zehrung endet, wird auf den Satz ein Loch gebohrt und über diesem ein zweites, im Durchmesser von 5 mm, an der zweitmarkierten Stelle, das ist dort, wo über dem eingeschlagenen Ton der Brillantsatz beginnt.

Die Rakete wird dann wie jede andere an den Stab gebunden, als Bindematerial jedoch Fäden aus Schießbaumwolle in Verwendung genommen.

Beide Löcher werden mit einer Stoppine verbunden, eine zweite Stoppinenleitung führt vom unteren Loche zum Bund über der Zehrung, und eine dritte Leitung verbindet beide Bunde miteinander und wird seitlich zwischen Raketenstab und Hülsenwand geführt.

Sobald der Zehrsatz abgebrannt ist, erhalten sämtliche 3 Stoppinenleitungen Feuer, die Rakete trennt sich von ihrem Stab und verwandelt sich in einen Umläufer ohne feste Achse, der spiralförmig durch den Luftraum fällt.

#### i) Die Meteorrakete.

Die beiden letzten der folgenden Raketensätze sind Sätze für Meteorraketen.

Die Meteorrakete steigt als hellglänzender weißer bzw. violetter Stern ohne Funkenauswurf in die Höhe und endet entweder mit Blitzschlag oder mit einem Bukett weißer oder farbiger Magnesium- oder Aluminiumsterne, da gewöhnliche Sterne in diesem Falle zu matt erscheinen würden.

#### j) Die Fallschirmrakete.

Eine Rakete von 25 mm Kaliber mit 20 mm hoher Zeh- rung, auf welche ein Holzzylinder als Hülsenverschluß ge- leimt ist, dessen 3 mm im Durchmesser betragende Durch- lochung gut mit Anfeuerungsteig ausgestrichen und welcher Zylinder nicht nur eingeleimt, sondern auch von außen durch Einschlagen von Drahtstiften gut befestigt wurde, so daß bei der verkürzten Zehrung ein Durchschlager ausgeschlossen ist, eignet sich zur Aufnahme eines Fallschirmes ganz gut.

Die über dem Verschlusse 2 Kaliber vorstehende Ra- ketenhülse wird in diesem Falle nicht vor dem Verschluß- zylinder abgeschnitten, sondern am Rande derselben der Erweiterungsring angeleimt, dessen Durchmesser (samt dem äußeren Durchmesser der Raketenhülse) 50 mm beträgt.

Sodann wird die sehr gut angefeuerte Lichterhülse, die inklusive der Anfeuerung 50 mm lang ist, und an der die 20 cm lange, dicke Spagatschnur (vorläufig noch nicht an den 8 Fallschirmschnüren) angemacht ist und einen Durchmesser von 24,5 mm besitzt, an ihrer Mantelfläche mit Schießwoll- fäden umwunden und dann mit ihrem angefeuerten Ende auf die Fläche des Holzzylinders hinabgeschoben, wo sie mit Rücksicht auf die Baumwollumhüllung, die zur richtigen Zeit abbrennt, leicht, aber doch so sitzen muß, daß sie nicht schlottert. Dann wird aus mittelstarkem Schreibpapier in der schon bekannten Weise der Hut um den Erweiterungsring angefertigt in einer Höhe von 10 cm, dann die die Lichter- hülse tragende Spagatschnur an den Knoten der 8 Fall- schirmschnüre festgebunden, zuerst die 8 zusammengedrehten Spagatschnüre auf den Boden der Raketenkammer spiralförmig herumgelegt und hierauf der Fallschirm selbst hinaufgestopft

und an den Hutrand die Spitzkappe rings herum mit Seidenpapier leicht aufgeklebt.

Zu Raketenversetzungen verwende man nur Fallschirme aus weicher Seide, die sich auch dann noch entfalten, wenn die Rakete erst längere Zeit nach ihrer Anfertigung abgebrannt wird.

Hat man zu den Fallschirmschnüren Spagatschnüre genommen, so werden sich dieselben infolge ihrer größeren Sprödigkeit niemals verwirren und kann die Anbringung einer durchlochten Pappenscheibe, durch welche die Fallschirmschnüre durchgezogen werden sollen, um einer Verwirrung derselben vorzubeugen, als vollkommen überflüssig entfallen.

Damit der Ausstoß ja gewiß zu einer Zeit erfolge, in welcher die Rakete noch in der Aufwärtsbewegung begriffen ist, schlugen viele Feuerwerker den massiven Teil mit einem scharfen Satz aus; daß gegen das Kippen der Raketen überhaupt ein langer und statt an dem stärkeren an dem schwächeren Ende angebundener Stab von Wirksamkeit ist, wurde bereits erwähnt.

Im übrigen wird sich auf die unter dem Kapitel „Versetzungen“ erfolgten Erörterungen über den Fallschirm bezogen.

Einer besonderen Ausstoßladung bedarf der Fallschirm nicht, wenn die Lichterhülse sehr stark angefeuert wurde, zumal auch die abbrennende Schießwollumhüllung an dem Ausstoßen des Schirmes und seiner Schnüre mitwirkt.

Nochmals muß hervorgehoben werden, daß der Ausstoß früher erfolgen muß als die Rakete ihr Kompliment macht, nicht wie Frey a. a. O. 152 lehrt, indem er sagt: „Die Rakete steigt ungewöhnlich hoch, da sie von großem Kaliber ist, macht ein Kompliment und wirft den Fallschirm . . . aus.“

Hat die Rakete bereits gekippt, so kann man sicher sein, daß die Flammenfeuerhülse in den Fallschirm hineinfällt und dieses schöne Stück vollkommen mißglückt.

### k) Die Strahlrakete.

Mehrere Raketen kleineren aber gleichen Kalibers, die möglichst gleichmäßig geschlagen und mit gleich hoher Zeh- rung angefertigt wurden, werden um einen gemeinsamen Stab mit den Köpfen in gleicher Ebene herumbunden und angeleimt und erhalten eventuell auch eine gemeinsame Kammer für die Versetzungen.

Durch diese Vereinigung mehrerer Raketen läßt sich das gleiche erreichen, was die alten Feuerwerker durch die Anfertigung von Raketenungeheuern, die einen ganzen Weingart- stecken als „Stab“ benötigten, zu erreichen trachteten.

Die aus dem Kessel der einzelnen Raketen vorstehenden Stoppinen gleicher Länge werden am besten nahe an ihren Enden zusammengebunden und der Bund mit Druckpapier umhüllt.

Es braucht wohl nicht näher erörtert zu werden, daß der Stab seiner Länge und seinem Gewichte nach der Schwere der Strahlrakete entsprechen muß; auch ist es einleuchtend, daß die einzelnen Hülsen, aus der sie zusammengesetzt ist, gleichzeitig Feuer erhalten müssen, sonst geht sie schief.

Hat man Brillantraketen zur Anfertigung dieses Stückes genommen, so verabsäume man ja nicht, den Stab in der Länge von ungefähr 30 cm unter den Hülsenköpfen mit einem Stücke Kupfer- oder Messingblech in der gewöhnlichen Papierstärke zu umgeben, da es mir einmal vorgekommen ist, daß durch das heftige Feuer der rings um den Stab angebrachten Brillantraketen dieser durchgebrannt wurde, bevor die Zeh- rung konsumiert war, und der Torso als eine greulich funken- und feuerspeiende, sich mehrfach überschlagende Masse zur Erde gefallen ist, wo erst die Versetzungen losgingen.

### l) Die Schnurrakete.

An eine Rakete beliebigen Kalibers wird parallel zu ihrer Längsachse eine Schwärmerhülse im Kaliber von 6 mm geleimt und festgebunden.

Die Rakete schließt mit der offenen Zehrung ab, die mit Druckpapier verklebt wird.

Durch die angeleimte Schwärmerhülse wird ein Draht (ja keine Schnur!) gezogen und zwischen zwei Bäumen, Pfählen, Gebäuden usw. horizontal oder in einem beliebigen Winkel zur Horizontalen gespannt; die Entfernung der beiden Punkte bzw. die Länge des Drahtes richtet sich natürlich nach der Größe der Rakete und nach der größeren oder geringeren Steigung des Drahtes und beträgt zwischen 50 und 200 m.

Angezündet fährt die Rakete von dem einen Ende des Drahtes zum anderen und kann daselbst auf eine Zünddose (siehe Schwärmerfaß) treffen, durch deren Mitte das Drahtende geht, so daß die ausgebrannte Zehrung ihr Feuer der Zünddose vermittelt, die es durch Stoppinen an den Ort seiner weiteren Verwendung leitet.

Auf diese Art lassen sich entfernte Feuerwerksstücke in Brand setzen.

Wird die Schwärmerhülse nicht parallel zur Längsachse, sondern etwas schief zu ihr angebunden bzw. angeleimt, so läuft das Stück, sich drehend, am Drahte fort, erreicht aber selbstverständlich nicht jene Entfernung wie eine ohne Drehbewegung hinfahrende Rakete.

Wünscht man, daß die Schnurrakete, nachdem sie ihr Ziel erreicht hat, wieder zum Ausgangspunkte zurückkehre, so werden zwei Raketen mit entgegengesetzten Köpfen aneinandergeleimt und die Zehrung der einen mit dem an dieselbe anschließenden Kopfe der anderen durch eine überklebte Stoppine verbunden.

#### Raketensätze.

Kalisalpeter	56 Teile	Kalisalpeter	59 Teile
Schwefel	14 „	Schwefel	14 „
Grobe Kohle aus weichem Holz	30 „	Grobe Kohle aus weichem Holz	27 „

Mehlpulver	77 Teile	Mehlpulver	74 Teile
Grobe Kohle aus weichem Holz	23 „	Grobe Kohle aus weichem Holz	21 „
		Aluminiumflocken, weich und grob	5 „
Kalisalpeter	55 Teile	Kalisalpeter	60 Teile
Schwefel	15 „	Schwefel	15 „
Grobe Kohle aus weichem Holz	19 „	Grobe Kohle aus weichem Holz	17 „
Lyoner Fäden, feinst (Nr. 3)	7 „	Stahlgriß	5 „
Aluminiumgriß (Paillettes Nr. 4)	4 „	Magnesiumspäne	3 „
Kaliumnitrat	57 Teile	Kaliumnitrat	57 Teile
Magnesiumpulver, fein	28 „	Fata Morgana	29 „
Feine Lindenkohle	15 „	Feine Lindenkohle	14 „

Diese beiden letzten Sätze dienen zur Anfertigung der Meteorraketen.

Der Kalisalpeter muß mit der Lindenhholzkohle auf das innigste verrieben werden, hierauf wird das Magnesiumpulver bzw. die Fata Morgana zugesetzt und mit einem Horn- oder Holzlöffel gut untermengt.

Der erstere Satz gibt weißes, der zweite violette Licht.

Nach meinen Erfahrungen ist eine Entzündung dieser beiden Sätze beim Schlagen der Hülsen nicht zu befürchten.

### Allgemeine Betrachtungen über Raketen.

Über die Bewegungsursache der Raketen und analoger Feuerwerkskörper zu schreiben, halte ich für überflüssig, da sie jedem Gebildeten bekannt ist; hier sollen nur unliebsame Vorkommnisse erörtert werden, die sich zuweilen beim Abfeuern von Raketen ergeben, und die Mittel besprochen werden, diesen Vorfällen zu begegnen.

Vor allem muß jedem Feuerwerker dringend angeraten werden, sich eine größere Menge jener Stoffe anzuschaffen, deren er sich zur Herstellung der Raketensätze bedienen will; dies gilt insbesondere in bezug auf Kohle und Mehlpulver.

Sodann setze man unter genauer Abwägung der einzelnen in Betracht kommenden Bestandteile eine kleine Menge Satzes an und verfertige mit demselben einige Proberaketen; erst wenn diese tadellos gelungen sind, bereite man sich das ganze Satzquantum zu.

Verharrt die Proberakete auch nur einen Moment am Nagel, nachdem sie Feuer erhalten, oder steigt sie nur langsam in die Höhe, so daß sie zu früh ihr Kompliment macht und zu weit herabkommt, bevor sie verlischt, knallt oder ihre Versetzungen auswirft, so ist entweder der Stab oder die Versetzung zu schwer oder — falls dies nicht der Grund ist, der Satz zu faul.

Die Versetzung darf  $\frac{1}{3}$  des Gewichtes der Rakete nicht überschreiten, und Stab und Versetzung dürfen  $\frac{3}{4}$  der Raketenschwere nicht bedeutend überschreiten; hieraus ergibt sich von selbst, ob der angewandte Satz zu faul war.

Faule Sätze verbessere man nicht durch Zusatz von Salpeter, sondern durch Beimengung von Mehlpulver.

Es kann sich aber auch der umgekehrte Fall ereignen: die Rakete platzt entweder sofort am Nagel oder nachdem sie einige Meter Höhe erreicht hat.

In einem solchen Falle war entweder die Hülse zu schwach, oder sie wurde beim Laden lädiert, oder der Satz war zu scharf.

Läsionen der inneren Papierumgänge kommen wohl nur bei Verwendung schlechter (verlegener) Papiersorten vor und sind äußerlich nicht immer erkennbar; zu schwache Hülsen werden am besten durch Umkleben derselben mit einem Streifen Leinwand in 3—4 Umwindungen verbessert.

Zu scharfen Sätzen setze man vorsichtig Kohle zu, bis die entsprechende Faulheit des Satzes erreicht ist.

Da die Kohle Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt, so kann es sich ereignen, daß eine bei feuchtem Wetter geschlagene Rakete nicht entspricht, wenn infolge nachträglich eingetretener Lufttrockenheit der Satz schärfer geworden und umgekehrt, ja das bloße mehrmalige Hineinhauchen in die Seele einer mit einem zu scharfen Satze geladenen Rakete ist oft imstande, dieselbe vor dem Zerspringen zu retten.

Hat man Raketen mit einem zu scharfen Satze geladen, so verkürze man die Stoppine derart, daß sie nur die Seelenbasis berührt; nützt dies nichts, so löse man außerdem den Kehlenbund, was allerdings bei Brillantraketen, die gerade die schärfsten Sätze besitzen, dann nichts nützt, wenn dieselben, wie einzelne Autoren lehren, zum Schutze gegen das Ausbrennen der Kehle einen Tonvorschlag erhalten haben. Derartige Manipulationen sollen aber am Feuerwerksplatz tunlichst vermieden werden, da sie das ganze Programm stören, Verwirrungen verursachen und sogar zu Unglücksfällen Veranlassung zu geben geeignet erscheinen.

Ein anderes höchst unangenehmes Vorkommnis bei Raketen ist das Durchschlagen derselben.

Es besteht darin, daß die ganze Versetzung in die Luft geworfen wird, sobald die Rakete Feuer erhalten hat.

Der einzige Grund hierfür ist in einer zu lose in der Hülse sitzenden Zehrung zu suchen, sei es, daß diese bei kleineren Raketen nicht genügend stark geschlagen wurde, sei es, daß bei größeren Raketen die Schlagscheibe oder deren Ersatz nicht genügend befestigt worden ist.

Wird die Hülse hinter der eingeleimten Schlagscheibe etwas zugewürgt, so kann sich dieser Fall nicht ereignen.

Weiter soll es vorgekommen sein, daß der Raketenkopf weggerissen wurde, ein Fall, der mir während meiner langen Praxis niemals vorgekommen ist.

Der Grund hierfür liegt in einer Beschädigung der inneren Papierwandungen der Hülse knapp über der Kehle infolge zu starker Schläge beim Antreiben der Hülse auf Dorn und Eichel.

Verschiedene Autoren empfehlen in dieser Richtung die scharfen Ränder des längsten Setzers etwas abzustumpfen, was jedoch überflüssig erscheint, wenn die ersten leeren Schläge behufs Antreibens der Hülse auf Dorn und Eichel nicht zu heftig ausgeführt werden.

Ein weiterer Übelstand, der sich sehr oft ereignet, besteht darin, daß die Sterne zum Teil blind ausgestoßen werden; hieran trägt eine schlechte Anfeuerung oder eine nicht vollkommen durchgeführte Austrocknung der Sterne das Verschulden, oder es wurde ein zu brisant wirkender Sprengsatz benützt.

In dieser Richtung wirkt die Anfeuerung der Innenwände der Raketenkammer sehr gut.

Auch das Abplatzen des Hutes kommt bisweilen vor; die Unzukömmlichkeit beruht auf einer schlechten Befestigung desselben; wird der Hut, wie oben angegeben, angefertigt, so wird dieser Fall sich nie ereignen können.

Falbesoner benennt den Hut der Rakete als Raketenkopf, bleibt aber in dieser Bezeichnung nicht konsequent, indem er auch den Kessel der Rakete als Kopf bezeichnet (siehe z. B. Seite 106 Zeile 8); die gleiche Inkonsequenz findet sich auch bei Scharfenberg.

Wenn man auch sofort versteht, was die beiden Autoren meinen, so erscheint es doch angezeigt, für verschiedene Begriffe nicht die gleiche Bezeichnung zu wählen.

Der Hut läßt sich übrigens auch auf eine einfachere Weise bilden, wonach das Abplatzen desselben nicht vorkommen kann.

Der Erweiterungsring wird weggelassen und ein rechtwinkliges Stück starken Schreibpapiers als Hülsenfortsatz statt um den Ring sofort in 2 Wicklungen um die Raketenhülse geklebt. Der Hohlraum der vorstehenden dünnwandigen Hülse bildet dann die Kammer, deren Kaliber dem äußeren Durchmesser der Raketenhülse gleichkommt. Es ist aber klar, daß in einer derart gebildeten Kammer ungefähr  $\frac{1}{3}$  Versatzstücke weniger Platz finden als in einer erweiterten.

Bevor ich diesen Abschnitt schließe, möchte ich noch einer besonderen Art Raketen herzustellen Erwähnung tun, die ich im Laboratorium des Pyrotechnikers Leopold Tombolini in Fermo kennen gelernt habe.

Hiernach entfällt die Würigung und Schnürung der Hülsen vollständig, jedoch müssen die Dorne um  $1\frac{1}{2}$  Kaliber länger genommen werden als bei gewürgten Hülsen.

Die vollkommen trockene, ungewürgte und ungeschnürte Hülse wird senkrecht auf die Eichel gesetzt und durch Einführung des längsten hohlen Setzers und Drehen desselben um seine Achse bewirkt, daß der Dorn genau die Mitte des Hülseninnern einnehme; sodann wird  $1\frac{1}{2}$  Kaliber hoch Ton eingeschlagen und des weiteren vorgegangen wie bei der Ladung gewürgter Hülsen. Bei einiger Übung ist auch hier die Anwendung eines Raketenstockes überflüssig.

Selbstverständlich lassen sich auch Brander auf diese Weise herstellen, ohne daß es in dieser Richtung notwendig wäre, den kurzen Dorn zu verlängern.

## F. Pots à feu.

### a) Das Schwärmerfaß.

Man läßt sich vom Klempner aus gewöhnlichem verzinnem Eisenblech einen Zylinder, beiderseits offen und hart gelötet, im Durchmesser von 80—100 mm und in der Länge von 4 Durchmessern herstellen und rollt über demselben mit Leim bestrichenen dünnen Pappdeckel in festen Windungen so lange herum, bis die Wandstärke zirka 10 mm beträgt.

Das eine Ende dieses Rohres wird durch einen runden, 4 cm starken, massiven, genau in dasselbe passenden Zylinder aus hartem Holze geschlossen und mit demselben gut verschraubt. Auf dem Boden dieses Rohres wird in Seidenpapier eingeschlagenes Jagdpulver (Rundkorn), das  $\frac{1}{6}$  des Gewichtes der auszustoßenden Schwärmer betragen soll, gelegt.

Weiter macht man sich eine Dose aus dünnem Pappendeckel, deren Seitenwände 3 cm hoch sind und deren Boden genau in das Rohr hineinpaßt. Letzterer wird sodann mit einem Locheisen von 4 mm Durchmesser siebartig durchlöchert und die innere wie auch die äußere Fläche desselben mit dicker Anfeuerung einige Millimeter hoch bestrichen, und zwar derart, daß hierdurch auch die einzelnen Löcher verstopft werden.

In diese Dose, die mit dem Ausdruck Zünddose, Zünd- oder Hebespiegel bezeichnet wird, werden nun die Schwärmer, einer neben dem anderen, mit ihren Köpfen nach unten senkrecht aufgestellt, in der Mitte aber wird statt eines Schwärmers eine beiderseits offene leere Schwärmerhülse eingesetzt, durch die eine Stoppine die Feuerleitung vom Dosenboden bis zur Rohröffnung herstellt.

Nun wird diese mit den Schwärmern gefüllte Zünddose bis auf die Ausstoßpulverladung hinabgeschoben und die Mündung des Rohres mit einem runden Papierausschnitte, aus dessen Mitte die Zuleitungsstoppine (in ihre Röhre eingeschlossen) hervorragt, verschlossen. Der Papierausschnitt wird an den Rohrrand festgeklebt.

Eine zweite Art Schwärmerfässer herzustellen besteht darin, daß man die Schwärmer mit ihren Köpfen nach aufwärts einlädt; in diesem Falle sind auf die Köpfe Zündschnüre kreuz und quer zu legen und die Zuleitungsstoppine an einer Seite der Dosenwand mit denselben in Verbindung zu bringen, während an der entgegengesetzten Seite eine Stoppine zum Boden der Zünddose reicht.

Ein derartig konstruiertes Schwärmerfaß erfordert eine stärkere Ausstoßladung, nämlich  $\frac{1}{5}$  des Gewichtes der Schwärmerladung.

Zu Faßschwärmern eignen sich am besten solche von 8 mm Kalibergröße und mit Blitzschlägen versehen; größere Schwärmer fallen oftmals brennend zur Erde zurück, was sich sehr schlecht ausnimmt; kleinere Schwärmer machen einen zu geringen Effekt.

Eine größere Anzahl solcher Schwärmerfässer, eines nach dem anderen in gesteigerter Folge abgebrannt, kann zu einem Schlußstück Verwendung finden, dem sicher allgemeiner Beifall gezollt wird.

### b) Das Leuchtkugelfaß.

An Stelle der Schwärmer werden Leuchtkugeln in die Zünddose eingeladen, doch sollen dieselben nur 8 mm im Durchmesser haben, weil es sonst vorkommen kann, daß sie noch brennend zur Erde gelangen.

Dieselben werden in drei Reihen eingelegt und die leeren Zwischenräume mit Sprengsatz ausgefüllt; die Zuleitungsstoppine geht mitten durch die Leuchtkugeln und den Sprengsatz, wird jedoch über die ersteren rechtwinklig abgebogen und kommt nicht in der Mitte, sondern an einer Seite des Rohres zum Vorschein, weil auf die Leuchtkugeln zusammengeknülltes Seidenpapier gestopft werden muß, damit sich dieselben sowie die Zuleitungsstoppine nicht verschieben und an dem ihnen angewiesenen Platze bleiben müssen.

Dieser Vorgang kann auch vorsichtsweise bei den Schwärmerfässern eingehalten werden.

Leuchtkugelfässer sollen nie für sich allein abgebrannt werden, sondern stets in Verbindung mit einem römischen Licht, weil es den Anschein haben könnte, daß eine Sternbombe im Mörser geplatzt sei, was ungefähr der Wirkung eines unmittelbar angezündeten Leuchtkugelfasses gleichkommt.

### c) Das Froschfaß.

Obschon bei der Explosion eines Froschfasses so gut wie nichts zu sehen ist, sondern nur die akustische Wirkung der in der Luft detonierenden Frösche die Zuschauer ergötzen soll, kann trotzdem ein zur richtigen Zeit abgebranntes derartiges Faß einen guten Eindruck machen. Die Frösche werden einer nach dem anderen mit den Köpfen nach unten gekehrt in die Zünddose getan, und können sich dieselben auch zwängen, was bei den Schwärmern nicht vorkommen darf.

Beim Froschfasse schadet es nichts, wenn einzelne Frösche erst am Boden ausknallen.

Die Ausstoßladung beträgt hier  $\frac{1}{5}$  des Gewichtes der Frösche.

#### d) Das Pfeiferfaß.

Die Neptunspfeifen dürfen nicht höher als 3 Kaliber hoch mit Kaliumpikrat ausgeschlagen werden, damit sie nicht brennend zur Erde fallen; die Unterbringung der Pfeifen ist die gleiche wie die der Schwärmer mit den Köpfen nach aufwärts; es macht sich besser, wenn das Faß nicht ausschließlich mit Pfeifen gefüllt wird, sondern etwa mit  $\frac{1}{3}$  Pfeifen und mit  $\frac{2}{3}$  Schwärmern, weil ein Übermaß von schrillen Piffen das Ohr mehr beleidigt als ein Übermaß von Knalleffekten.

Darauf wurde schon bei Besprechung der Fabrikation der Neptunspfeifen hingewiesen.

#### G. Schlagleisten.

In der Mitte eines Brettes, das 1 m lang, 12 cm breit und 3 cm stark ist, werden mit einem Zentrumborner in gerader Linie der ganzen Länge nach und in einer Entfernung von je 4 cm Löcher im Durchmesser von 18 mm und in der Tiefe von 10 mm gebohrt; weiter wird parallel zur Linie, in der die Löcher gebohrt erscheinen, nahe am Rande des Brettes eine Nute eingehobelt, zirka 6 mm breit und ebenso tief. In diese Nute wird eine Stoppine, die in Zinnfolie eingehüllt wurde, eingebettet und mit einem Papierstreifen verklebt.

Die Umhüllung mit Zinnfolie verhindert ein rasches Abbrennen der Zündschnur, das sonst stattfände.

Weiterhin werden über einen Winder von 14 mm Durchmesser Hülsen in der Länge von 12 cm, in der Wandstärke von 2 mm gerollt und 10 mm hoch mit Ton verschlossen und mit dem verschlossenen Ende in die Löcher senkrecht eingeleimt.

Diese sogenannten Ausstoßhülsen werden an der Seite, an der sich die verdeckte Stoppinenleitung befindet, genau

über dem Tonvorschlag mit einem Pfriemen durchbohrt und in die Durchbohrung eine Stoppine gesteckt, die mit der in der Nute befindlichen Leitung in gerader Richtung kommuniziert und gut verdeckt werden muß.

In die einzelnen Ausstoßhülsen wird Jagdpulver (Rundkorn) geschüttet, auf das die Garnituren kommen — Schwärmer, Serpentosen, Neptunspfeifen, funkensprühende Sterne usw. in beliebiger Auswahl und Reihenfolge.

Auf jede derartige Versetzung wird ein weicher Pfropfen aus Seidenpapier hinaufgedrückt.

Die Pulverladungen dürfen nicht zu stark sein, sonst gehen die Versatzstücke blind, und diese müssen um  $\frac{1}{2}$  mm im Durchmesser schwächer sein als das Ausstoßhülsenkaliber beträgt.

### Bienenschwarm.

Zur Ausführung dieses Stückes eignet sich am besten obige Schlagleiste in etwas geänderter Form.

Statt der ersten Ausstoßhülse wird eine Fontäne eingeleimt, die ihr Feuer senkrecht nach aufwärts wirft und mit einem faulen Funkenfeuersatz geladen ist; dieselbe erhält gleichzeitig mit der in der Nute liegenden Stoppine Feuer.

Sämtliche Ausstoßhülsen werden nur mit Schwärmern geladen und die Abstände zwischen den einzelnen Hülsen nach der Mitte dem Ende zu immer näher aneinander gerückt, bis ein Schwärmerfaß den Abschluß bildet.

Das Brett muß in seiner Längsrichtung den Zusehern zugekehrt sein, damit es den Anschein hat, daß die Schwärmer aus der Fontänenhülse herausfliegen.

### H. Die Tischrakete.

Für diesen Feuerwerkskörper eignen sich am besten die Kaliber 16, 18 und 20 mm. Man nimmt eine ganz gekleisterte Hülse von  $\frac{1}{5}$  Kaliber Wandstärke und 14 Kaliber Länge, würgt dieselbe, soweit als möglich, zu, verschließt die Kehle gänzlich durch das Einschlagen eines Papierpfropfens und

bezeichnet sich an der Mantelfläche der Hülse die Stelle, bis wohin innerhalb derselben der Pfropfen reicht.

Sodann wird die Hülse mit einem der folgenden Funkenfeuersätze bis auf  $1\frac{1}{2}$  Kaliber vollgeschlagen, die Stelle, bis wohin der Satz reicht, auch hier verzeichnet und die Hülse durch Papierpfropf und Schnürung verschlossen.

Nun werden dort, wo der Satz hinter den beiden Pfropfen beginnt, 2 Löcher, die sich diametral gegenüberliegen müssen,  $\frac{1}{6}$  Kaliber weit senkrecht auf die Achse der Hülse bis auf die entgegenstehende Wand derselben gebohrt, und sodann weitere 4 Löcher in einer Linie und  $\frac{1}{4}$  Umdrehung von den beiden Seitenlöchern entfernt — ebenfalls  $\frac{1}{6}$  Kaliber weit, senkrecht auf die Hülsenachse, jedoch nicht weiter in den Satz reichend als 4 mm, derart, daß das 1. und 4. Loch genau  $\frac{1}{2}$  Kaliber von den beiden Seitenlöchern zu liegen kommt, während die beiden dazwischen liegenden Löcher untereinander und mit dem 1. und 4. Loch gleiche Entfernungen besitzen.

Die beiden Seitenlöcher werden mit dem technischen Ausdruck Drehlöcher, die vier in gerader Linie liegenden als Steig-, Stoß- oder Hebelöcher bezeichnet.

Hierauf wird das erste und das zweite sowie das dritte und das vierte Steigloch miteinander durch verdeckte und mit Anfeuerungsteig eingeklebte Stoppinen verbunden — eine Verbindung der beiden Mittellöcher (2 und 3) findet nicht statt. Nun nimmt man ein Stück Schindelholz in der Länge der Hülse und  $1\frac{1}{2}$  Kaliber breit und befestigt dasselbe kreuzweise in der Mitte der Hülse, jedoch nicht zwischen den Steiglöchern 2 und 3, sondern auf der entgegengesetzten Seite derselben, also sozusagen am Rücken der Hülse, mittels Pechdraht und Leim; schließlich erfolgt die Verbindung der beiden Drehlöcher mit einer verdeckten Stoppine, die genau in der Mitte Feuer erhalten muß.

Zwischen den Stoßlöchern 2 und 3 wird an den Pechdrahtbund eine kleine runde, mit einem Locheisen ausgestanzte Pappendeckelscheibe geleimt, auf der sich die Tischrakete —

auch Tourbillon genannt — auf eine ebene Fläche gestellt, auf der sie auch angezündet wird, drehen kann.

Zuerst fangen gleichzeitig die beiden Drehlöcher Feuer, worauf sich das Stück sofort zu drehen beginnt, bis die Entzündung der 4 Steiglöcher von innen heraus stattfindet und das Steigen desselben bewirkt; dieses muß senkrecht erfolgen.

Voraussetzung hierfür ist die gleichzeitige Entzündung der beiden Drehlöcher und in weiterer Folge die gleichzeitige Entzündung der beiden äußeren Steiglöcher, daher eine sehr genaue Arbeit bei der Anfertigung dieses Feuerwerkskörpers ein notwendiges Erfordernis ist.

Insbesondere ist auf die gleichmäßige Komprimierung des Satzes das besondere Augenmerk zu richten.

Die meisten Feuerwerker verbinden auch die beiden inneren Steiglöcher miteinander, was aber überflüssig erscheint; denn, erhalten die beiden äußeren Steiglöcher nicht gleichzeitig Feuer, so verliert das Stück ohnehin sein Gleichgewicht und kippt um oder geht schief.

Die Anbringung des Querholzes als Gegengewicht geschieht besser am Rücken der Hülse als unterhalb zwischen den beiden inneren Hebelöchern, weil hierdurch der Schwerpunkt des Stückes tiefer zu liegen kommt.

Wünscht man einen Schlag anzubringen, so bohrt man in der Mitte des 2. und 3. Steigloches in gleicher Linie ein fünftes Loch, das jedoch nicht weiter als bis auf den Satz reichen darf, worauf ein zylindrischer Schlag angeleimt wird; dann kommt der Bund des Kreuzholzes über den Schlag zu liegen.

Der Dorpater Feuerwerker Oskar Frey sagt in seinem Lehrbuche, daß die meisten Feuerwerker diesen Feuerwerkskörper nicht fehlerlos darstellen können, wie er durch Ankauf vieler Tourbillons von anderen Feuerwerkern sowie von großen fürstlichen und kaiserlichen Laboratorien erfahren habe, da die Mehrzahl derselben auf der Erde ausbrannten — ein Grund mehr, dieses schwierige Stück durch peinlich genaue Arbeit zum tadellosen Funktionieren zu bringen.

Brillantsätze eignen sich nicht gut zu Tischraketen, da durch sie die Löcher zu stark ausgebrannt werden, wodurch die Auftriebskraft geschwächt wird.

### Sätze für Tischraketen.

Kalisalpeter . . . . .	62 Teile
Grobe Kohle . . . . .	21 „
Schwefel . . . . .	14 „
Mehlpulver . . . . .	3 „
Mehlpulver . . . . .	75 Teile
Grobe Kohle . . . . .	22 „
Aluminiumgrieß . . . . .	3 „

Es lassen sich auch drei- und vierarmige Tourbillons herstellen, sowie solche, die an Stelle des Querholzes einen zweiten kleinen Tourbillon in die Höhe tragen, der Feuer bekommt, sobald der erste ausgebrannt ist; allein alle diese Variationen sind verdrängt worden durch eine neue Art von Tourbillons, die ganz Vorzügliches leisten, nämlich durch den

### Fliegenden Kranz.

Man nimmt einen kreisrunden Siebreifen im Durchmesser von 24 cm, in der Breite von 2 cm und 4 mm stark, und leimt und nagelt in denselben ein Kreuz aus weichem Holz hinein. Der Mittelpunkt dieses Holzkreuzes wird durchlocht und in die Aushöhlung ein Röhrchen aus Weißblech im Kaliber von 8 mm und in der Länge von 80 mm, einseitig zugelötet, bis zu seiner Mitte hineingeleimt.

Dieses Gestell hat den Zweck, sich mit der Nabe auf dem Dorn eines 2 m hohen Pfahles zu drehen.

Nunmehr werden 6 Branderhülsen von 16 mm Kaliber, 3 mm Wandstärke und 15 cm Länge vollständig gekleistert und auf  $\frac{1}{3}$  Kaliber zugewürgt, mit dem Satze

Mehlpulver . . . . .	80 Teile
Lyoner Fäden, feinst . . . . .	18 „
Aluminiumfitter, weich und fein . . . . .	2 „

über kurzem Dorn und Tonvorschlag geschlagen und am zweiten Ende zugewürgt.

Von diesen 6 Brandern werden vier an der Peripherie des Siebreifes in gleichen Entfernungen voneinander mit den Köpfen nach unten derart mit geglühtem Eisendraht festgebunden, daß dieselben mit dem Reifen je einen Winkel von  $90^\circ$  bilden. Der Bund darf nicht in der Mitte der Brander erfolgen, sondern zu  $\frac{2}{3}$  ihrer Länge, damit der Schwerpunkt des ganzen Systems möglichst tief zu liegen kommt. Die übrigen 2 Brander werden horizontal in der Mitte zwischen dem ersten und zweiten und dem dritten und vierten vertikalen festgebunden mit entgegengesetzten Köpfen.

Die Stoppinenverbindung zwischen den vier vertikalen Brandern geschieht derart, daß die vier Stoppinen sich in der Mitte kreuzen. Die zwei horizontalen Brander werden ebenfalls miteinander durch Stoppinen verbunden, und an einem derselben wird eine pyrotechnische Pause angeleimt.

Als solche wird eine Schwärmerhülse kleinen Kalibers, die ganz mit Mehlpulver ausgeschlagen wurde und 20—25 mm Länge besitzt, benützt. Diese beiderseits offene Hülse erhält gleichzeitig mit dem Brander, an dem sie angeleimt wurde, Feuer und trägt dasselbe, nachdem sie ausgebrannt und die horizontale Drehung des Stückes bereits im Zuge ist, auf die 4 Vertikalbrander weiter.

Diese müssen sich gleichzeitig entzünden, worauf sich das Stück, einem feurigen Wirbelwinde gleich, zu einer nicht unbeträchtlichen Höhe erhebt und einen sehr schönen Anblick gewährt. Daß die Stoppinen gut verdeckt sein müssen, braucht wohl nicht näher betont zu werden.

Selbstverständlich lassen sich die vier Vertikalbrander verschiedenartig versetzen oder mit Schlägen versehen, wodurch das Stück an Effekt bedeutend gewinnt.

Feuer bekommt dasselbe in der Mitte der Stoppinenleitung, die beide Horizontalbrander miteinander verbindet.

## I. Römische Lichter.

Die römischen Lichter, auch Leuchtkugelwerfer genannt, sind lange dickwandige Hülsen, die, stufenweise mit Ausstoßpulver, einem Sterne und mit einem faulen Zwischensatz geladen, in isochronen Intervallen die Sterne gleicher oder verschiedener Farbe auf die gleiche Höhe werfen sollen.

Die römischen Kerzen zählen zu den schönsten Feuerwerkskörpern und erregen in größerer Anzahl, gleichzeitig abgebrannt, allgemeine Bewunderung.

Ihre Anfertigung ist jedoch schwierig wegen des richtigen Ausmaßes der einzelnen Pulverladungen.

Als Hülsenkaliber hat sich die Größe von 18 mm am besten bewährt; Hülsen höherer Kaliber zu nehmen, ist nicht angezeigt, weil es dann vorkommen kann, daß die Sterne noch brennend zur Erde fallen, was einen sehr schlechten Eindruck macht; römische Kerzen mit engerem Kaliber machen aber einen zu geringen Effekt.

Auch dürfen die Sterne nicht zu hoch geworfen werden, weil sie dann erst zur vollen Entfaltung gelangen, wenn sie das Kompliment machen; die Wurfhöhe soll 15—20 m nicht überschreiten.

Um nun ein römisches Licht herzustellen, verfertigt man eine Hülse in der Länge von 36 cm, von 5 mm Wandstärke und 18 mm innerer Lichte aus dünner, grauer Pappe, die man in allen ihren Umgängen leimt (nicht kleistert).

Derartige Hülsen werden, wenn sie vollkommen trocken geworden sind, steinhart und brennen nicht aus.

Die Hülse bekommt nun einen Tonvorschlag von  $1\frac{1}{2}$  Kaliber Höhe; auf den Tonvorschlag kommt eine Ladung Ausstoßpulver, hierauf ein Stern, dann ein Zehrsatz, auf diesen wieder eine Ladung Ausstoßpulver, Stern, Zehrsatz und so fort, bis Zehrsatz das Ende der Ladung bildet.

Es ist nun sofort klar, daß der oberste Stern, unter der Voraussetzung, daß das Ausstoßpulver in allen Fällen in gleicher Quantität genommen wird, bedeutend niedriger geworfen werden muß als der letzte (verschiedene Rasanzen der

Geschosse unter sonst gleichen Umständen bei einer Pistole und einem Gewehr).

Ein derartiges römisches Licht entspräche aber nicht dem Wesen dieses Feuerwerksstückes und müßte von sachverständiger Seite aus als mißlungen bezeichnet werden.

Um aber gleiche Wurfhöhen zu erreichen, müssen die Ausstoßladungen desto schwächer genommen werden, je länger der vom Stern zu durchlaufende Hülsenraum wird.

Unter der Voraussetzung, daß von den zur Anwendung kommenden zylindrischen Sternen jeder das gleiche Gewicht besitzt, daß zwischen den Sternen und der Hülsenwand ein sich stets gleichbleibender Zwischenraum besteht, daß dieser Zwischenraum nicht durch Zehrsatz ausgefüllt wird und daß endlich letzterer immer gleich stark gedichtet wurde, sind die Pulvermengen nachstehend zu bemessen:

für den also als erster in die Hülse zu ladenden

7. Stern . . . .	0,60 g
6. " . . . .	0,65 "
5. " . . . .	0,75 "
4. " . . . .	0,90 "
3. " . . . .	1,30 "
2. " . . . .	3,00 "
1. " . . . .	6,00 "

Jagdpulver, Rundkorn.

Darnach werden Sterne in die Form gepreßt im Durchmesser von 16 mm bei gleicher Höhe; dieselben werden allseitig angefeuert und abgewogen. Von der Basis jener Sterne, die ein größeres Gewicht besitzen als die leichtesten unter ihnen, wird so viel abgetragen (durch vorsichtiges Abschaben mit einer Messerklinge), daß sie alle die gleiche Schwere erhalten. Die abgeschabte Basis wird mit Dextrinlösung bestrichen und neuerlich angefeuert.

Sodann wiegt man die einzelnen Pulvermengen für den Ausstoß ab und macht sich darnach 7 Pulvermaße, um dem jedesmaligen Abwägen enthoben zu sein. Auf die erste Ausstoßladung von 0,6 g kommt ein Stern; damit derselbe keinen

Raum zwischen sich und dem Hülsenrande freilasse, wird er an seiner ganzen Mantelfläche mit einem Schießbaumwollfaden umwunden.

Hierauf wird in die Hülse  $1\frac{1}{2}$  Kaliber hoch Zehrsatz eingebracht. Dieser darf nicht zu faul sein, damit er wenig Schlacke in der Hülse hinterlasse, sowie aus dem weiteren Grunde, daß eine sichere Zündung desselben durch das Ausstoßpulver erfolge. Der Zehrsatz wird nicht bloß gestopft, sondern durch einige leichte Schläge komprimiert, so daß beim Umkehren der Hülse kein Satz herausfällt. Auf den Zehrsatz kommt die zweite Ausstoßladung, der zweite Stern und wieder  $1\frac{1}{2}$  Kaliber hoch Zehrsatz, bis mit letzterem der Abschluß nach Einbringen des siebenten Sternes stattfindet. Die letzte Zehrsatzportion wird 2 Kaliber hoch genommen, die noch darüberstehende Hülse bleibt frei.

Die Anfeuerung geschieht durch Einbringung einiger Stoppinen, die bis auf den Zehrsatz reichen und auf denselben mit etwas Anfeuerungsteig festgedrückt werden.

Sie müssen so lang genommen werden, daß sie etwas über den Hülsenrand hervorstehen; die Mündung des römischen Lichtes wird sodann mit einem runden Papierstück überklebt, nachdem dasselbe vorher zwecks Durchlassung der Stoppinen perforiert wurde.

Öfters sieht man bei Feuerwerken — besonders im Süden — römische Lichter, die statt weißer oder bunter Sterne solche aus einem Funkenfeuersatze gefertigte auswerfen, die dann einen langen Funkenstreifen nach sich ziehen.

Zu diesem Zwecke fertigt man Sterne aus dem für Polypensterne bestimmten Satzgemenge.

Ein Mißstand muß noch erwähnt werden, der darin besteht, daß man keinen rauchlosen Zehrsatz herstellen kann; der Rauch aber trübt den Glanz der auf- und absteigenden Sterne und hüllt sie schließlich in einen förmlichen Nebel ein.

Diesem Übelstande begegnet man am besten dadurch, daß man eine auf  $\frac{1}{3}$  Kaliber zugewürgte Branderhülse, die mit einem raschen Funkenfeuersatze geladen wurde, an die

Hülse des römischen Lichtes anleimt und anbindet, so daß die Mündungen beider Hülsen in der gleichen Ebene liegen und beide gleichzeitig Feuer fangen.

Auf den ersten Blick erscheint es zwar paradox, daß zwei Hülsen, die nebeneinander brennen, weniger Rauch verursachen sollen als eine einzige. Der Grund, daß dies tatsächlich der Fall ist, liegt darin, daß die Gase der verengten Branderhülse mit Gewalt ausströmen und nicht nur die eigenen, sondern auch die Rauchpartikelchen der daneben brennenden römischen Kerze in die Höhe reißen und zerstreuen.

Ein derartiges römisches Licht macht auch einen viel besseren Eindruck auf die Zuschauer, weil das schwache Funkenfeuer, das der ungewürgten römischen Kerze entströmt, neben dem kräftigen Feuerstrahl der angeschlossenen Branderhülse verschwindet und es den Anschein hat, als ob die einzelnen Sterne der letzteren entsteigen würden.

#### Zehrsatz für römische Kerzen.

Kalisalpeter . . . . .	40	Teile
Mehlpulver . . . . .	30	„
Grobe Kohle aus weichem Holz	20	„
Schwefel . . . . .	10	„

#### K. Körnerfontäne oder Körnerwerfer.

Eine durchwegs gekleisterte Hülse aus starkem Kraftpackpapier im Kaliber von 25 bis 35 mm, 7 Kaliber lang und  $\frac{1}{5}$  Kaliber stark, wird an einem Ende provisorisch mit einer runden, mit einem Locheisen ausgestanzten Pappendeckelscheibe vom äußeren Hülsenkaliber, die man auf den Hülsenrand festleimt, verschlossen.

Ist der Leim vollkommen getrocknet, so stellt man die Hülse mit dem geschlossenen Ende senkrecht auf einen Holzpflöck und ladet sie mit dem unten folgenden scharfen Funkenfeuersatze, dem man  $\frac{1}{4}$  seines Gewichtes Körner gut untermischt hat, derart, daß man den Satz in kleinen Partien einbringt und denselben mit 10—12 Schlägen mäßig komprimiert.

Der einzuschlagende Satz muß vor dem jedesmaligen Einladen einer neuen Portion gut durchgemengt werden, damit sich die Mischung nicht ungleich gestaltet.

Man ladet die Hülse bis auf  $1\frac{1}{2}$  Kaliber vom zweiten Rande und verschließt mit Tonvorschlag.

Hierauf entfernt man den Pappendeckelverschluß und gibt der Hülse eine konische Mündung, weil nur durch eine solche der größte Teil der Körner herausfliegt, während bei Verwendung einer auf gewöhnliche Art gewürgten Hülse mehr als  $\frac{1}{3}$ , bei einer ganz ungewürgten Hülse über die Hälfte der Körner mit dem Satze verbrennen würde.

Diese konische Mündung wird derart hergestellt, daß man sich vom Klempner einen geraden Kreiskegelstutz aus Weißblech zusammennieten (nicht löten) läßt, dessen eine Öffnung an der Spitze die Hälfte des Fontänenkalibers besitzt, dessen Basis aber dem äußeren Durchmesser der Hülse entspricht und eine ebenso breite zylindrische Fortsetzung hat, in welche die an ihrer Mantelfläche mit Dextrinkleister bestrichene Fontänenhülse bis auf die Kegelbasis hineingepreßt wird.

Sodann füllt man den Kegelstutz mit Satz (ohne Körner) voll und feuert diesen an der Spitze des Kegels an.

Die Körner sollen im Durchmesser nicht mehr als 4 mm betragen.

Gelbe Körner machen mit Rücksicht auf den gelbrotbrennenden Satz wenig Wirkung; die weißen Körner werden durch die mit glanzvoll bläulichem Weiß abbrennenden Aluminiumpartikelchen ersetzt und passen zu roten und grünen Körnern vorzüglich, weniger zu blauen, da diese eine zu geringe Lichtstärke entwickeln und neben dem Aluminiumlicht matt erscheinen.

Körnerfontänen werden nur bei kleinen Feuerwerken einzeln abgebrannt, sie machen aber als Gänsefüße, Fächer, sowie als Ausschmückung größerer Feuerwerksstücke eine sehr gute Wirkung.

### Satz zu Körnerfontänen.

Mehlpulver . . . . .	79	Teile
Grobe Kohle . . . . .	14	„
Aluminium-Paillettes Nr. 3	7	„

## 3. Die Pyrographie.

Unter Pyrographie versteht man Darstellungen im Lichte-  
feuer. Pyrographische Darstellungen bilden gewöhnlich das  
Schlußstück eines großen Feuerwerkes und sind schon mit  
Rücksicht auf die Möglichkeit verschiedener Farbenzusammen-  
stellungen den Funkenfeuerdekorationen unbedingt vorzuziehen.

Zu bunte Farbenmischungen sind jedoch tunlichst zu ver-  
meiden und soll eine Farbe stets den Grundton bilden, wozu  
sich die weiße Farbe am besten eignet. Mit Lichte-  
feuer lassen sich geometrische Figuren, Namenszüge, Adler, Orden,  
Wappen, Kronen, Architekturen usw. darstellen; soll jedoch  
der Effekt die Mühe lohnen, so muß unbedingt eine gewisse  
Großzügigkeit der Zeichnung, gepaart mit möglichster Ein-  
fachheit, gefordert werden.

Je breiter das Kaliber der Lanzen ist, desto weiter kann  
die Dekoration vom Beschauer entfernt sein und desto länger  
kann der Abstand der Lichte voneinander genommen werden.

Man nimmt gewöhnlich an, daß dieser Abstand der Lichte  
untereinander soviel Zentimeter betragen soll, als sich die  
Kalibergröße der Lichte in Millimetern ausdrückt, und daß  
der Beschauer vom Objekte 6- bis 7mal soviel Meter entfernt  
sein soll, als der Abstand der Lichte voneinander in Zenti-  
metern ausmacht.

In letzterer Richtung kommt es aber stets auf die Licht-  
stärke des zu den Lanzen verwendeten Flammenfeuersatzes  
an, so daß z. B. eine pyrographische Darstellung in Blaufeuer  
dem Beschauer näher gerückt werden muß als eine solche, in  
der grünes oder weißes Licht den Grundton bildet.

Da alle Lanzen gleichzeitig verlöschen sollen, so müssen, falls  
die Darstellung nicht in einer Farbe stattfindet, jene Lanzen, die

einen fauleren Satz enthalten als andere, entsprechend hoch mit Tonvorschlag versehen werden, denn es ist sehr mißlich, die Stoppinenröhren einmal tiefer, dann wieder höher leiten zu müssen, während die Feuerleitung über gleich hohe Lanzenköpfe keinerlei Schwierigkeit unterliegt.

Die Lanzen müssen auf gehobelten und schwarz angestrichenen Latten senkrecht befestigt werden; diese Latten sind genügend stark, wenn sie in einer Dicke von 3 cm und in einer Breite von 4—5 cm genommen werden. Nach Befestigung dieser Latten auf senkrecht eingerammten Gerüsten gelangen die Lanzen in eine wagrechte Lage, in der sie gleich den bengalischen Zylinderflammen abbrennen.

Da es jedoch vorkommen kann, daß die glühende Schlacke von höher befindlichen Lichtern tiefer stehende, auf die sie abtropft, an unrichtigen Punkten entzünden könnte, wodurch ein rascheres Abbrennen und vorzeitiges Verlöschen der betroffenen Lichter verursacht werden würde, pflegt man der ganzen Gerüstanlage eine leichte Neigung nach der Vorderseite zu geben.

Größere pyrographische Darstellungen werden aus mehreren einzelnen Teilen angefertigt und erst am Feuerwerksplatze zusammengestellt; wo krumme Linien zum Ausdruck gelangen sollen, verwendet man statt krumm gesägter Latten wohl am besten Siebreifen.

Die Zusammenstellung der einzelnen Teile am Feuerwerksplatze darf nur durch Zwingen, Schrauben oder Bohrer geschehen, ja nicht durch Einschlagen von Nägeln, da jede Erschütterung vermieden werden muß.

Mit Rücksicht darauf, daß größere Dekorationen längere Zeit zum Aufstellen benötigen und erst am Schluß einer pyrotechnischen Vorstellung zum Abbrennen gelangen, sind dieselben der Luftfeuchtigkeit am meisten ausgesetzt, weshalb niemals Lanzen in Verwendung genommen werden sollen, die Sätze mit hygroskopischen Salzen (z. B. salpetersaures Strontium, salpetersaures Natrium) enthalten.

Die Befestigung der Lichter an den Latten geschieht auf folgende Art:

Man verschafft sich vor allem Drahtstifte, wie solche von Tapezieren zum Befestigen der Spannstoffe verwendet werden; diese Stifte sind 30 mm lang, 1 mm stark und besitzen einen platten Kopf.

Mit einer Beißzange werden die Köpfe abgezwickelt und die Stifte senkrecht 20 mm weit an den vorher bezeichneten Punkten der Latten, wo die Lichter brennen sollen, eingeschlagen.

Darauf nimmt man die Lichtchen, taucht sie an dem mit dem Korkpfropfen verschlossenen Ende einige Millimeter tief in heißen Leim und spießt sie senkrecht auf die 10 mm vorstehenden Drahtstifte derart, daß sie mit ihrer verleimten Basis an der Lattenfläche ankleben.

Derartig befestigte Lichtchen werden durch kein Stoppenfeuer abgeschlagen.

Die Feuerleitung geschieht am besten darart, daß man zunächst sämtliche Lichter knapp unter der Anfeuerung mit einer dünnen Nadel quer zur Längsrichtung der Latte durchsticht und durch die durchstochene Stelle ein Stück Blumendraht einzieht, den man zu beiden Seiten zirka 10 mm weit vorstehen läßt.

Sodann schneidet man in den Lichterabständen in Stoppenröhren, die etwas größeren als den Lichterkaliber besitzen, in gleicher Linie runde Löcher ein, zieht eine doppelte Stoppine durch die Röhre und legt letztere auf die Lichterreihe derart, daß der Kopf eines jeden Lichtes in den runden Ausschnitt zu stehen kommt und die eingeschlossene Stoppine tangiert, worauf man den Blumendraht über der Stoppenröhre fest zusammendreht.

Es erscheint selbstverständlich, daß die oben beschriebene Befestigungsart der Lichter auf Latten nicht auch auf Siebreife angewendet werden kann.

In solchen Fällen werden die Lichter auf der breiten Seite der Reife mit zwei Schleifen aus Blumendraht festgebunden, nachdem auf beiden Seiten der Lichterhülse je zwei Löcher mit einem Pfriemen durch das Holz gebohrt wurden; außerdem ist es vorsichtig, die Hülse dort, wo sie am Siebreifen aufzuliegen kommt, vorher mit Leim zu bestreichen.

## 4. Rotierende Feuerwerksstücke.

### A. Auf vertikaler Achse.

a) Der Umläufer oder der umlaufende Stab.

Eine ganz gekleisterte Hülse von 16—20 mm Kaliberweite,  $\frac{1}{3}$  Wandstärke und 18 Kaliber lang wird an dem einen Ende zugeschnürt und mit Ton oder Papierpfropf verschlossen.

Die Hülse wird bis auf  $\frac{1}{2}$  Kaliber vor ihrer Mitte mit einem scharfen Funkenfeuersatz geladen, dann folgt 1 Kaliber hoch Ton, auf denselben neuerdings Satz, und zum Schlusse Ton oder Papierpfropf und Würgung.

Dort, wo der erste Hülsenverschluß endet, wird ein Loch  $\frac{1}{4}$  Kaliber weit auf den Satz gebohrt — in gleicher Weise ein zweites in halber Umdrehung vom ersten, dort, wo der zweite Hülsenverschluß beginnt.

Ein drittes Loch bohrt man in der Mitte der Hülse durch und durch, also mitten durch die Tonschicht in  $\frac{1}{4}$  Umdrehung von den ersten beiden, und klemmt in dasselbe einen runden und gleich weiten Federkiel, den man auf beiden Seiten einige Millimeter weit vorstehen läßt.

Die beiden Drehlöcher werden miteinander durch eine verdeckte Stoppine verbunden, die man mit Anfeuerungsteig hineinklebt und mit einem Kattunstückchen umkleistert.

Mit einem entsprechend starken Nagelbohrer, den man durch den Federkiel hindurchsteckt, wird der Umläufer an einem Pfahl derart befestigt, daß er in vertikaler Ebene um die horizontale Achse leicht rotiert.

Soll der Umläufer mit einem Schlag enden, so bohrt man ein viertes Loch dort, wo der mittlere Toneinschlag beginnt oder endet in gleicher Linie mit dem einen oder mit dem anderen Drehloch auf den Satz und leimt eine zylindrische Petarde im Kaliber des Umläufers der Länge nach an dessen Hülse.

Die Achse, um die das Stück sich dreht — und das gilt für alle Drehstücke —, darf in ihrem Durchmesser nur un-

bedeutend schwächer sein als das Kaliber der Nabenbohrung beträgt, sonst kommt das Stück ins Schleudern.

Umläufer lassen sich auch aus 2 Hülsen herstellen; letztere werden in diesem Falle selbstverständlich ohne den Toneinschlag in der Mitte und nur in halber Länge angefertigt, sowie nur mit je einem Drehloch versehen.

Des weiteren läßt man sich vom Klempner einen Zylinder aus Weißblech im Kaliber des äußeren Durchmessers der Umläuferhülsen und 3 Kaliber lang zusammenlöten und in der Mitte beide Wände durchbohren.

In diese Blechröhre leimt man beiderseits die zwei Umläuferhülsen mit entgegengesetzten Drehlöchern so weit hinein, daß sich erstere leicht drehen können, wenn durch die beiden Löcher der Blechröhre ein Nagelbohrer als Achse hindurchgesteckt wird.

Umläufer machen als Einzelstücke keine besondere Wirkung, können jedoch in Zusammensetzungen oft gut verwendet werden.

Eine solche Zusammensetzung von Umläufern kommt zur Verwendung bei der

#### kleinen und großen Rose.

Erstere besteht aus einer Verbindung von 5 Umläufern, von denen der eine in der Mitte eines Kreuzes und die übrigen vier jeder am Ende der 4 Kreuzbalken, die eine Länge von  $1\frac{1}{2}$  m besitzen, angebracht und mit Zündschnurleitungen verbunden werden.

Durch Einschub eines zweiten Kreuzes, derart, daß die einzelnen Balken, die in diesem Fall eine Länge von mindestens 2 m besitzen müssen, statt eines Winkels von  $90^\circ$  einen solchen von  $45^\circ$  zueinander bilden, und Befestigung eines Umläufers in der Mitte und 8 weiterer an den Balkenenden entsteht die große Rose.

Die Umläufer lassen sich auch mit Flammenfeuer verzieren — ein solcher Umläufer ist z. B. der

### Lichterstab.

Eine Holzscheibe von 10 cm im Durchmesser und 3 cm stark trägt an der Peripherie zwei diametral gegenüberstehende massive Holzzylinder, die mit je einem Umläufer armiert werden.

Die Holzscheibe ist in der Mitte durchlocht zur Aufnahme der Achse.

Im Kreise an der vorderen Seite der Holzscheibe, nahe am Rande derselben, sind in gleicher Entfernung voneinander 6 Löcher mit einem Zentrumborner gebohrt, in die 6 farbige Lanzen senkrecht eingeleimt werden.

Die Brenndauer eines solchen Lichterstabes läßt sich verdoppeln, eventuell verdreifachen, wenn an Stelle der beiden mit 2 Umläufern armierten Holzzylinder deren 4 in einem Winkel von  $90^\circ$  oder deren 6 in einem Winkel von  $60^\circ$  zueinander angebracht und mit 4 beziehungsweise 6 Umläuferhülsen versehen werden, von denen je 2 gegenüberstehende gleichzeitig brennen.

Die Feuerleitung geht dann von dem Ende einer der beiden zuerst brennenden Hülsen zum Kopfe der dritten und vom Ende dieser zum Kopfe der fünften.

Damit nicht durch die rasche Umdrehung die Stoppinleitung, der noch nicht in Aktion getretenen Brander, weggeschleudert werde, ist es in allen derartigen Fällen nötig, die Stoppinröhren an die Gestelle beziehungsweise an die Branderhülsen ihrer Länge nach anzuleimen.

Läßt man bei einem derartigen Stück einen Wechsel eintreten, so gewinnt dasselbe zwar nicht an Schönheit, wohl aber an Interesse, insbesondere dann, wenn ein Schlag den Wechsel einleitet.

Drehstücke mit seitlicher Mündung der Brander besitzen mehrfache Schattenseiten; der Funkenstrahl ist bedeutend kürzer als bei solchen mit zentralem Feuer und wird immer dürtiger, je weiter der Satz in der Hülse hinunterbrennt; auch erweitern sich die Drehlöcher immer mehr, da sie nach und nach ausbrennen, wodurch die Gasspannung in der Hülse

nachläßt; daher darf letztere auch nicht zu lange genommen werden, sonst kann es sich ereignen, daß die Bewegung überhaupt zu Stillstand gelangt und schließlich die ganze Hülse Feuer fängt, was auf die Zuschauer einen ungemein schlechten Eindruck macht.

Man stellt daher am besten nur Drehstücke zusammen, in denen Brander mit zentraler Mündung zur Verwendung gelangen, und verabsäume niemals, auch wenn dieselben nicht mit Brillantsätzen geladen werden, ihnen einen Tonvorschlag zu geben.

#### b) Scheibenräder.

Dieselben werden als Dreieck- bis Sechseckräder angefertigt und zählen neben den vorbeschriebenen Umläufern zu den einfachsten rotierenden Stücken. Das Kaliber der hierzu anzuwendenden Brander mit zentralem Feuer soll 16 mm nicht überschreiten, sonst wird dieser Feuerwerkskörper zu plump.

Das Gestelle hierzu verfertigt man aus starkem Pappendeckel, den man derart zuschneidet, daß die Ränder desselben der Länge der zu verwendenden Branderhülsen entsprechen und ein Dreieck, ein Quadrat usw. darstellen.

In der Mitte des Pappendeckels wird ein Loch gebohrt zur Aufnahme der Achse; damit jedoch das Stück stets in vertikaler Lage verharre, leimt man auf beiden Seiten je eine leere Holzspule, auf der Knopflochseide aufgespult war, an.

Die Hülsen befestigt man an den Rändern des Pappendeckels mit Pechdraht und leimt sie überdies mit Leinwandstreifen an die Seitenflächen an.

Diese Befestigung findet in der Art statt, daß die Köpfe der Brander nach der gleichen Seite weisen und eine verdeckte Stoppine vom Ende des einen Branders zum Kopfe des zweiten und vom Ende dieses zum Kopfe des dritten usf. führt; der Schlußbrander kann einen internen Schlag erhalten; andere Schläge müßten extern angebracht werden, damit bei der Explosion derselben das Leitfeuer nicht unterbrochen werde.

Den Größenverhältnissen der Scheibenräder sind ziemlich enge Grenzen gezogen; zu den großen Drehstücken mit vertikaler Rotation zählen daher die folgenden, und zwar

c) die Speichenräder.

Drei linealartige, mindestens 1 m lange Latten aus trockenem Fichten- oder Tannenholz in der Breite von 6 cm und in der Stärke von 8 mm werden in ihrer Mitte derart eine auf die andere geleimt und gut verschraubt, daß sie untereinander einen Winkel von je  $60^\circ$  bilden; im Mittelpunkte dieser Latten wird ein Loch gebohrt zur Aufnahme der Achse und beiderseits je eine leere Spule, auf der Maschinenzwirn aufgespult war, oder je eine hölzerne Halbkugel im Durchmesser der Lattenbreite angeleimt.

Derartige Holzspulen, die man in verschiedenen Größen bei Schneidern bekommen kann und die gewöhnlich weggeworfen werden, taugen sehr gut für obige und ähnliche Zwecke, insbesondere auch zur Verhinderung des Anlaufens vertikal rotierender Räder, indem man die Spulen zwischen Pfahl und Nabe einerseits und zwischen letztere und dem Bohrerkopf andererseits in die Achse einschiebt.

An den 6 Enden dieser 3 Latten wird je ein Brander angebracht, entweder in einem Winkel von  $90^\circ$  zu den Latten-seiten, oder mit den Köpfen etwas nach auswärts geneigt, in welchem letzterem Falle der Funkenfeuerkreis ein weiterer wird, aber das Rad selbstverständlich langsamer läuft.

Je 2 Branders auf derselben Latte läßt man gleichzeitig Feuer fangen und ladet die ersten beiden mit gewöhnlichem Kohlensatz, die zwei weiteren mit Brillantsatz ohne Aluminium oder Magnesium, die letzten zwei aber mit Aluminium- oder Magnesiumbrillantsatz.

Speichenräder lassen sich auch mit Lichterfeuer verzieren, indem an den Speichen zwischen Drehpunkt und Brandern Lanzen angeleimt und mit Draht festgebunden werden, die dann einen Flammenkreis oder mehrere konzentrische Kreise in einer oder in mehreren Farben bilden.

Sehr gut für solche Lichterverzierungen machen sich Lanzen, die mit Aluminium-, Silber- oder Goldregensätzen geladen werden, nur muß man diesen Sätzen 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Mastix zusetzen und die Hülsen unter Befeuchtung der Mischungen mit absolutem Alkohol sehr fest stopfen, sonst schleudert die Zentrifugalkraft den Satz hinaus, zumal die Lanzen in einem größeren Kaliber (10—14 mm) angefertigt werden müssen, wenn sie entsprechend zur Geltung kommen sollen.

Auch ein Wechsel ist hier möglich, indem man die ersten Brander von links nach rechts, die beiden folgenden umgekehrt und die letzten zwei wieder in der Richtung der ersten sich drehen läßt; mit Schlägen versieht man nur die Schlußbrander, die dann innerhalb der Hülse oder außerhalb derselben angebracht werden können.

Ähnlich den Speichenrädern sind die

#### d) Ringräder.

In einen kreisförmig geschlossenen Siebreif von zirka 1 m Durchmesser wird ein Lattenkreuz aus weichem Holz, in der Mitte gefalzt und zur Aufnahme der Achse durchlocht, hineingeleimt und verschraubt.

Die Brander können verschiedenartig befestigt werden: entweder tangential an der Peripherie oder an der Seite des Siebreifens oder senkrecht auf die Lattenarme, derart, daß nur die Köpfe der Hülsen an den Siebreifseiten festgebunden werden.

Eine Verzierung mit Lichtern findet auch hier wie bei Speichenrädern statt.

Ein weiteres in vertikaler Ebene sich drehendes Feuerwerksstück, das gewöhnlich in großen Dimensionen angefertigt zu werden pflegt, ist das

#### e) Balkenrad.

Eine Latte aus weichem Holz, ähnlich der zur Herstellung der Speichenräder beschriebenen, wird in der Mitte durchbohrt und mit aufgeleimten Holzspulen oder Halbkugeln aus Holz versehen.

Die Treibbrander werden in beliebiger Anzahl paarweise an den Enden der beiden Lattenarme angebracht und fangen je zwei gleichzeitig Feuer; ist eine größere Kraft erforderlich, so läßt man die doppelte oder die dreifache Anzahl beiderseits brennen.

Die Balkenräder eignen sich vorzüglich zur Anbringung von Lichterfeuer in den verschiedensten Zeichnungen; als Unterlage hierzu dienen am besten Siebreife, die an der vorderen Balkenseite in der Form eines Kreises oder zweier Halbkreise (S-Form) oder in Form einer offenen Spirale befestigt und mit Lanzen garniert werden.

In der Regel läßt man 2 Balkenräder auf der gleichen Achse sich drehen, das eine in entgegengesetzter Richtung vom anderen, und beide mit gleich langen Armen.

Einen sehr schönen Anblick gewähren 3 solche auf derselben Achse drehende Balkenräder, von denen das letzte den größten, das mittlere einen etwas kleineren und das vorderste den kleinsten Durchmesser besitzt, und die mit mehreren Wechsell versehen werden, derart, daß sich das mittlere Rad immer nach der entgegengesetzten Richtung der beiden anderen dreht.

Eine besondere Art des Balkenrades bildet das

#### Wirbelrad.

In der Mitte zwischen der Nabe und den beiden Endpunkten der Balkenarme wird je ein gewöhnlicher Umläufer befestigt, nachdem die Befestigungsstelle rückwärts durch Aufleimen eines quadratischen Holzklötzchens verstärkt worden ist.

Sowohl die beiden Umläufer als auch die Drehbrander müssen gleichzeitig Feuer fangen, was durch 3 selbständige Feuerleitungen, die von der Mitte des Balkenrades aus Feuer erhalten, geschieht.

Ein verdoppeltes Balkenrad, dessen 4 Arme dann einen Winkel von je  $90^\circ$  bilden, wird als Windmühlenflügel bezeichnet.

Dadurch, daß auf jeden der 4 Balkenarme ein Umläufer gesetzt wird, erhält man ein doppeltes Wirbelrad.

Als

### Wirbelsonne

bezeichnet man ein einfaches Wirbelrad, das außer den tangential angebrachten Treibbrandern ebenso viele radial angebrachte, die ihr Feuer dann in der senkrechten Drehungsebene ausstrahlen, besitzt.

Dieselben müssen mit Magnesiumbrillantsatz geladen und mit konischen Mündungen (ähnlich den Körnerwerfern) versehen sein, damit der Funkenwurf ein recht weiter wird.

Zu den Drehstücken mit vertikaler Drehung zählen auch die Spiralrädchen, die jedoch der Mikropyrotechnik angehören, die den Gegenstand eines besonderen Werkchens bilden wird.

## B. Auf horizontaler Achse.

### a) Die Horizontalsonne.

Ein Ringrad erhält eine Nabe, auf der es sich auf einem senkrecht in einen Pfahl eingeschraubten Dorn horizontal drehen kann.

Die Nabe kann aus einem 10 cm langen, 10 mm weiten, zusammengelöteten Blechzylinder bestehen, der einseitig mit einer Pfanne, das ist mit einer konkaven Blechkappe, verschlossen ist, auf der die Rotation stattfindet.

An der Spitze der Nabe ist senkrecht eine Körnerfontäne angebracht, die gleichzeitig mit den Treibbrandern des Ringrades Feuer bekommt.

### b) Die umlaufende Pyramide.

Sechs leichte Latten aus trockenem Fichten- oder Tannenholz in der Länge von ungefähr  $1\frac{1}{2}$  m werden an das Ende der sechs Speichen eines Speichenrades, das sich in horizontaler Ebene zu drehen bestimmt ist, derart angeleimt, daß sich sämtliche Latten an der Spitze in einem Holzkegel vereinigen, dessen Mitte durchlocht und dessen Spitze mit einer Pfanne versehen ist.

Ein senkrecht in einen Pfahl einzuschraubender, gegen das obere Ende zu verjüngt und in eine Spitze auslaufender eiserner Rundstab wird durch die Achsen des Speichenrades derart hindurchgesteckt und auf die Pfanne hinaufgestellt, daß sich das Gestelle samt Rad auf derselben leicht drehen kann.

Das Speichenrad erhält 6 Treibbränder, von denen je 2 entgegengesetzte gleichzeitig Feuer fangen.

Die Garnierung des Gestelles besteht aus Lanzen, die in verschiedener Art um die 6 Latten angebracht werden können — entweder in Kreisen, oder in Schlangenlinien oder in Spiralen —, die gewöhnlichste und gebräuchlichste ist wohl die letztere, weshalb dieses Feuerwerksstück auch die Bezeichnung Spirale erhalten hat.

Zu diesem Zwecke spaltet man fingerdickes spanisches Rohr und befestigt es in gleich weiten Spiralen mit einer Steigung von 20 cm rings um das Gestelle. Das Befestigen der 8 cm voneinander anzubringenden Lanzen auf den Rohrstäben geschieht in wagrechter Lage, in der Art, wie dies im Kapitel über pyrographische Darstellungen beschrieben erscheint.

An der Spitze der Pyramide bringt man am besten eine mit Aluminiumbrillantsatz geladene Fontäne an, die ihr Feuer senkrecht nach aufwärts wirft.

Die Lanzen sollen gleichzeitig mit den Treibbrändern verlöschen; auf keinen Fall aber dürfen die Lanzen länger brennen als die Treibbränder.

Ist die Pyramide höher als  $1\frac{1}{2}$  m, so genügen 6 einfache Treibbränder nicht, um das System mit entsprechender Raschheit in Umdrehung zu versetzen; in einem solchen Falle müssen 6 Doppelbränder zur Verwendung kommen.

### c) Die Kaprice oder Schnurre.

Zwei Speichenräder mit je 4 Speichen, von denen das eine einen Durchmesser von 40 cm, das zweite einen solchen von 25 cm besitzt, werden durch eine 30 cm hohe hölzerne

Nabe, die in der Mitte durchlocht ist und an der Spitze die Pfanne trägt, derart miteinander verbunden, daß sich das kleinere Rad am oberen, das größere am unteren Rande der Nabe befindet und beide mit derselben auf einem senkrecht eingerammten Dorn horizontal rotieren können.

An den 8 Speichen der beiden Räder werden 8 Treibbrander befestigt, jedoch nicht in der horizontalen Drehebene, sondern in verschiedenen spitzen Winkeln zu derselben, ihr Feuer teils nach oben, teils nach unten werfend, jedoch stets derart, daß die Drehung der Maschine erfolgen muß.

Man läßt je einen Brander am oberen und einen entgegengesetzten am unteren Rad Feuer fangen und einen oder zwei Wechsel eintreten; die beiden Schlußbrander versehe man mit Schlägen.

An der Spitze der Nabe wird auch hier ein Brander mit Aluminium- oder Magnesiumbrillantsatz angebracht, der jedoch erst mit den beiden Schlußbrandern Feuer erhält und auch mit Schlag endet.

#### d) Der Kreisläufer.

Auf einem hohen Pfahle wird ein Dorn senkrecht eingeschraubt, auf dem sich auf einer 15 cm langen Nabe ein  $1\frac{1}{2}$  m langes Balkenrad horizontal drehen kann.

Das Gestell hierzu besteht nicht aus einer linealartigen, sondern aus einer vierkantigen Latte, deren Querdurchschnitt ein Quadrat mit 3 cm Seitenlänge bildet.

In der Mitte der beiden Lattenarme, von der Nabe 50 cm entfernt, werden je 3—4 Treibbrander horizontal in einem Winkel von  $90^\circ$  zu den Armen, einer neben dem anderen, befestigt, an den beiden Balkenenden aber 2 Umläufer, die sich auf Nagelbohrern in der vertikalen Ebene leicht drehen können.

Sämtliche 6 bzw. 8 Treibbrander und die beiden Umläufer erhalten gleichzeitig Feuer.

Das Stück gelingt nicht immer, denn ist die durch die Treibbrander verursachte Rotation eine zu energische, so preßt die Zentrifugalkraft die beiden Umläufer zu stark an die

Köpfe der Bohrer, wodurch die Umdrehungsmöglichkeit beeinträchtigt wird; das Dazwischensetzen eines runden Knopfes vermindert allerdings diese Unzukömmlichkeit, hebt sie aber nicht immer auf.

#### e) Laufende Kaskaden.

Der Kopf eines starken Pfahles wird zu einer Halbkugel abgedreht, aus deren Pol ein streng zylindrisch abgedrehter Rundeisenstab in der Länge von 1,80 m, im Durchmesser von 1,2 cm senkrecht emporragt.

Über den Rundstab wird ein Ringrad im Durchmesser von 1 m auf den kugelförmigen Kopf des Pfahles geschoben, auf dem es sich leicht drehen können muß.

80 cm höher wird eine durchlochte Holzkugel mit einer Stellschraube an den Rundstab befestigt; auf diese Kugel schiebt man ein zweites Ringrad im halben Durchmesser des ersteren; dann folgt 80 cm höher eine zweite Kugel, auf welche ein drittes Ringrad geschoben wird im Durchmesser von  $\frac{1}{4}$  m; der Gipfel erhält eine Körnerfontäne oder einen mit Brillantsatz geladenen Brander.

Sämtliche Ringräder erhalten die gleiche Anzahl Doppelbrander, von denen je 2 gegenüberstehende in allen Etagen gleichzeitig in Aktion treten.

Ein Wechsel macht sich bei diesem Feuerwerksstücke nicht gut, wohl aber ist es angezeigt, die Treibbrander nicht vollkommen horizontal an die Reifringe zu befestigen, sondern mit etwas nach abwärts geneigten Köpfen (etwa in einem Winkel von  $10^\circ$ ), weil sich hierdurch der Funkenfall besser gestaltet.

Statt der Ringräder kann man selbstverständlich auch Speichen- oder Balkenräder in Verwendung ziehen, auf keinen Fall aber, wie dies zuweilen geschieht, doppelte Umläufer, die hier eine höchst mittelmäßige Wirkung machen.

#### f) Der rotierende Globus.

An dem unteren Ende einer 30 cm hohen Nabe aus Holz wird ein horizontal auf derselben sich drehendes Ringrad an-

gebracht mit 8 Treibbrandern, von welchen je 2 gegenüberstehende gleichzeitig Feuer fangen; am oberen Ende der Nabe sitzt ein halbkreisförmiger verdoppelter Siebreif, dessen beide Enden Scharniere besitzen, in denen der „Globus“ sich vertikal drehen kann. Letzterer wird nachstehend angefertigt:

Auf einer dünnen Eisenstange als Achse werden 8 Siebreife oder Tonnenreife gleich den Meridianen angebracht, und an diese, gleich dem Äquator, ein weiterer Sieb- oder Tonnenreif festgebunden und mit 8 Treibbrandern versehen, von welchen je 2 gleichzeitig Feuer erhalten.

Sämtliche, die Meridiane vorstellenden Siebreife werden mit Lanzen garniert.

Dieser Globus wird in die beiden Scharniere des halbkreisförmigen Siebreyfes eingehängt und das ganze Stück auf einem hohen Pfahle, der einen 40 cm langen senkrechten Dorn trägt, aufgesetzt.

Sämtliche Lanzen, dann je 2 Treibbrander am Äquator und am Ringrade treten gleichzeitig in Aktion und dreht sich dann das ganze System in horizontaler Lage, während der eingehängte Globus selbst sich vertikal um seine Achse dreht.

Dieses zusammengesetzte Stück ist sehr arbeitsreich, kann aber auf den ungeteilten Beifall der perplexen Zuschauer rechnen.

### Allgemeine Betrachtungen über die Drehstücke.

Kleinere, vertikal rotierende Feuerwerkskörper, die kein besonderes Gewicht aufweisen, drehen sich ganz gut in der durchlochten Holznahe; bei größeren und schwereren Drehstücken ist jedoch die Reibung zwischen Holz und Achse zu stark und muß dadurch vermindert werden, daß entweder in das Loch der Nabe eine Hülse aus Blech eingeschoben wird, oder daß zwei durchlochte Blechscheiben auf den beiden Nabenseiten aufgeschraubt werden, durch welche letztere Anordnung das Radgestelle mit der geringsten Reibung sich drehen wird.

Daß zur Verhinderung des Schleuderns die Achse nur um wenig schwächer sein darf als der Durchmesser des Loches der Nabe mißt, wurde bereits erwähnt.

Um das Anlaufen von Drehstücken zu verhindern, ist es nötig, mehrere Holzspulen oder durchlochete Holzkugeln auf beiden Seiten der Nabe einzuschieben, was insbesondere bei sehr langen Lattengestellen unerlässlich erscheint.

Der Pfahl, auf welchen rotierende Stücke befestigt werden, muß mindestens 10 cm im Durchmesser betragen und vollkommen fest im Erdboden sitzen, damit er ja nicht ins Wackeln komme — auch auf die solide Befestigung der Achse auf dem Pfahl ist ein besonderes Augenmerk zu richten.

Bei Rädern, die Brillantsätze enthalten, insbesondere bei Sätzen mit Magnesium- und Aluminiumspänen, kann es vorkommen, daß die massenhaft herumfliegenden Funken die Stoppinenleitung durchbrennen oder in irgendeine Öffnung Zutritt finden, die bei garnierten Stücken zwischen den Lanzenköpfen und der Feuerleitung freigelassen wurde, und hierdurch eine vorzeitige Entzündung veranlassen.

Es empfiehlt sich daher, zu Stoppinenröhren nur unverbrennbar gemachtes Papier zu verwenden und die Stellen, wo dieselben über die Köpfe der Lanzen gehen, mit Kattunstreifen zu verkleben; ein gleiches Verkleben und Umkleben mit Kattunstücken hat an den Köpfen der Treibbrander stattzufinden, damit die Zentrifugalkraft nicht die im Kessel der Brander steckenden Stoppinen hinausschleudere.

Daß Stoppinenleitungen, die erst später in Wirksamkeit zu treten haben, an die Lattengestelle anzuleimen sind, wurde bereits oben berührt.

Horizontal drehende Objekte müssen sehr hoch angebracht werden, jedenfalls nicht unter  $3\frac{1}{2}$  m, weil sonst der Beschauer keine Ellipsen, sondern nur Strecken zu Gesicht bekommt.

Die Garnituren sollen gleichzeitig mit den Treibbrandern verlöschen, jedenfalls dürfen dieselben nicht länger brennen, als nach dem Verlöschen der Brander das Gestelle infolge des Beharrungsvermögens noch weiter rotiert.

Dieses Postulat läßt sich nur auf Grund vorheriger Proben erfüllen.

## 5. Vom Abbrennen eines Feuerwerkes.

Zum Abbrennen eines Feuerwerkes gehört ein entsprechender Platz; derselbe soll eben gelegen und in einem Umkreise von 400 m frei von jedem brennbaren Objekte sein.

Die Aufstellung der Feuerwerksstücke soll tunlichst der Breite nach stattfinden; das Aufstellen nach der Tiefe ist weniger angezeigt, weil es das Umlegen von Gestellen notwendig macht, was zuweilen Schwierigkeiten bereitet und auf die Zuschauer einen schlechten Eindruck macht. Die Entfernung der Branderfronten von dem Zuschauerraum soll ungefähr 30 m betragen, da Funkenfeuer bei größerer Entfernung nicht mehr gut wirkt; pyrographische Darstellungen wirken besser, wenn sie weiter entfernt sind, doch kommt es hier natürlicherweise stets auf die Kalibergröße der hierzu in Verwendung gezogenen Lanzen an.

Römische Lichter sind niemals in Frontalstellung zu bringen, sondern immer alleinweise zu postieren; ganz in den Hintergrund kommen die Raketen, sowohl als Einzelstücke wie auch in ihren Zusammensetzungen, und die Bomben.

Der Beginn eines Feuerwerkes wird in der Regel durch mehrere Luftkanonenschläge angezeigt, die jedoch keinen Blitzlichtsatz enthalten sollen; wohl aber ist es angezeigt, Blitzbomben oder Blitzgranaten in größerer Anzahl und in rascher Folge am Ende einer pyrotechnischen Vorstellung abzubrennen, worauf die bengalische Beleuchtung folgt.

Ein Feuerwerk soll niemals bei ungünstiger Witterung abgebrannt werden — Wind, Regen und teilweise auch Mondschein sind die Feinde desselben.

Man wähle zu pyrotechnischen Vorstellungen die Sommerzeit, denn selbst im Süden pflegt man nach dem 8. September größere öffentliche Feuerwerke nicht mehr zu veranstalten.

Es ist wahrlich kein Vergnügen, aus Anlaß von Herbstmessen, Herbstfesten u. dgl., die bei uns im Norden statt Anfang September mit pünktlicher Regelmäßigkeit einen Monat später anberaumt zu werden pflegen, mit klappernden Zähnen,

in dicke Überröcke gehüllt und gewöhnlich auch stets gewärtig, daß sich die Schleusen des Himmels öffnen, einer pyrotechnischen Produktion beizuwohnen.

Jedem, auch dem besten Pyrotechniker mißlingt bisweilen ein Stück; auf solche Fälle sei man stets vorbereitet und Sorge dafür, daß die Aufmerksamkeit der Zuschauer durch rasch aufeinander folgendes Abfeuern verschiedener Luftstücke von der Betrachtung des mißlungenen Stückes möglichst abgelenkt werde.

Dies gilt auch für den Schluß einer Lichterdekoration. Sehr selten ereignet sich der Fall, daß alle Lanzen gleichzeitig verlöschen, und wenn es geschieht, so spielt mehr ein glücklicher Zufall eine Rolle als genaue Arbeit.

Sobald man aber bemerkt, daß die Lanzen ihrem Verschwinden nahe sind, läßt man einen Raketenstrauß, eine Girandole oder mehrere Etagenbomben in die Lüfte steigen, um das Auge der Zuschauer zu fesseln.

Von dem einmal festgesetzten Programme weiche man niemals ohne einen sehr triftigen Grund ab; die einzelnen Programmnummern lasse man rasch aufeinanderfolgen, so daß der Feuerwerksplatz niemals durch längere Zeit in Dunkel gehüllt bleibt und die ganze Veranstaltung keinen längeren Zeitraum in Anspruch nimmt als höchstens eine Stunde.

Alles, auch das schönste Vergnügen, wirkt ermüdend, wenn dessen Dauer eine zu lange ist.

## **6. Über Ort und Zeit der Anfertigung und über die Aufbewahrung der Feuerwerkskörper.**

Wer feuerwerken will, muß den hierzu nötigen Platz besitzen; „mitten im Gewühl der Stadt“ kann man vielleicht seinem Glücke begegnen, aber nicht feuerwerken; die Ausübung dieser Liebhaberkunst gehört zu den Vorzügen des Landlebens.

Ein ebenerdig gelegenes Zimmer, dessen Fenster gegen das direkte Sonnenlicht abgeblendet sein müssen, wird durch Aufstellen von Tischen, dann von Kästen und Schränken zur Aufbewahrung der nötigen Chemikalien und Präparate,

endlich durch Anbringung von Stellagen, auf welchen die Wergzeuge und Gerätschaften sich befinden, zu einem Laboratorium umgestaltet.

Alle mit einer Entzündungsgefahr verbundenen Arbeiten haben im Freien, in einem Gartenhaus, einem Lusthäuschen oder in einer ähnlichen Ubikation zu erfolgen.

Im Laboratorium selbst herrsche die peinlichste Ordnung und Sauberkeit; jedem Gegenstande sei ein bestimmter Platz angewiesen, den er im Gebrauchsfalle immer wieder erhalten muß.

Schachteln, Flaschen, Gläser verseehe man von außen mit den Aufschriften jener Stoffe, die sie enthalten; niemals verlasse man sich auf das Gedächtnis.

Unverbrauchte Sätze dürfen nicht in Papiertüten oder frei herumliegen gelassen werden; der Selbstentzündung unterliegende Satzgemenge sind zumeist nur dann gefährlich, wenn sie lose ausgebreitet der Luftfeuchtigkeit sowie dem Einflusse des Sauerstoffes ausgesetzt werden.

Der Fußboden des Arbeitsraumes ist mit Strohmatten zu belegen, die mindestens einmal wöchentlich auszuklopfen sind.

Hat man nachts im Laboratorium etwas zu suchen, so verwende man als Lichtquelle eine elektrische Taschenlampe, die jede Gefahr ausschließt.

Fertige Feuerwerkskörper verwahre man an einem feuersicheren, abgesonderten Orte gut auf und bringe, sofern dies nach Art der Stücke überhaupt zugänglich erscheint, Schläge und Stoppinenleitungen erst einige Tage vor dem beabsichtigten Abbrennen an. Dies gilt insbesondere von der Anbringung der Zuleitungsstoppinen bei Bomben und Luftkanonenschlägen.

Größere Pulvervorräte aufzustapeln ist höchst überflüssig; auch in kleinen Orten sind Pulververschleißstellen eröffnet, von welchen man nur jenes Quantum bezieht, das man gerade zur Verarbeitung benötigt.

Sämtliche Papparbeiten führe man im Winter aus, wozu sich jedes Zimmer eignet, so daß man sich im Frühjahr und Sommer ausschließlich den pyrotechnischen Arbeiten im engeren Sinne des Wortes widmen kann.

Auch auf die äußere Form der anzufertigenden Feuerwerkskörper ist Gewicht zu legen; es finden sich immer Leute, die nicht nur dem Feuerwerk als solchem, sondern auch den aufgestellten Feuerwerksstücken Interesse entgegenbringen; unsaubere, durch Kleister, Kohlenpartikelchen usw. beschmutzte Hülsen, rohe Gestelle u. dgl. machen einen schlechten Eindruck, fordern die Kritik heraus und gereichen ihrem Verfertiger zu keiner besonderen Ehre.

### Schlußwort.

Der Satz: es sei noch niemals ein Meister vom Himmel gefallen, muß sehr extensiv interpretiert werden; alles, auch der kleinste Handgriff muß nun einmal im Leben erlernt werden.

Es ist nun oftmals sehr schwer, Handgriffe zu beschreiben, und noch schwieriger, aus solchen Beschreibungen zu lernen, und wer die Gelegenheit hat, sich in einem Laboratorium eines tüchtigen Fachmannes umzusehen, wird, wenn er sich im Besitze der allerdings nötigen theoretischen Vorkenntnisse befindet, durch das bloße Zusehen in kurzer Zeit mehr erlernen als durch das lange Studium von Büchern und durch kostspielige Versuche.

Was aber der Liebhaberfeuerwerker macht — sagt Franz Sales Meyer in seinem öfters zitierten Werke —, das soll er recht machen, nicht pfuschend und stümperhaft, sondern solide und genau. Gerade darin kann er sich überlegen zeigen. Er hat nicht nötig, mit der Zeit zu rechnen, die dem Berufsfeuerwerker Geld ist.

Mit diesen trefflichen Worten schließe ich das vorliegende Werkchen.

Sollte einem Leser desselben irgend etwas unklar geblieben sein, so bin ich selbstverständlich gerne bereit, alle gewünschten gegenständlichen Aufklärungen zu geben, was um so leichter möglich erscheint, als nur Selbsterprobtes zum Gegenstande der Erörterung gemacht worden ist.

---

## Verzeichnis und Erklärung der Tafeln.

### Tafel I.

- Fig. 1. Würschere.  
" 2. Untersatz mit Eichel und langem Dorn.  
" 3. Langer hohler Setzer oder Stempel.  
" 4. Untersatz mit Eichel und kurzem Dorn.  
" 5. Hohler Setzer zum kurzen Dorn.  
" 6. Untersatz mit Eichel ohne Dorn.

### Tafel II.

- " 7. Apparat zur Anfertigung zylindrischer Sterne.  
" 8. Oszillierender Stern.  
" 9. Oszillierender Doppelstern.  
" 10. Längsschnitt eines Sternes mit Gold- und Silberstrahlen.  
" 11. Kreiselschwärmer.  
" 12. Fallschirm.

### Tafel III.

- " 13. Tischrakete oder Tourbillon.  
" 14. Fliegender Kranz.  
" 15. Längsschnitt eines römischen Lichtes.  
" 16. Körnerwerfer mit konischer Mündung.

### Tafel IV.

- " 17. Einfache zylindrische Schnürbombe mit Zeitzündler und noch fehlender Ausstoßpetarde.  
" 18. Ausstoßpetarde.  
" 19. Verschußscheibe mit eingeleimtem Zeitzündler.  
" 20. Fertige einfache zylindrische Schnürbombe.  
" 21. Längsschnitt einer einfachen zylindrischen Schnürbombe mit zentraler Pulverladung.  
" 22. Längsschnitt eines gewöhnlichen Zeitzündlers.  
" 23. Bombenmörser (einseitig zugeschweißte Mannesmannröhre).

**Tafel V.**

- Fig. 24. Längsschnitt einer Etagenbombe mit 3 Etagen.  
" 25. Längsschnitt eines Zwischenzeitzünders.  
" 26. Querschnitt einer Polypenbombe.  
" 27. Sektorenstern.  
" 28. Querschnitt einer Kreuzbombe.  
" 29. Querschnitt einer Kugelbombe.

**Tafel VI.**

- " 30. Längsschnitt einer Sternrakete.  
" 31. Längsschnitt einer Sternrakete mit doppeltem Auswurf.  
" 32. Längsschnitt einer Verwandlungsrakete.

**Tafel VII.**

- " 33. Einfacher Umläufer.  
" 34. Lichterstab.  
" 35. Scheibenrad (Triangel).  
" 36. Verziertes Speichenrad.  
" 37. Ringrad.

**Tafel VIII.**

- " 38. Verziertes Balkenrad.  
" 39. Wirbelsonne.  
" 40. Laufende Kaskade.  
" 41. Globus.  
" 42. Spirale.
-

## Alphabetisches Sachregister.

- A**  
Abbrennen eines Feuerwerkes 211  
Alaun 20  
Alkohol 21  
Allee 1  
Aluminium 22  
Aluminiumquasten 90  
Aluminiumsätze 75 108 136 177  
Ammoniumchlorid 39  
Ammoniumsulfat 21  
Anfeuerung 1 65 72  
Antimon 22  
Antimontrisulfid 23  
Arsen 23  
Artischoke 1  
Asphalt 23  
Ausstoß 1  
Ausstoßpetarde 120  
  
**B**  
Bärlappsamen 41  
Balkenrad 1 203  
Barium 23  
Bariumchlorat 24  
Bariumkarbonat 24  
Bariumnitrat 24  
Bariumoxalat 24  
Baum 1 114  
Bengalische Flammen 1 94  
Bengalische Flammensätze 96  
Bergblau 40  
Bernstein 25  
Bezugsquellen 18 22 58  
Bienenschwarm 2 185  
Blätterrose 2  
Blei 25  
Bleichlorid 25  
Bleinitrat 25  
Bleioxyd 25  
Bleisulfid 25  
Blitzbomben 145  
Blitzgranaten 150  
Blitzpulver 86  
Blitzraketen 159  
Bombe 2 116  
Bombengattungen 123  
Bombette 90  
Bombenmörser 122  
Bombenversetzungen 124  
Borsäure 26  
Brander 2 104  
Brandersätze 107  
Braunstein 42  
Brenner 2  
Brillantfeuer 2  
Brillantsätze 108  
Bukett 163  
  
**C**  
Caduceus 2  
Caput mortuum 28  
Chevalet 2 163  
Chilisalpeter 43  
Chinesisches Feuer 2  
Chlorsaures Barium 24  
Chlorsaures Kalium 32  
Chlorsaures Natrium 44  
Chlorsaures Strontium 49  
Chlorstickstoff 39  
Colcothar 28  
Chrysanthemumbombe 131

**D**anacbombe 137  
Dekorationsfeuer 2  
Delphin 2  
Detonation 3  
Dextrin 26  
Diamantregen 89  
Doppelmarquisen 3  
Doppelrad 3 204  
Doppelrakete 3  
Doppelsatz 3 19  
Dorn 3 54  
Drache 3 175  
Drehbrunnen 3 208  
Drehfeuer 3 198  
Drehraketen 3  
Drehspäne 27  
Drehstern 3  
Drehstücke 209  
Dreiflügel 3  
  
**E**hrenrakete 3  
Eisen 27  
Eisenfeile 27  
Eisenoxyd 28  
Etagenbomben 138  
Etagenraketen 3  
  
**F**ächer 3 112  
Fallschirm 92  
Fallschirmbombe 132  
Fallschirmrakete 4 173  
Farbenfunkenrad 4  
Farbenwechsel 4  
Fata Morgana 28  
Fauler Satz 4 20  
Feuerknäuel 4  
Feuerrakete 4  
Feuerräder 198  
Feuerregenbombe 126  
Feuertöpfe 4 181  
Feuerwerksanordnung 211  
Feuerwerksdauer 212  
Feuerwerksplatz 212

Fixstern 4111  
Flammenfeuer 19  
Flammenrose 4  
Fledermaus 4  
Fliegender Kranz 188  
Fontäne 5 104  
Front 5  
Frosch 5 87  
Froschfaß 5 183  
Fünfstrahlenbombe 130  
Fundamentalsatz 5  
Funkenfeuer 19  
Funkenregenbombe 127

**G**änsefuß 5 112  
Garbenfeuer 5  
Garnierung 5  
Garnwinde 5  
Gegenräder 5 204  
Girandole 5 165  
Gips 26 50  
Gitterfeuer 5  
Glorie 5 114  
Goldregensatz 89  
Granate 6 150  
Grauer Satz 6  
Guillochierung 6  
Gummilack 28  
Gußeisen 27  
Gußstahl 27

**H**albpfündig 6  
Hand 6 112  
Hermesstab 6  
Hexenmehl 41  
Hobel 51  
Hohlgeschlagen 6  
Holzkohle 39  
Hülsen 6 55  
Hut 6 165 180

**I**rrwisch 6

**Jagdpulver** 47

**Kaliber** 6

**Kalium** 31

**Kaliumchlorat** 32

**Kaliumnitrat** 31

**Kaliumperchlorat** 36

**Kaliumpikrat** 45

**Kalomel** 38

**Kalzium** 26

**Kalziumchlorid** 26

**Kalziumkarbonat** 26

**Kalziumsulfat** 26

**Kammer** 6 166

**Kandelaber** 6

**Kanonenschlag** 6 85

**Kappe** 7

**Kaprice** 7 206

**Kaskade** 113 208

**Kettenbombe** 133

**Kienruß** 29

**Klebstoffe** 29

**Kleister** 30

**Knallfeuer** 7 86

**Knierakete** 7

**Köder** 7

**Königsrakete** 7

**Körner** 7 78

**Körnerwerfer** 7 193

**Körnersätze** 79

**Kohle** 39

**Kollodiumwolle** 64

**Kolophonium** 26

**Kometenrakete** 171

**Kreide** 26

**Kreiselschwärmer** 82

**Kreisläufer** 7 207

**Kreuzbombe** 130

**Kryolith** 45

**Kuglbombe** 144

**Kupfer** 40

**Kupferchlorid** 40

**Kupfersulfat** 41

**Kupfersulfid** 40

**Kupferoxyd** 41

**Kupferoxydammoniak, salpetersaurer** 40

**Kupferoxydammoniak, schwefelsaurer** 40

**Kupferoxydul** 41

**Kupfervitriol** 41

**Laden** 7 59

**Ladstock** 7 51

**Lanzen** 7 99

**Laufende Kaskaden** 7 208

**Lauffeuer** 7 176

**Leim** 30

**Leitfeuer** 7

**Leitröhren** 8

**Leuchtbomben** 8 145

**Leuchtgranaten** 151

**Leuchtkuglbombe** 124

**Leuchtkugeln** 67

**Leuchtkugelfaß** 183

**Leuchtkugelsätze** 72 75

**Leuchtkugelstangen** 8 190

**Lichter** 8 99 195

**Lichterdekoration** 195

**Lichtersätze** 102

**Luftkanonenschlag** 150

**Luftstücke** 115

**Luftwirbel** 8

**Lunte** 66

**Lykpodium** 41

**Lyoner Fäden** 27 110

**Magnesium** 41

**Magnesiumfackeln** 98

**Magnesiumsätze** 86 89 f.

**Magnesiumsterne** 75 78

**Mangan** 42

**Mangandioxyd** 42

**Marquisen** 8

**Mastix** 42

**Material** 17

Mehlpulver 48  
 Melone 9  
 Mennige 25  
 Merkurchlorid 38  
 Meteorrakete 172  
 Milchzucker 43  
 Minium 25  
 Mörser 56 122  
 Morgensternbombe 137  
 Mosaik 9  
 Muriatisches Pulver 86

**N**amenszüge 195  
 Natrium 43  
 Natriumchlorat 44  
 Natriumbikarbonat 44  
 Natriumkarbonat 43  
 Natriumnitrat 43  
 Natriumoxalat 44  
 Natronsalpeter 43  
 Neptunspfeifen 83  
 Nitrozellulose 63  
 Normalsatz 9

**O**ρθoborsäure 25  
 Oszillierende Sterne 70  
 Oxalsaures Barium 24  
 Oxalsaures Natrium 44  
 Oxalsaures Strontium 49

**P**almenbaum 9 115  
 Parallelraketen 9 162  
 Pastillen 9  
 Patronen 9  
 Pechdraht 57  
 Perlrakete 171  
 Perlschwärmer 83  
 Petarde 85  
 Petardenbombe 135  
 Pfauenschweif 9 163  
 Pfeiferfaß 184  
 Pfeifende Schwärmer 82  
 Pfeifrakete 169

Pfündig 9  
 Phosphor 46  
 Phosphorsätze 87 90  
 Phosphorversetzung 168  
 Pikrinsäure 45  
 Pikrinsaures Kali 45  
 Polypenbomben 127  
 Polypensterne 128  
 Porzellan 47  
 Pots à feu 181  
 Pyramide 9 205  
 Pyrographie 195  
 Pyrotechnische Pausen 9  
 Pyroxylin 47

**Q**uecksilberchlorür 38

**R**akete 152  
 Raketenbock 162  
 Raketenbombe 135  
 Raketenbukett 163  
 Raketenfächer 163  
 Raketenfehler 178  
 Raketengarbe 164  
 Raketensätze 176  
 Raketenstrauß 163  
 Raketenversetzungen 165  
 Rauchloses Pulver 64  
 Realgar 23  
 Regen 88  
 Regenbombe 134  
 Regensätze 89  
 Ringräder 203  
 Römische Lichter 10 190  
 Rollbrett 51  
 Rollholz 10  
 Rose 199  
 Rotierender Globus 208  
 Rubinregen 89  
 Ruß 29

**S**almiak 39  
 Satzbestandteile 17

Sätze 19  
 Salonfeuerwerk 11  
 Salonflammen 11  
 Salpeter 31  
 Salpetersaures Barium 24  
 Salpetersaures Blei 25  
 Salpetersaures Kalium 31  
 Salpetersaurer Kupferoxyd-  
 ammoniak 40  
 Salpetersaures Natrium 43  
 Salpetersaures Strontium 48  
 Salpeterschwefel 11  
 Saucischen 11  
 Schaufeln 56  
 Scheibenrad 11 201  
 Schellack 28  
 Schellackersatz 29  
 Schießbaumwolle 63  
 Schläge 11 84  
 Schlagleisten 11 184  
 Schlagrakete 159  
 Schlagscheibe 11 107  
 Schneidzirkel 57  
 Schnürbombe 116  
 Schnürung 11 53  
 Schnurfeuer 11 175  
 Schnurre 12 206  
 Schraubstock 57  
 Schwärmer 80  
 Schwärmerfaß 12 181  
 Schwefel 48  
 Schwefelantimon 23  
 Schwefelarsen 23  
 Schwefelblüte 48  
 Schwefelkupfer 40  
 Seele 12  
 Sektorensterne 130  
 Seeschlange 12  
 Serpentine 12 89  
 Setzer 12 51  
 Signalrakete 159  
 Silberregen 89  
 Silberschwärmer 81

Smaragdregen 89  
 Sonne 12 113 205  
 Sonnenregen 88  
 Speichenrad 202  
 Spiralrädchen 13 205  
 Spiritus 21  
 Sprengsatz 67  
 Springbrunnen 13 114  
 Stahlspäne 27  
 Standfeuer 20  
 Steigfeuer 13  
 Sternbombe 124  
 Sterne 67  
 Sternenfaß 13 183  
 Sternrakete 166  
 Sternsätze 72 75  
 Sternschlange 89  
 Sternschnuppenfall 127  
 Sternschwärmer 81  
 Stillfeuer 13 20  
 Stock 13 55  
 Stoppinen 13 61  
 Strahlrakete 175  
 Strontium 48  
 Strontiumchlorat 49  
 Strontiumkarbonat 49  
 Strontiumnitrat 48  
 Strontiumoxalat 49  
 Strontiumsulfat 49  
**T**afelrakete 13 185  
 Tannenbaum 13 114  
 Taucher 13  
 Technische Ausdrücke 1  
 Telegraph 14 175  
 Tellerrad 14  
 Terpentinöl 49  
 Theaterflammen 14  
 Ton 50  
 Tortillement 14 198  
 Treibbrander 14 20  
 Treibfeuer 14 20  
 Trinitrophenol 45

Trinitrophenylsäure 45  
Trockenschrank 58

**U**eberchlorsaures Kali 36  
Uebermangansaures Kali 42  
Umläufer 198

**V**eränderte Schwärmer 81  
Veränderte Rakete 170  
Veränderte Polypenbombe 129  
Versetzungen 15 67 124  
Verwandlungsbombe 136  
Verwandlungsrakete 172  
Verzugsstücke 15  
Vierflügel 15  
Vulkan 15

**W**asserfall 15 113  
Wasserkurier 15  
Wasserrad 16  
Wasserrakete 16  
Wasserwirbel 16  
Wechsel 16  
Weingeist 21  
Winder 16 50

Windmühlflügel 16  
Wirbelrad 16 204  
Wirbelsonne 205  
Würgeapparat 52  
Würgeschnur 52  
Würgung 53  
Wurfffeuer 16

**Z**aun 16  
Zehrsatz 190  
Zehrung 16  
Zeitzündler 16 118  
Zementkupfer 40  
Zierraketen 17  
Zink 50  
Zinkhülsen 50 98  
Zinkkapselsterne 77  
Zündlichter 17 66  
Zündpapier 17 65  
Zündschnüre 17 67  
Zündschnurhülsen 17 61  
Zündschwämme 17  
Zwillingsrakete 17  
Zittersatz 17 19  
Zylinderflammen 17 94

Berichtigung.

Seite 32 Zeile 11 ist das Wort Kohle zu streichen und in die Vorzeile nach dem Worte Realgar einzuschieben.

Fig. 1.

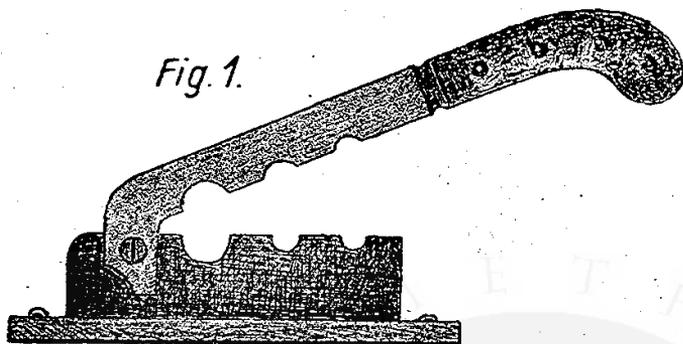


Fig. 5.

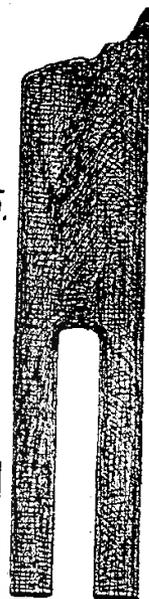


Fig. 2.

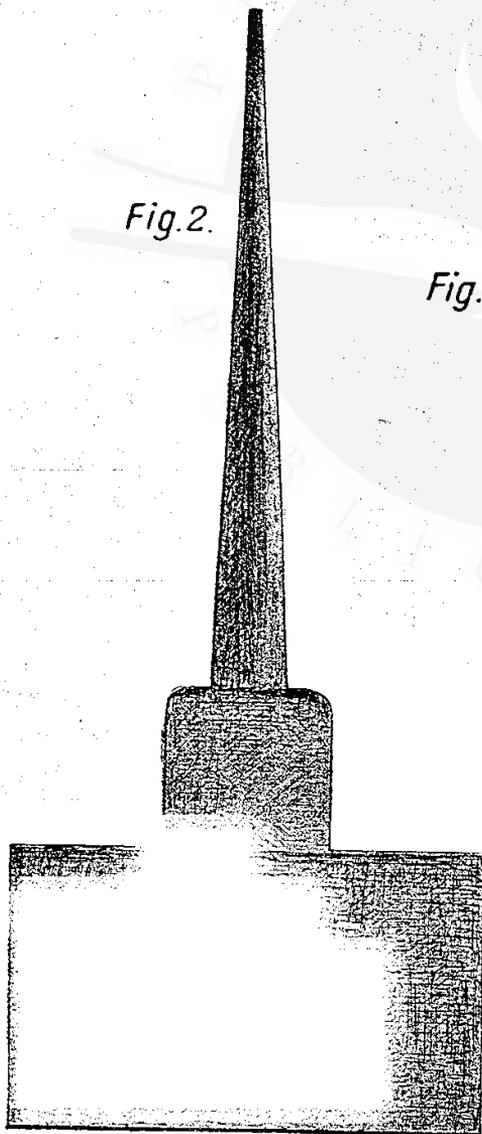


Fig. 3.

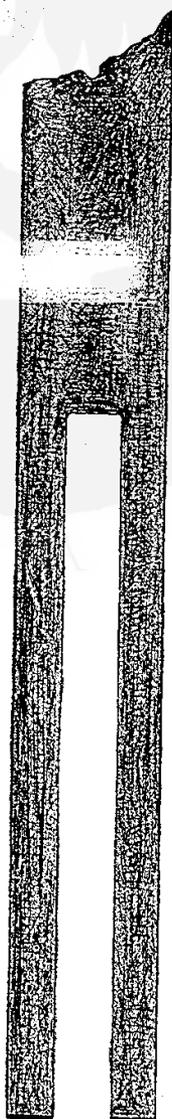


Fig. 4.

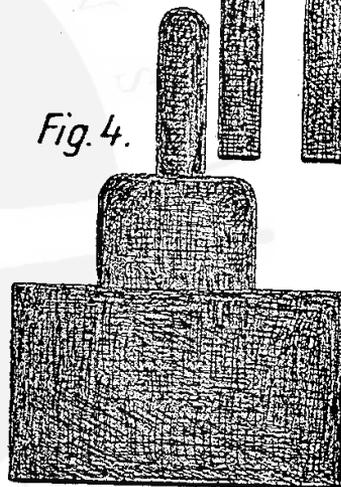
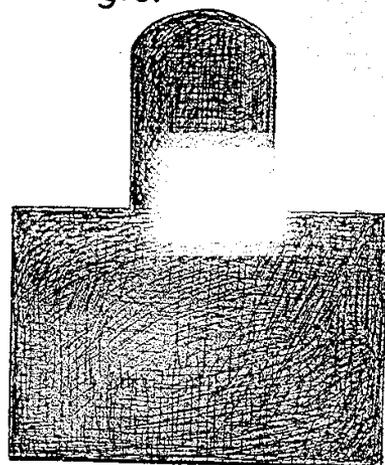


Fig. 6.



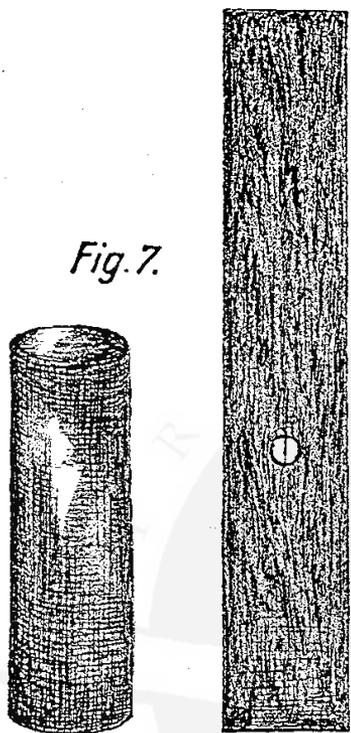


Fig. 7.

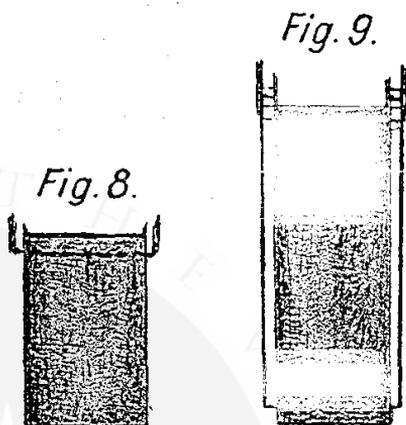


Fig. 8.

Fig. 9.

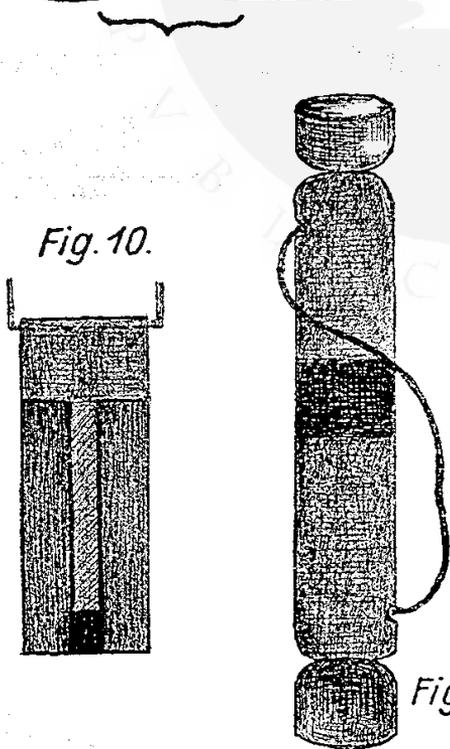


Fig. 10.

Fig. 11.

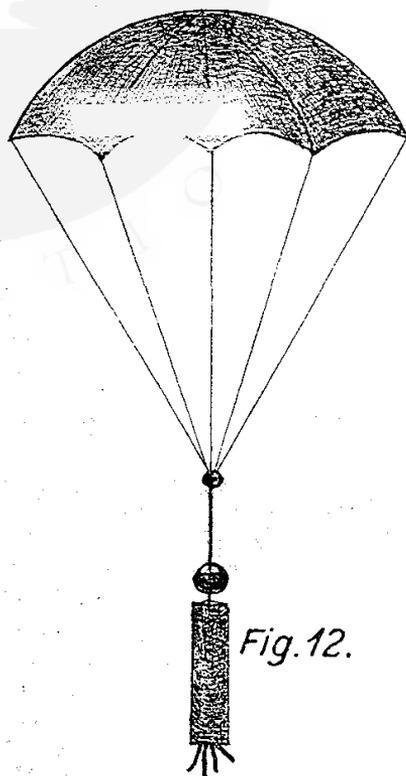


Fig. 12.

Fig. 13.

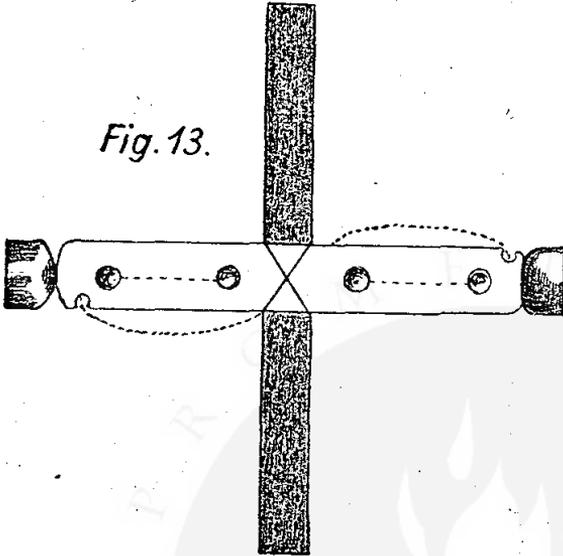


Fig. 15.



Fig. 14.

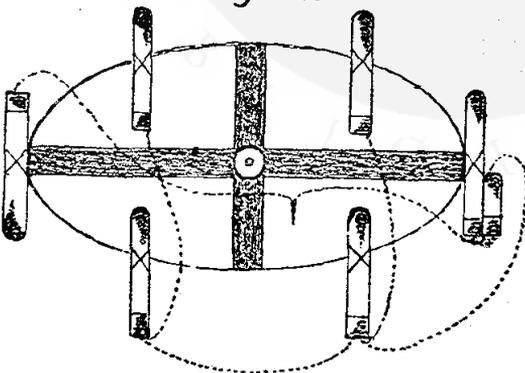
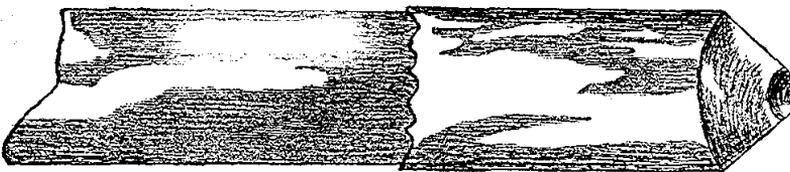


Fig. 16.



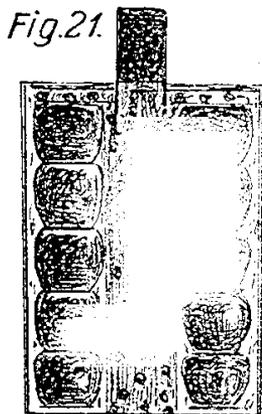
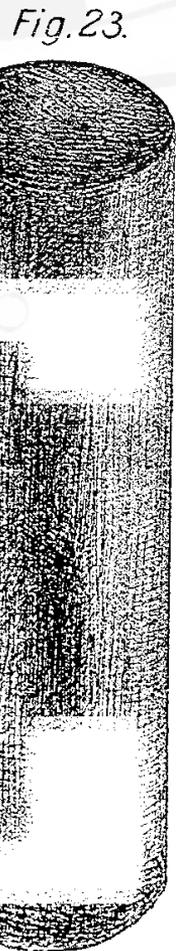
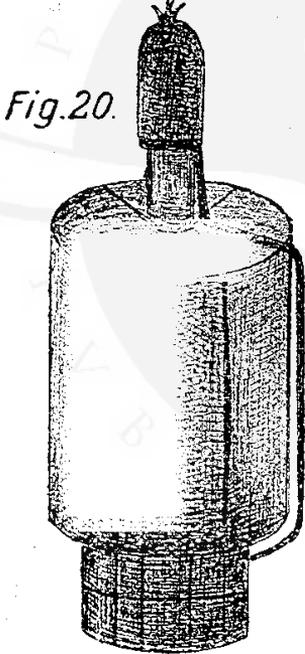
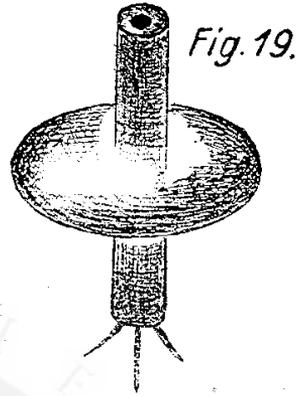
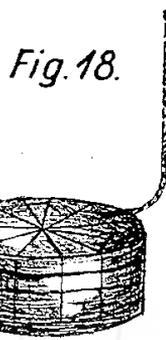
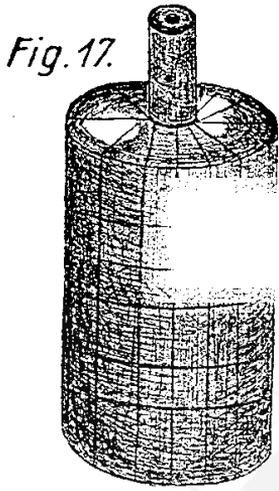


Fig.24.

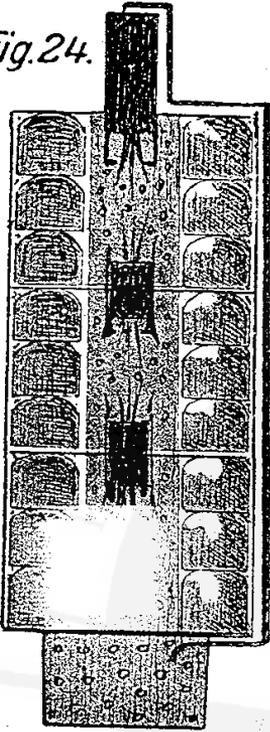


Fig.25.



Fig.26.

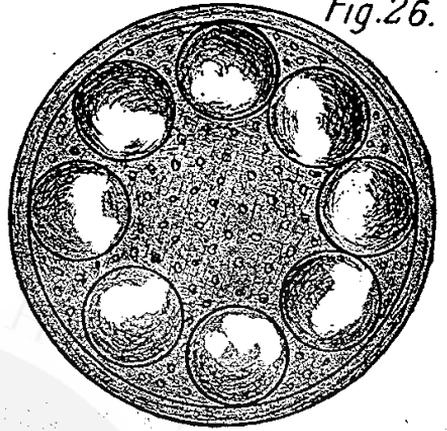


Fig.27.

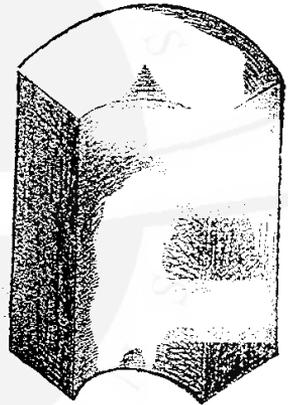


Fig.28.

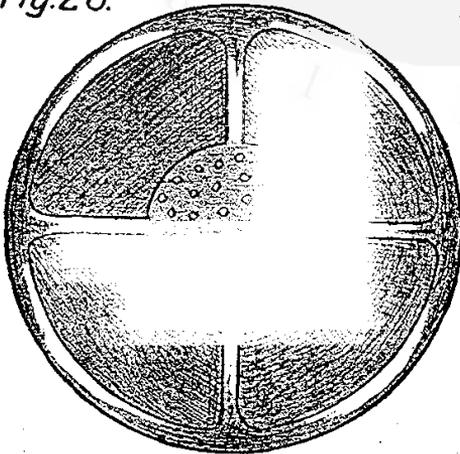


Fig.29.

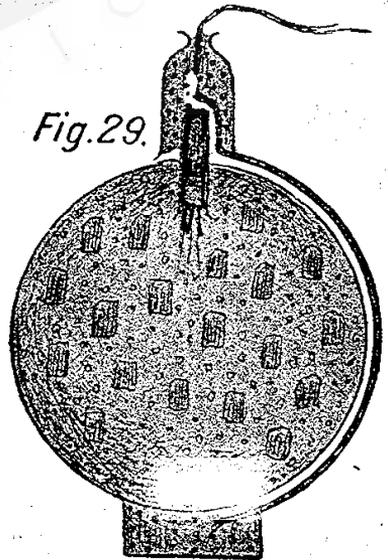


Fig.30.

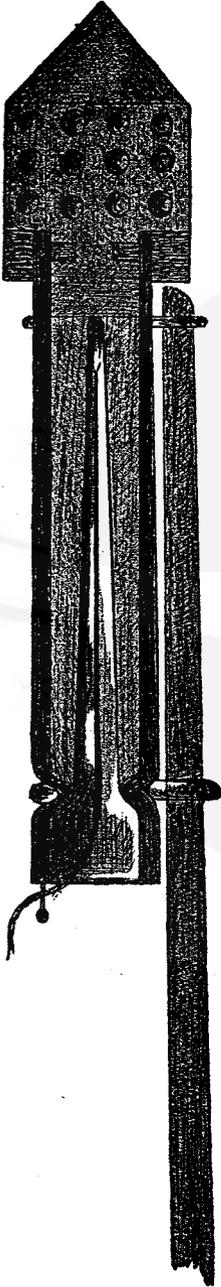


Fig.31.



Fig.32.

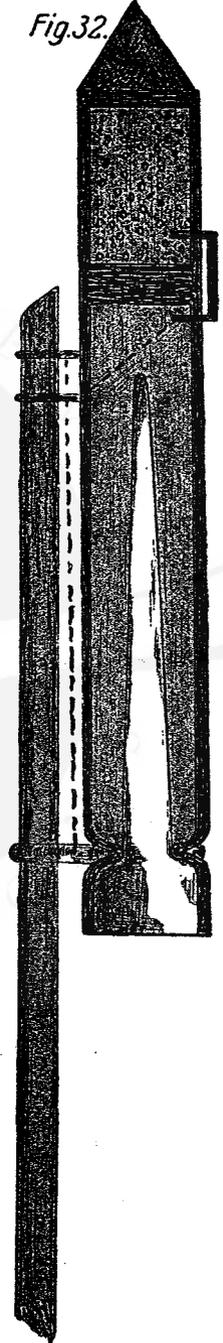


Fig. 33.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 36.

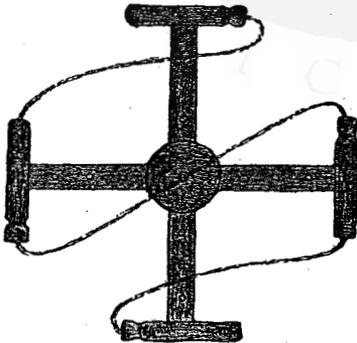
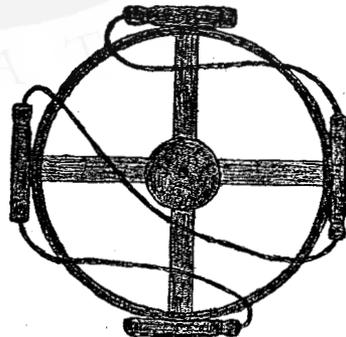


Fig. 37.



Tafel VIII.

Fig. 38.



Fig. 39.



Fig. 40.

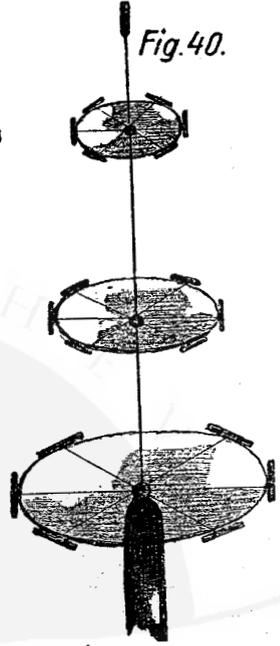


Fig. 41.

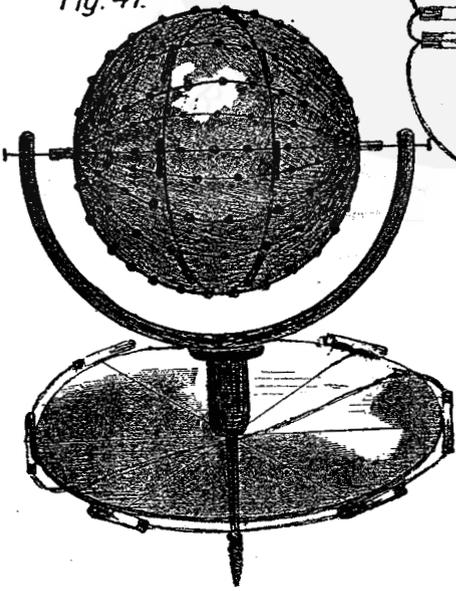


Fig. 42.

