

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Martin Websky's Lustfeuerwerkerei**

**Websky, Martin**

**Breslau, 1846**

Allgemeine Bemerkungen über die Raketen und ihre Verfertigung

[urn:nbn:de:bsz:31-100139](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-100139)

Für eine vier Linien-Rakete bedarf man ohngefähr  $\frac{1}{2}$  Loth Satz.

- - sechs	- - - - -	1½	- -
- - acht	- - - - -	3	- -
- - zwölf	- - - - -	7	- -

### Allgemeine Bemerkungen über die Raketen und ihre Verfertigung.

§. 73. Man verlangt von einer guten Rakete, dass sie ganz gerade in die Luft steige, und dies sogleich, nachdem sie angezündet worden, ohne zuvor einige Zeit brennend auf dem Nagel zu verweilen; das Steigen selbst muss nicht allzu rasch und nicht zu gewaltsam, sondern mit einer gewissen Ruhe geschehen, und das ausströmende Feuer einen langen schönen Strahl bilden. Hat die Rakete den obersten Punkt ihrer Aufsteigung erreicht, muss sie noch einige Sekunden fortbrennen und erst dann verlöschen, wenn sie sich bereits zum Herabfallen umgewendet hat.

Durch genaue Uebereinstimmung aller Theile der Rakete kann alles dies erreicht, diese Uebereinstimmung aber nur durch vielfach vergleichende Versuche gefunden werden; wie diese anzustellen sind, und was man dabei zu beobachten hat, geht aus dem Nachstehenden hervor.

Sobald eine Rakete angezündet worden, entbinden sich aus dem Satze eine gewisse Menge Gase, welche, ausgedehnt durch die entstandne Hitze, mit einer gewissen Kraft gegen die Hülse und gegen die Zehrung der Rakete drücken; hier finden sie jedoch einen ihrer Kraft angemessnen Widerstand und sind daher genöthigt, zu der Kehle der Rakete auszuströmen; dies geschieht nun mit einer solchen Heftigkeit, dass sie vermöge des Anstosses an die atmosphärische Luft, rückwirkend, die Rakete in die Höhe werfen. Man sieht leicht ein, dass diese Wirkung mehr oder weniger stark sein muss, je nachdem das Verhältniss der Kraft der sich entbindenden Gase mehr oder weniger gross zu dem Volumen der Rakete ist.

Die die Seele der Rakete umgebende Satzwand, welche in einigen Momenten verbrennt, da sie ihrer ganzen Länge nach angezündet wird, bewirkt allein das Steigen der Rakete; der Theil Satz über dem Dorne brennt dann ruhig fort, ohne zum Steigen der Rakete weiter etwas beizutragen, und heisst darum die Zehrung, weil die Rakete von dem Augenblicke an, wo die die Seele umgebende Satzwand, verbrannt ist, gleichsam davon zehrt\*).

\*) Ueber die eigentliche Ursache des Steigens der Raketen haben sich die Physiker lange gestritten. Die von mir hier ausgesprochene ältere Ansicht wird von den neuern Physikern als unrichtig verworfen und das Steigen der Raketen durch die sogenannte *Repulsionskraft* erklärt. Man denkt sich die Kraft der in der Rakete sich entbindenden Gase nach allen Punkten der innern Hülsenwand hin gleichmässig drückend, wobei der Körper in Ruhe bleiben muss; wird nun aber an irgend einem Punkte, den Gasen ein Austritt ge-

Die mindere oder grössere Kraft der Gase, im Verhältniss zu der Grösse der Rakete, wird theils durch die vorhandene Länge der Seele der Rakete, theils durch die mindere oder grössere Weite der Seele, auch theils durch die mindere oder grössere Schwere der Rakete, vielfach modificirt. Je länger die Seele der Rakete ist, desto mehr Gase werden auf einmal entbunden, und folglich wird auch desto mehr Kraft erzeugt, und umgekehrt. Am meisten wird die Wirkung der Kraft des Satzes durch die Weite der Kehle der Rakete, oder was eins ist, durch die Dicke des Dornes *an seinem unteren Ende* bestimmt. Eine enge Kehle verhindert mehr als eine weite das Ausströmen der sich in der Hülse entbindenden Gase, das Gas muss daher länger an dem Orte, wo Wärmestoff frei wird, verweilen, und erlangt dadurch eine höhere Temperatur, die es mehr ausdehnt, und vermöge dieser grösseren Ausdehnung mit grösserer Kraft wirkt.

Je schwerer ferner die Rakete ist, um desto mehr wird von der sich entbindenden Kraft aufgehoben und für die Wirkung null gemacht.

Um die sich erzeugende Kraft zum Steigen der Rakete bestmöglichst zu benutzen, haben sich die Feuerwerker vielfältig bemüht, die Verhältnisse der Dicke und Länge des die Seele erzeugenden Dornes zu dem Kaliber der Rakete, so wie alle anderen Theile der Rakete, ihre Länge und Schwere etc. genau zu bestimmen und in feste unabänderliche Regeln zu bringen. Nach den Erfahrungen, die ich gemacht habe, braucht man jedoch hierin nicht gar so peinlich zu sein; denn ob die Rakete langsam oder schnell, hoch oder weniger hoch steigt, hängt nicht allein von dem Verhältniss des Dornes, worüber sie geschlagen worden, und ihrer anderen Theile ab, sondern weit mehr von der Qualität des Satzes, mit dem man sie ladet; ein längerer oder dünnerer Dorn erfordert einen fauleren, ein kurzer oder dicker Dorn einen rascheren Satz; eine schwere Rakete mehr, eine leichtere weniger Kraft zu ihrem Steigen. Die Kraft des Satzes lässt sich aber nur durch Versuche, keineswegs durch Berechnungen genau bestimmen.

Die Verhältnisse der Längen und Dicken der Dornen, die ich oben angegeben habe, sind die, welche die Feuerwerker für die besten erkannt haben wollen; nach meinen Erfahrungen kann man jedoch mit gleichem Erfolge auch

stattet, so hört der innere Druck *hier* auf und der Druck äussert nun seine Wirkung nach der diesem Punkte entgegengesetzten Fläche der Hülse, wodurch der Körper nach dieser Richtung hin fort bewegt wird. Die genaue Ermittlung dieses Gegenstandes gehört mehr in das Gebiet der Physik als in das der Lustfeuerwerkerei, weshalb wir uns auch hiebei nicht weiter aufhalten wollen. Ganz *unbedingt* kann ich der neuern Ansicht nicht beitreten, obschon sie auf Grund anderer physikalischer Erscheinungen die richtigere zu sein scheint, ich glaube nemlich wahrgenommen zu haben, dass die mindere oder grössere Kraft, mit welcher die Raketen steigen, ungemein von der jedesmaligen grössern oder mindern Dichtigkeit der Luft abhängig ist, welche Erscheinung mehr für die ältere Ansicht sprechen würde.

andere Verhältnisse anwenden; da dies aber eine zwecklose Neuerung wäre, so habe ich obige allgemein gebräuchliche Verhältnisse beibehalten.

Je mehr Kohle man zu den Sätzen der Raketen nimmt, desto schwächer, fauler, je weniger Kohle man beimengt, desto stärker, rascher werden sie. Dies *Letztere* gilt im Allgemeinen jedoch blos für die Raketensätze, die nur aus Mehlpulver und Kohle bestehen; bei denen, welche aus Salpeter, Schwefel und Kohle zusammengesetzt sind, hat das Rascherwerden des Satzes durch Verminderung der Kohle seine Grenze. Vermindert man bei diesen Sätzen die Kohle immer mehr und mehr, so kommt man endlich auf einen Punkt, wo der Satz nicht mehr rascher, sondern wieder fauler wird\*).

Eine Vermehrung oder Verminderung des Schwefels hat ebenfalls, doch weniger, Einfluss auf die Stärke des Satzes; etwas weniger Schwefel macht den Satz rascher, etwas mehr fauler. Je feiner die Materialien des Satzes pulverisirt sind, desto stärker wird der Satz, und umgekehrt. Eben so hat die grössere oder geringere Reinheit der Materialien einen bedeutenden Einfluss auf die Stärke des Satzes. Aber nicht allein die Qualität des Satzes und die Verhältnisse der Dornen, sondern auch das mehr oder weniger feste Zusammenschlagen des Satzes verändert seine Wirkung; man muss daher auf das Schlagen der Raketen einen besonderen Fleiss verwenden, wie dies alles schon genugsam oben aus dem was der §. 55. enthält, hervorgehet, so wie ich auch an das erinnern muss, was bei dem Satze No. 3. im vorhergehenden Paragraph gesagt worden ist. Man kann ausser den oben angegebenen Raketensätzen, auch andere Funkenfeuersätze und auch Doppelsätze für die Raketen gebrauchen, wenn man ihnen durch Zusatz von Mehlpulver oder anderer Mittel die nöthige Raschheit oder Faulheit giebt.

Viele der früheren Feuerwerker haben sich mehr oder weniger damit beschäftigt, die Gewichtsverhältnisse der Materialien der Raketensätze für jeden Kaliber genau zu berechnen und tabellarisch zu ordnen; wie nutzlos aber eine solche Arbeit ist, geht genugsam aus Obigem hervor; am zweckmässigsten ist es, sich zwei oder drei Kaliber nach Belieben auszuwählen und dann die besten Verhältnisse der Materialien des Satzes durch Versuche zu bestimmen, ohne sich ängstlich an das darüber Angegebne zu binden. Wie man dabei zu verfahren hat, um am sichersten und schnellsten zum Ziele zu kommen, werde ich nun weiter zeigen.

Angenommen, man wolle eine gewisse Anzahl acht Linien Kaliber grosse Raketen anfertigen, so wähle man zuvörderst das dazu zu verbrauchende Papier, man schneide einige Bogen davon zu Streifen von der für den Kaliber nöthigen Höhe oder Breite, und rolle davon auf den Winder so viel auf, bis

\*) Dieser Punkt tritt dann ein, wenn nicht aller aus dem Salpeter frei werdende Sauerstoff, aus Mangel an Kohle, zur Bildung von kohlensaurem Gase verbraucht werden kann; es entsteht dann ein Flammenfeuersatz daraus.

die entstandne Hülse die Dicke von ein Dritttheil Kaliber hat, und genau in den Stock passt; aus der Anzahl der dazu verbrauchten Papierstreifen berechnet man die Anzahl Bogen, welche die anzufertigende Menge von Raketen bedarf.

Man zerschneidet nun das ganze dazu nöthige Papier in Streifen von der erforderlichen Höhe, und fertigt davon sämmtliche Hülsen; sind die Hülsen gewürgt, gebunden und getrocknet, so bereitet man einige Loth Satz, wie er oben für die Raketen angegeben ist; man nimmt jedoch fürs erste etwas weniger Kohle; nur siebenzehn Loth auf ein Pfund Salpeter, wenn man nämlich den Satz Nr. 9. anwenden will; gebraucht man den Satz Nr. 8. dann nimmt man auf ein Pfund Mehlpulver fürs erste nur etwa zehn Loth Kohle, und schlägt mit diesem Satze eine Rakete. Man macht die Rakete vollkommen fertig, versieht sie mit Stab und Stopine, in allem ganz so und in der Art, wie man willens ist eine gewisse Menge Raketen zu fertigen, hängt die Rakete auf den Nagel und zündet sie an; zerspringt nun die Rakete sogleich ohne zu steigen auf dem Nagel, so ist der Satz zu stark; man fertigt dann wieder einige Loth Satz, wozu man jedoch etwas mehr Kohle, etwa  $17\frac{1}{2}$  Loth nimmt, ladet damit wieder eine Hülse und zündet sie an; zerspringt sie abermals, so ist der Satz noch zu stark, und man muss nochmals eine Hülse mit einem Satze, der noch etwas mehr Kohle enthält, laden. Mit diesen Versuchen fährt man fort, bis man einen Satz gefunden hat, der die Rakete nicht mehr zerreisst. Ist man bei diesen Versuchen recht sorgsam verfahren, und hat man den Kohlengehalt des Satzes bei jedem Versuche nur um etwas Geringes nach und nach vermehrt, so hat man nun den für den Kaliber und für das Verhältniss der Seele der Rakete passenden stärksten Satz gefunden. — Sollte die Rakete bei dem ersten hier angegebenen Versuche nicht zerspringen, sondern steigen, so muss man bei dem zweiten Versuche, anstatt mehr Kohle, weniger Kohle nehmen und so fortfahren, bis man einen Satz erhält, von dem die Rakete zerspringt; man vermehrt dann wieder in ganz kleinen Quantitäten den Kohlengehalt des Satzes, bis die Rakete steigt und nicht zerspringt, um den für den Kaliber möglichst stärksten Satz zu finden. Man sieht hieraus, dass man schneller zum Ziele kommt, wenn man für die ersten Versuche den Satz stärker als nothwendig macht, und nach und nach den Kohlengehalt vermehrt.

Bei dem Steigen der Proberaketen giebt man genau Achtung, ob die Rakete auch einen schönen starken Strahl bilde und dadurch einen schönen Anblick gewähre; je stärker der Satz ist, desto höher steigt zwar die Rakete, aber der Strahl ist nicht schön, weil ihr Steigen zu schnell vor sich geht und dem Auge nicht Zeit genug zur Beobachtung lässt; ein fauler Satz giebt einen schönen Strahl, weil die Rakete nicht so schnell steigt, aber er erhebt die Rakete auch nur zu einer geringeren Höhe. Es lassen sich über das mehr

oder minder hohe Steigen der Raketen keine bestimmten Regeln angeben, da dies gänzlich von dem Geschmack des Verfertigers und des Zuschauers abhängt. Der Kenner sieht mehr auf einen schönen Strahl als auf die Höhe, die die Rakete erreicht; der Nichtkenner sieht dagegen mehr auf die von der Rakete erlangte Höhe. Ein schöner Strahl hängt nicht minder von der Qualität der Kohle ab; sehr fein gepulverte und schnell verbrennende Kohle macht keinen langen Strahl, es ist daher gut, zu den Raketen etwas mehr harte und nicht allzufein gepulverte Kohle zu nehmen. Hat man nun den Satz gefunden, der das leistet, was man verlangt, so fertigt man sogleich die ganze Quantität Satz an, die man für die Anzahl der zu fertigenden Raketen bedarf. Man ladet von diesem Satze noch zwei oder drei Raketen und probirt sie; machen diese vollkommen die beabsichtigte Wirkung, so kann man dann sicher sein, dass alle mit dem angefertigten Satze geschlagenen Raketen gut sein werden, wofern sie nur alle gleich fest geschlagen und an Hülse, Stab etc. gleichmässig angefertigt werden. Es ist dessen ungeachtet nothwendig, wenn man zu einer anderen Zeit wieder Satz bereitet für Raketen von demselben Kaliber, einige Raketen zu probiren, ehe man alle ladet, weil leicht ein oder das andere Material von minderer oder grösserer Güte sein kann; man braucht jedoch dann nicht mehr so vielfache Versuche zu machen, sondern man ändert dann nur durch einen Zusatz von Salpeter, Kohle oder Mehlpulver die Qualität des Satzes im Ganzen ab, je nachdem derselbe zu einer Verbesserung von einem oder dem andern Material mehr oder weniger bedarf, wenn seine Wirkung nicht sogleich nach Wunsch ausfallen sollte. Es ist nicht schön, wenn eine Rakete, nachdem sie angezündet worden, einige Sekunden auf dem Nagel verweilt, ehe sie steigt, sie geht dann weit weniger hoch; ein zu fauler Satz oder ungleiches Schlagen sind die Ursachen davon. Die Rakete muss nicht eher verlöschen, als bis sie den höchsten Punkt ihrer Aufsteigung erreicht und sich eben umgewendet hat; verlöscht sie eher, so sieht man sie nicht bis zum höchsten Punkte steigen, verlöscht sie später, so kommt sie brennend zur Erde, beides gewährt einen schlechten Anblick, und hängt davon ab, ob man etwas mehr oder weniger Zehrung über den Dorn geschlagen hat; man findet die richtige Quantität Zehrung sehr leicht durch einige Proben. Die Sätze, die *nur* aus Mehlpulver und Kohle bestehen, brennen in der Regel etwas schneller, als die, welche kein Mehlpulver enthalten, die damit geschlagenen Raketen verlangen daher etwas mehr Zehrung.

Die Feuerwerker behaupten, dass, je grösser der Kaliber der Rakete ist, desto fauler müsse der Satz sein, weil die Erfahrung lehrt, dass grössere Raketen zerspringen, wenn sie mit den für kleinere Raketen passenden Sätzen geladen werden. Diese Erscheinung hat nach meiner Ansicht zwei Ursachen, *erstlich* haben wir in §. 55. gesehen, dass eine grosse Quantität Satz, unter gleichen Umständen der Verbrennung, verhältnissmässig schneller als eine

kleinere verbrennt, die Entwicklung der wirkenden Gase gehet daher in einer grossen Rakete schneller als in einer kleinen vor sich, verglichen mit dem Verhältniss ihrer gegenseitigen Volumen; *zweitens*, leisten die Hülsen der grösseren Raketen gegen die in ihnen drückende Kraft verhältnissmässig einen geringeren Widerstand als die Hülsen der kleineren Raketen, weil mit der steigenden Grösse der Rakete die den Satz umgebende Hülsenfläche nur im Quadrat, die Masse des Satzes aber im Kubus zunimmt. Man könnte zwar die Hülsen so stark machen, dass sie den innern Druck ebenso aushielten und dann könnte auch der Satz stärker sein, aber wegen der dann entstehenden grösseren Volumen und der grösseren Schwere des ganzen Feuerwerkstücks würde man das wieder verlieren, was man mit einem stärkeren Satz erreicht hätte.

Die grossen Raketen steigen in der Regel verhältnissmässig mit geringerer Kraft als die kleinern, was schon beweist, dass der Satz, mit dem man sie ladet, im Verhältniss zu den kleinern Raketen, zu schwach ist.

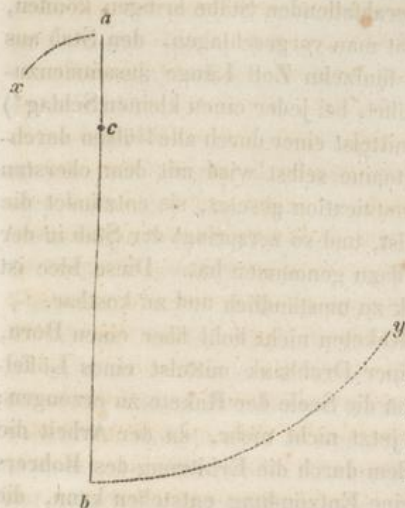
Nicht mindere Aufmerksamkeit, als die Darstellung eines guten Raketen-satzes erheischt, hat man auch auf die *Raketenstäbe* zu verwenden und dabei genau nach dem darüber oben Angegebenen zu verfahren. Ich bin in der Angabe der Länge, Dicke und Schwere der Raketenstäbe von der aller anderen Feuerwerker bedeutend abgewichen und halte es daher für nöthig, meine Gründe dazu in Nachstehendem kürzlich darzuthun.

Der Raketenstab hat für die Rakete *zwei* Dinge zu leisten.

*Erstens*. Der Stab muss die Rakete bei ihrer Ruhe auf dem Nagel lothrecht schwebend erhalten, damit sie diesen ohne alles Hinderniss verlassen kann; dies bewirkt seine Schwere, die Schwere ist aber eine Last für die Rakete, die sie im Steigen hindert, man muss diese Last daher auf alle Art zu vermindern oder auf eine für das Steigen der Rakete vortheilhafte Art zu vertheilen suchen; dies geschieht durch die möglichste Dünne und Länge des Stabes. Je länger der Stab ist, desto leichter kann er sein, um das hier Verlangte zu leisten, und da seine Schwere die Raketen im Steigen mehr oder weniger hindert, so ist es daher gut und zweckmässig, den Stab so lang als möglich zu machen, doch darf er auch nicht zu biegsam und schwankend sein.

*Zweitens*. Der Stab muss die Rakete während des Steigens in der ihr angewiesenen Richtung erhalten; dies geschieht wie folgt:

Es sei die Linie  $a, b$ , eine im Steigen begriffene Rakete;  $b$  das untere Ende des Stabes,  $c$  aber der Punkt, wo die Rakete  $a$  dem andern Theile des Stabes  $c-b$  das Gleichgewicht hält. Will nun irgend eine Ursache die Rakete, sobald sie zu steigen beginnt, nöthigen, von ihrer Stellung abzuweichen und z. B. nach der linken Seite zu sinken, so muss sie einen Bogen um den Punkt  $c$  von  $a$  nach  $x$  beschreiben und das andere Ende des Stabes,  $b$ , den Bogen  $b-y$  machen, die Beschreibung beider Bogen erfordert aber wegen des



Anstosses an der Luft einen Aufwand von Zeit, der natürlich um so grösser wird, je länger die Linien  $c-b$  und  $a-c$ , oder eine von beiden sind. Je kleiner nun die Zeit der Dauer des Steigens der Rakete gegen die Zeit der Bogenbewegung der Linie  $c-b$  und  $a-c$  sich stellt, desto geringer muss auch die Abweichung der Rakete gegen die ganze Linie ihrer Aufsteigung werden. Da nun, wie oben bemerkt, der erwähnte Zeitaufwand mit der Länge der die Bogen beschreibenden Linien, oder was eins ist, mit der Länge des Stabes steigt, so ist es klar, dass das, was der Stab hier der Rakete zu leisten hat, um so

mehr erreicht wird, je länger er ist.

In allen bisher erschienenen Feuerwerkbüchern findet man die Stäbe oben, wo die Rakete angebunden ist, dicker und nach unten spitz zulaufend angegeben; aus dem Vorhergehenden aber erhellt, dass dies durchaus falsch ist; das dicke Ende des Stabes, das die Rakete tragen muss, nutzt zu gar nichts, es macht die Raketen nur unnötig schwerer; richtiger würden die Feuerwerker noch verfahren, wenn sie diese Stäbe umdrehen und das dicke Ende des Stabes nach unten zu wenden. Die Unbequemlichkeit der langen Stäbe beim Aufhängen und Anzünden der Raketen hat die Feuerwerker veranlasst, diese so kurz als möglich zu machen und durch grössere Schwere die fehlende Länge zu ersetzen; da aber ein kurzer Stab durchaus nicht alles das leisten kann, was ein Stab der Rakete zu leisten hat, so thun sie damit sehr Unrecht, und sollten lieber die Unbequemlichkeit langer Stäbe nicht scheuen, da sie durchaus nur auf Kosten der guten Wirkung der Rakete vermindert werden kann.

Die Stäbe, welche ich anwende, haben ohngefähr folgende Verhältnisse:

Für Raketen von vier Linien, 34 Zoll lang, 2 Linien im Quadrat dick.

-	-	-	sechs	-	60	-	-	3
-	-	-	acht	-	80	-	-	3½
-	-	-	zwölf	-	110	-	-	6

Die grösseren Raketen machen keine mit der dazu zu verbrauchenden Munition im Verhältniss stehende grössere Wirkung als die kleineren, und sind wegen des Herabfallens der Stäbe ein gefährliches Feuerwerkstück; man wendet daher jetzt auch bei den grössten Lustfeuerwerken selten grössere als zwölf Linien-Raketen an.

Websky's Handbuch d. Lustfeuerwerkerei.



Um die mögliche Gefahr, welche die herabfallenden Stäbe bringen können, bei grösseren Raketen zu vermeiden, hat man vorgeschlagen, den Stab aus starken papiernen Hülsen von zehn bis fünfzehn Zoll Länge zusammenzusetzen, da, wo eine Hülse die andere berührt, bei jeder einen kleinen Schlag\*) inwendig anzubringen und diese Schläge mittelst einer durch alle Hülsen durchlaufenden Stopine zu verbinden; die Stopine selbst wird mit dem obersten Punkte der Zehrung der Rakete in Communication gesetzt, sie entzündet die Schläge, sobald die Rakete ausgebrannt ist, und so zerspringt der Stab in der Luft in so viel Stücke, als man Hülsen dazu genommen hat. Diese Idee ist gut, aber ihre Ausführung für den Zweck zu umständlich und zu kostbar.

Die früheren Feuerwerker haben die Raketen nicht hohl über einen Dorn, sondern massiv geschlagen und auf einer Drehbank mittelst eines Löffelbohrers ein Loch in den Satz gebohrt, um die Seele der Rakete zu erzeugen; dies geht allerdings, aber man thut es jetzt nicht mehr, da der Arbeit die nöthige Genauigkeit mangelt, und überdem durch die Erhitzung des Bohrers leicht, wie es schon oft geschehen ist, eine Entzündung entstehen kann, die Anfertigung der Raketen auf diese Art auch zeitraubender wird und einen besonderen Apparat zum Bohren erfordert.

Die kleineren Raketen von vier Linien, die man bei grösseren Feuerwerken oft in sehr grosser Menge auf einmal anzündet, wobei die Regelmässigkeit der Wirkung jeder einzelnen nicht in Betracht kommt, kann man auch auf folgende Art verfertigen. Die Rakete wird *massiv*, jedoch nicht allzu fest geschlagen, unten zugewürgt und dann in einen ihrer Dicke zupassenden Stock gesteckt, der auf einem Untersatze steht, welcher *weder Zapfen noch Dorn* trägt. Die Mündung der Rakete steht nach oben, und ihr hinteres Ende ruht auf dem Untersatze. Der Stock muss dreimal so lang als die Rakete sein und folglich zwei Drittheile seiner Länge über die Rakete hervorragen. — Ein hölzerner Winder, genau so dick als die innere Weite des Stockes, trägt an einem Ende einen stählernen Dorn, nebst abgerundetem Zapfen, ganz so, wie er für den Kaliber sonst beschaffen sein muss. Dieser Winder wird nun, mit dem Dorn nach unten gekehrt, oben in den Stock gesteckt, und durch einen starken Schlag auf das andere Ende der Dorn in die Mündung der Rakete hineingeschlagen. Der in den Satz eindringende Dorn erzeugt so die Seele der Rakete, und presst den Satz, nach den Seiten zu, gehörig fest zusammen.

Viele Feuerwerker bedienen sich beim Schlagen der Raketen keines besonderen Untersatzes, der den Dorn trägt, sondern sie setzen den Dorn unmittelbar in den Klotz oder den Tisch ein, worauf sie die Raketen schlagen. Ich halte dies aber nicht für gut, denn man verbiegt den dann unbeweglich fest stehenden Dorn sehr leicht, wenn nicht jeder Schlag auf den Setzer ganz

\*) Siehe §. 114.

vertikal geführt wird; eben so ist es nicht gut, die Raketen\*) *frei ohne Stock* zu schlagen, was manche Feuerwerker thun. — Denn sind die Hülsen von etwas mürbem Papier gemacht, oder nicht geleimt, so bersten sie sehr leicht entzwei.

Ich habe oft Feuerwerker darüber klagen hören, dass ihnen die Raketen auch bei der sorgfältigsten Anfertigung nie alle gelingen, dass sie zum Theil ohne zu steigen zerspringen, oder zu langsam, oder zu einer nur geringen Höhe steigen. Die Ursache dieser Fehler liegt nach meiner Beobachtung allein in der fehlerhaften Art, wie sie die Raketen anzünden; sie stecken nämlich keine Stopine in die Seele der Rakete, sondern streichen entweder die inneren Wände des Kopfes und die Fichle der Rakete bloß mit Anfeuerung aus, oder sie legen quer über den Kopf der Rakete bloß ein Stückchen Stopine, deren Feuer den Satz im Innern der Rakete entzünden muss; da nun auf diese Art der Satz in der Rakete nicht in einem Moment der ganzen Länge der Seele nach, sondern nur ein Theil davon, der zu unterst am Kopfe liegt, entzündet wird, und von da sich die Entzündung erst weiter fortpflanzt, so ist natürlich auch die Wirkung des Satzes viel schwächer und ungleich, je nachdem viel oder wenig Satz in einem Moment entzündet wird, weshalb auch der von mir oben angegebene Raketensatz vielen Feuerwerkern zu faul zu sein scheint. Um den Nachtheil, der aus der mangelhaften Entzündung entsteht, zu verbessern, nehmen sie daher raschere Sätze; geschieht es nun, dass durch die Stopine das Feuer zufällig tiefer in die Seele der Rakete plötzlich getragen wird, und die Satzwand, wie es eigentlich sein muss, ihrer ganzen Länge nach sich auf einmal entzündet, so muss die Rakete zerspringen, weil für eine solche regelrechte Entzündung der Satz, den sie gebrauchen, dann zu stark ist.

## Tourbillon.

§. 74. Ein Tourbillon ist eine mit einem nicht allzu raschen Funkenfeuersatze geladene Hülse erster Art, die eine solche äussere Einrichtung erhält, dass sie, angezündet, ein horizontal sich bewegendes, kreiselndes und dabei perpendicular aufsteigendes Feuer, einem Wirbelwinde ähnlich, bildet. Man macht die Tourbillons in der Regel nicht unter acht und nicht über zwölf Linien Kaliber.

Verfertigung eines Tourbillon. Man nehme eine Schwärmerhülse, vierzehn bis sechzehn Kaliber lang, würge sie an einem Ende ganz zu und schneide das überstehende Papier ab, so dass die Hülse gar keinen Kopf hat,

\*) oder andere Hülsen.