

www.e-rara.ch

Vorträge über die Artillerie-Technik nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft

Vorträge über die Kriegs-Feuerwerkerei nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft

Meyer, Moriz

Berlin, 1833

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 35258: 1

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-74775>

Erster Abschnitt.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelnformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

Erster Abschnitt.

Die Materialien zum Schießpulver und den Feuerwerkssätzen.

Die Feuerwerker der alten Zeit bedienten sich zur Zusammensetzung ihres Schießpulvers und ihrer verschiedenen Sätze sehr mannichfacher Substanzen. Diese waren willkürlich, oft aus mystischen Gründen, oft aus falschen Ansichten über die Wirksamkeit der Körper, oft blos ihrer Farbe oder ihres Geruchs wegen gewählt, und Versuche in wie fern sie dem Zwecke ihrer Anwendung entsprachen, scheinen niemals angestellt worden zu seyn. Das eigentliche Grundelement aller dieser in der Feuerwerkerei vorkommenden Gemenge, die Verbindung welche wir Schießpulver nennen, entspricht den Leistungen die man von jenen Gemengen erwartet, in so hohem Grade, daß es selbst durch schädliche Beimengungen nur schwer ganz wirkungslos gemacht werden kann, und da man ein Maafs dieser Leistungen erst in der neuesten Zeit suchte, so konnte man auch spät erst bemerken, daß der größte Theil der

Beimengungen den geforderten Wirkungen entgegenstrebe oder ihnen doch nur in geringem Grade entspreche. Die Spielereien, wie die Geheimniskrämerei der Vorzeit sie liebte, gab man später auf, und so wurde denn die Zahl der vom Feuerwerker benutzten Substanzen immer kleiner. Aber es scheint, als sey man mit dieser Vereinfachung noch nicht zu Ende, und als müsse eine mehr von der Wissenschaft durchleuchtete Feuerwerkerei immer mehr auf das reine Schiefspulver in seiner theoretischen Form zurückkommen, und die meisten jetzt noch üblichen Beimengungen als unvortheilhaft verwerfen.

Im Allgemeinen kann man die Materialien, deren die Kriegs-Feuerwerkerei bedarf, in drei Hauptklassen theilen:

- 1) in diejenigen, aus welchen das Schiefspulver zusammengesetzt wird;
- 2) in diejenigen Beimengungen, welche die Wirksamkeit des reinen Schiefspulvers schwächen, besonders es weniger verbrennlich und daher auch langsamer verbrennend machen. Dahin gehörten bisher die Harze, Oele, Fette, Kampher, das Antimon, Sägespäne und viele andere; und
- 3) in diejenigen Beimengungen, welche die Wirksamkeit des reinen Schiefspulvers erhöhen, besonders es entzündlicher und daher schneller verbrennend machen. Diese sind das chlorsaure Kali und die knallsauren Salze.

Außer den Beimengungen dieser beiden Klassen kommen noch einige wenige, die dazu dienen die Flamme zu färben, vor, die aber von geringerer Bedeutung sind.

Die Materialien der ersten Klasse sind unstreitig die wichtigsten. Von ihrer Reinheit hängt die Wirkung des Feuergewehrs ab; zwei von ihnen, der Salpeter und die Kohle sind der Sorgfalt des Artilleristen besonders anvertraut; wir glaubten daher über diese ausführlicher sprechen zu müssen.

Die Beimengungen der zweiten Art werden ihrer Natur nach gewöhnlich sehr weitläufig in den Schriften über Feuerwerkerei behandelt. Wir glauben, wie dies später entwickelt werden soll, an der Zweckmäßigkeit ihrer Anwendung zweifeln zu müssen. Von ihrem Eingreifen in den Verbrennungsprozess werden wir immer nur entfernt Rechenschaft geben können, da sie meist eine, je nach Umständen, wechselnde Zusammensetzung haben, und mit wenigen Ausnahmen nie innig und gleichmäßig mit dem Pulver gemengt werden können. Von einer wissenschaftlichen Betrachtung ihrer Zusammensetzung ist daher für den Artilleristen Nichts zu erwarten. Der Feuerwerker gewinnt sie übrigens weder selbst, noch hat er sie zu reinigen, deshalb glaubten wir nicht, daß wir sie in eignen Artikeln abzuhandeln hätten, und begnügten uns ihrer mit den betreffenden Eigenschaften da zu gedenken, wo wir von

ihrer bisherigen Anwendung in der Feuerwerkerei sprechen mußten.

Die Beimengungen der dritten Art haben erst in der neuesten Zeit als fremde Gäste in der Feuerwerkerei Platz gewonnen; jetzt aber ist ihnen das Bürgerrecht nicht mehr streitig zu machen. Ihre Natur und die Art, wie sie, dem Schiefspulver beigemischt, wirken, werden noch vielfach verkannt; es schien daher unerläßlich sie hier genauer zu betrachten.

1) S a l p e t e r.

Der Salpeter ist ein wahrhaft wunderbares Salz, und würde diesen Beinamen gewifs mit größerem Rechte verdienen als Glauber's *Sal mirabile*. Er ist fast die einzige unorganische Verbindung, welche wir täglich neu entstehen sehen; er verschwindet wieder, ohne daß wir eine Ahnung haben, welche Anwendung die Natur von dieser in ungeheuren Mengen sich jährlich erzeugenden Substanz macht; er läßt sich ruhig schmelzen und zerlegt sich eben so geräuschlos, wenn man ihn von jedem fremden Stoffe gesondert erhitzt; dagegen lodert er in unzubändiger Wildheit auf, wenn dabei irgend ein entzündlicher Körper sich ihm naht. Die unveränderlichsten Metalle verwandelt er, die am festesten verbundenen zerlegt er, und fast Nichts widersteht seiner Gewalt. Auffallend ist es darum, daß die Alchimisten, welche sonst die wunderbaren Seiten der Stoffe wohl zu erkennen und zu Nutz und Trug anzuwenden verstanden,

dem Salpeter so wenig Aufmerksamkeit schenken *), so daß er erst seit Roger (1220) zu Ehren kam, der nächst dem weniger bekannten Marcus Graecus zuerst unter den Alchimisten die Eigenschaften desselben **) mit Schwefel und Kohle eine Detonation zu geben, bestimmter aussprach. Von da an wurde er sorgsamer beachtet, und kaum war das Schießpulver in Gebrauch

*) Vielleicht ist es manchem Leser interessant die Namen zu kennen unter denen der Salpeter früher vorkam; es sind die folgenden: *Sal terrae*, *Sal sulphureum*, *Hermes*, *Baruch*, oder *Baurach*, *Sal andronae*, *Anatron*, *Cabalatar*, *Basilio*, *Aqua ignis*, *Cerberus chymicus*, *Serpens terrenus*, *Spiritus mundi renitaculum*, *Sal catholicus*, *Sal infernalis*, *Draco*, *Sal Hermaphroditicus*, *Halmirhaga*, *Chalastrium* u. s. w.

**) Roger nennt ihn *Sal petrae*, Steinsalz, woher sein heutiger Name entstanden. Was Plinius unter *Nitrum* versteht, ist nicht entschieden, höchst wahrscheinlich kohlen-saures Natrum, da er sagt: das Salz schieße aus den Mauern und werde zum Waschen gebraucht. Es scheint als sei Geber der erste, der den wirklichen Salpeter genauer kennt, doch war er den Alten nicht ganz unbekannt; so sagt Valerius Buch 1. Kapitel 1., daß man, wenn man alten Mauerschutt auf Kohlen werfe, Feuer anmachen könne; Cardanus glaubt, es könnten auf ähnliche Weise Selbstentzündungen in alten Häusern entstehen. Ovid erwähnt des Nitrum als Schminke, in Egypten bediente man sich seiner als Kochsalz (?). Die Stelle 5te Buch Mosis Kapit. 29 Vers 23, welche die Alchimisten auf den Salpeter beziehen, dürfte wohl nur bildlich gemeint seyn. — Das Wort *Nitrum* kommt von der Provinz *Nitria* in Egypten. — Glauber beschreibt zuerst die Reinigung des Salpeters im Großen.

gekommen, so wurden die Steine und Mauern welche ihn boten mit Sorgfalt benutzt. Man langte in Schweden deshalb sogar die Erde der Kirchhöfe aus. Schon 1439 machte der Erzbischof Günther von Magdeburg den Mauersalpeter zum Regal, was er auch in einigen Ländern bis auf die neuste Zeit geblieben ist. Wahrscheinlich wurde der Salpeter zuerst in Indien, wo er in so großen Mengen sich von selbst darbietet, näher beobachtet, und dort ist auch wohl der eigentliche Ursprung des griechischen Feuers und des damit nahe verwandten Schießpulvers zu suchen.

Für den Krieg, dessen eigentlichstes Hauptagens der Salpeter geworden, ist er mit unersetzbaren Eigenschaften begabt, und wenn man sich dafür eine Substanz erfinden sollte, so würde man ihr kaum vortheilhaftere geben können. Er erzeugt, vermöge seiner leichten Zersetzbarkeit, wenn er mit entzündlichen Körpern erhitzt wird, eine Treibkraft mit der wir unsern Feind, so weit das Auge reicht, vernichten können; dabei ist aber diese Zersetzbarkeit doch nicht so groß, daß bei seiner Bearbeitung eine nicht zu vermeidende Gefahr einträte. Der Salpeter selbst beschädigt, wie wir ihn brauchen die Metalle nicht auf die wir aus andern Rücksichten beschränkt sind, er ist luftbeständig, er kann in jedem Lande in hinreichend großer Menge gewonnen und wieder erzeugt werden, er ist ziemlich leicht rein darzustellen, unschädlich für die

Gesundheit bei der Bearbeitung u. s. w. — Nur Eins bliebe zu wünschen übrig, dafs er nämlich sein Kali nicht besäße, oder dafs wir wenigstens ein anderes salpetersaures Salz, wie z. B. das salpetersaure Natrum brauchen könnten, das weniger Basis enthält. — Der Salpeter hat bekanntlich in 100 Theilen 53,27 Säure, die wieder aus 39,40 Sauerstoff und 13,87 Stickstoff bestehen. Nur diese sind (besonders das erstere, zu dem das Kali noch 7,88 Procent giebt, indem es mit der Kohle gasförmige durch Hitze sich ausdehnende Verbindungen bildet) das wirksame Princip des Salpeters im Schiefspulver. Die 38,85 Procent reines Kalium helfen aber nicht allein nicht die Gase vermehren, sondern sie nehmen durch Zwischenverbindungen noch einen guten Theil von den erzeugten auf, verringern daher die Wirkung, und verschleimen dabei die Waffen. Wir können mithin den Salpeter als einen komprimirten Sauerstoff ansehen *) bei dem wir gezwungen sind, das Gefäfs in dem er komprimirt ist, mit in den Kauf zu nehmen.

Der reine Salpeter hat ein spez. Gewicht von 2,1; kristallisirt wenn er in grofsen Gefäfsen anschiefst in 6seitigen Säulen mit 4 schmalen und 2 breiten Flächen, auf welchen letzteren eine 2flächige Zuschärfung aufgesetzt ist. Diese Kristalle haben ein streifiges Ansehen und mit

*) 1 Kubikzoll Salpeter enthält 525,4 Kubikzoll Sauerstoffgas derselben Temperatur, wenn das Kali mitzerlegt wird.

bewaffnetem Auge betrachtet zeigen sie Längensrisse, welche Mutterlauge zurückhalten. — Diese Mutterlauge ist die Ursache, daß scheinbar ganz trockne Kristalle beim Zerreiben Feuchtigkeit zeigen, und klebrig werden. Beim Kristallisiren in kleineren Mengen bildet der Salpeter spiefsige prismatische Kristalle. Diese enthalten den reinsten Salpeter, und es ist daher nicht zu verstehen, wie man heute noch immer empfehlen kann große Kristalle darzustellen. Man glaubte früher die Kristallisationskraft trete bei großen Kristallen so entschieden hervor, daß sie fremde Substanzen auszustoßen vermöge; allein dies ist längst widerlegt, und wie man es auch machen möge, bei großen Kristallen bleibt der Salpeter immer unrein, wenn auch nur mit Wasser gemengt. — Der Salpeter hat nicht, wie man früher glaubte, Kristall- oder auch nur Dekrepitations-Wasser; was man dafür ansah, ist jene zufällig eingeschlossene Mutterlauge, die bei gehöriger Behandlung sich nicht mit einmengt. Deshalb sind auch alle Berechnungen der Pulverkraft, worin sich Wasserdampf mit aufgeführt findet, unrichtig. — Der Salpeter ist luftbeständig und wird, wenn er rein ist, nur in sehr mit Feuchtigkeit überladener Luft feucht, aber wenn er Kochsalz enthält wird er es viel leichter, da sich, wie unten näher erörtert werden soll, dann das ziemlich hygroskopische salpetersaure Natrum bildet; er schmilzt bei 280° R. zu einer weißen festen Masse, ohne sich zu zersetzen wenn man

dabei das Hineinfallen brennbarer Substanzen verhütet. Bei etwa 380° zersetzt er sich aber von selbst und entwickelt ganz ruhig Sauerstoff, Stickstoff und etwas Stickstoffoxyd; es bleibt anfangs salpetersaures und Stickstoffoxydkali zurück, bei längerem Glühen aber reines Kali.

Es ist für manche artilleristische Zwecke wichtig das spezifische Gewicht der Salpeterlösungen (in kaltem Wasser) zu kennen; ich habe deshalb Wasser von $12,5^{\circ}$ R. mit verschiedenen Salpetermengen verbunden und die spezifischen Gewichte nahe so steigend gefunden, daß jeder Theil Salpeter der zu 100 Theilen Wasser hinzukömmt, das spezifische Gewicht der Lösung um 0,0077 vergrößert. Die Beobachtung geschah mit einem Aräometer das ein sehr genaues Ablesen nicht zuließ. Die Reihe der Beobachtungen ist folgende:

		beobachtet	berechnet
			0,0077 Zunahme
100 Th. Wasser	0 Th. Salpeter	1,000	1,000
100 "	1 "	1,006	1,007
100 "	2 "	1,017	1,015
100 "	3 "	1,022	1,023
100 "	4 "	1,032	1,030
100 "	5 "	1,040	1,038
100 "	6 "	1,050	1,046
100 "	7 "	1,056	1,053
100 "	8 "	1,061	1,061
100 "	9 "	1,071	1,069
100 "	10 "	1,077	1,077
100 "	11 "	1,086	1,084
100 "	12 "	1,092	1,092
100 "	13 "	1,100	1,100
100 "	14 "	1,106	1,107
100 "	15 "	1,113	1,115

Die Auflöslichkeit des Salpeters in Wasser

wird verschieden angegeben. Wir müssen sie hier genauer betrachten und mit der des Chlorkaliums und Chlornatriums vergleichen, mit denen der Salpeter gewöhnlich zugleich vorkommt, weil er durch diese Verschiedenheit ziemlich leicht von ihnen zu reinigen ist. Sie wächst nämlich für ihn in höherem Maasse mit der Temperatur, als dies bei den letztern Verbindungen statt hat. — Gay Lussac giebt sie an wie folgt: bei

0°	R. lösen 100 Th. Wasser auf 13,3 Th. Salpeter
18°	» » » » » » 29,9 » »
35°	» » » » » » 74,6 » »
97,6°	» » » » » » 236,0 » »

Nach eigenen Versuchen die ich mit möglichster Genauigkeit anstellte, lösen sich bei

11,75°	» » » » » » 18,4 » »
17,5°	» » » » » » 33,4 » »
20,0°	» » » » » » 36,19 » »

was nicht ganz mit Gay Lussac stimmt.

Nach Riffault würden gesättigte Auflösungen enthalten: bei

8°	. . . 20,4 Theile
10°	. . . 23,4 »
10,6°	. . . 25,0 »
12°	. . . 26,5 »

Ueber die Auflöslichkeit des Salpeters in den höchsten Temperaturen des Wassers, und über den Kochpunkt der gesättigten Auflösung haben wir die verschiedensten Angaben. Botté und Riffault behaupten in ihrem *Traité de l'art de fabriquer la poudre à Canon*. S. 70. und nach der

Uebersetzung von Wolff S. 73. das Wasser löse bei seiner Siedhitze (80° R.) 5mal so viel Salpeter auf, als es selbst wiege, also 100 Theile Wasser 500 Theile Salpeter; dies ist aber nicht gegründet; einmal siedet eine Salpeter-Auflösung nicht bei 80° , und ferner ist sie bei der höchsten Temperatur nicht bis zu dieser Sättigung zu bringen; nach Griffiths ist der Siedepunkt der gesättigten Salpeterauflösung $91,5^{\circ}$ R., und 100 Theile Wasser nehmen dabei nur 284 Theile Salpeter auf; nach Ure ist der Siedepunkt $92,4^{\circ}$ und 100 Theile Wasser nehmen 300 auf. Gay Lussac giebt den Siedepunkt auf 97° an, und das Verhältniß vom Wasser und Salpeter, wie 100 : 236. Faraday hat als Siedepunkt 92° gefunden. Ich erhielt ihn bei wiederholten Versuchen $93,5^{\circ}$, und es gelang mir bei aller Mühe nicht mehr als 350 Theile Salpeter durch 100 Wasser aufzulösen, ja selbst diese Menge ist nur schwierig auflösbar, und man muß sich dabei des Kunstgriffs bedienen, das Wasser nur sehr langsam zu erwärmen, und sich besonders vor einem zu frühen Kochen zu hüten, indem man immer, wenn die Temperatur schnell um einige Grade steigen will, Salpeter zuschüttet, wo sie dann wieder stehen bleibt, bis dieser aufgelöst ist. Man kann auf diese Weise die Temperatur sehr lange festhalten. Setzt man dabei immer wieder Salpeter zu, sobald der vorige aufgelöst worden, so bildet sich schon bei $+ 60^{\circ}$ R. eine Kristallisationshaut über der Auflösung, die an

Dicke nun immer zunimmt, und bei 93° R. ist das Ganze kaum noch eine Flüssigkeit, sondern schon mehr breiähnlich. — Man behauptet, daß bei Auflösungen im Großen die Auflöslichkeit und der Kochpunkt höher zu steigern sey, was wir aber bezweifeln. — Bei einem sehr heftigen Kochen der sehr gesättigten Auflösung werden Salpetertheile mechanisch mit fortgerissen, die sich als leichte Flocken im Schornstein über dem Kessel ansetzen; hält man Löschpapier über eine siedende gesättigte Auflösung, so wird es nafs, und brennt nach dem Trocknen, wie Salpeterpapier; doch ist dies kein Verfliegen des Salpeters zu nennen, als welches es in vielen ältern Lehrbüchern bezeichnet wird.

Diese große Verschiedenheit in der Auflösungskraft des heißen und kalten Wassers für Salpeter ist die Ursache der Erscheinung, daß wenn ein Tropfen einer heißen Auflösung auf einen Körper der nur die Lufttemperatur hat fällt, er sogleich so viel Salpeter ausscheidet, daß er steif wird; es dient dies Mittel daher auch als Probe, ob eine heiße Auflösung, die anfangs zu viel Wasser hatte, nun so weit eingedampft ist, daß sie bei der Erkaltung zur gewöhnlichen Lufttemperatur viel Salpeter ausscheiden werde.

Anders als der Salpeter verhalten sich in ihrer Auflöslichkeit die beiden ihn gemeinlich begleitenden Salze, nämlich das Chlornatrium (Kochsalz) und das Chlorkalium (Digestivsalz). Nach Gay

Lussac lösen sich in 100 Wasser von ersterem		
bei	11,11° R. . . .	35,81 Theile
	13,5° » . . .	35,88 »
	47,94° » . . .	37,14 »
	87,79° » . . .	40,08 »

also im heissen Wasser fast nicht mehr als im kalten. Nach Fuchs nimmt heisses und kaltes Wasser ganz gleich viel von reinem Kochsalz auf. Ich habe bei 11° R. 36,59 Theile Kochsalz aufgelöst.

Das Chlorkalium ist auch nur um Etwas stärker auflöslich in heissem, als in kaltem Wasser. Nach Gay Lussac nehmen 100 Theile Wasser bei	0° . . .	29,21 Theile
	15,5 . . .	34,33 »
	42,0 . . .	43,59 »
	63,7 . . .	51,0 »
	87,7 . . .	59,26 »

Bei einem Versuch bei 17° gelang es mir nur 30,65 Theile Chlorkalium in 100 Wasser aufzulösen.

Wir müssen hier nun gleich auch die Veränderungen bemerken, die in der Auflöslichkeit entstehen, wenn zwei dieser Salze zugleich vorkommen. Kommt Kochsalz und Salpeter in Einer Auflösung vor, so löst das Wasser mehr Salpeter auf als sonst, weil aus den 2 Salzen sich viere bilden, wobei auch das leicht lösliche salpetersaure Natrum ist. Eine gesättigte Salpeterauflösung, die über einen Kochsalz haltigen Salpeter gegossen wird, löst daher von Neuem Sal-

peter auf, und zwar etwa $\frac{1}{7}$ so viel als sie Kochsalz enthält.

Das Chlorkalium verhält sich umgekehrt; eine gesättigte Salpeterauflösung nimmt auf 100 Theile Wasser und bei 7° R. nach meinen Versuchen nur noch 1,73 Procent Chlorkalium auf, während reines Wasser bei dieser Temperatur 30,65 Theile auflöst. Dabei scheint das wenige Chlorkalium das die Salpeterauflösung noch aufnimmt etwas Salpeter herauszufällen. Eine gesättigte Salpeterauflösung löst daher, wenn sie über einen Chlorkalium enthaltenden Salpeter gegossen wird, nur höchst wenig von ersterem auf, und läßt den Salpeter mit viel Chlorkalium gemengt zurück.

Auf diesen Auflösungsverhältnissen beruhen im Allgemeinen die Reinigungen des Salpeters, so wie die Untersuchung des Rohsalpeters; allein noch sind die, erst in neueren Zeiten genauer erforschten Nüancen, nicht richtig benutzt worden, weshalb in den Procedures manche Unrichtigkeiten vorkommen, auf die wir aufmerksam machen werden.

Im Allgemeinen sieht man, daß mit Kochsalz und Chlorkalium gemengter Salpeter sowohl dadurch gereinigt werden kann, daß man ihn mit kaltem Wasser begießt, was die Chlorverbindungen stark und den Salpeter nur wenig auflöst, — als auch durch heißes Wasser, das viel mehr Salpeter als Chlorverbindungen aufnimmt. Bei Reinigungen mit kaltem Wasser, wo also ein großer Theil Salpeter gar nicht aufgelöst wird,

ist

ist es Bedingung, daß dieser nicht in Kristallen, sondern in Pulverform behandelt werde, weil kaltes Wasser nicht in die Salpeter-Kristalle eindringt, und daher die in diesen eingeschlossenen Chlorverbindungen nicht auflöst.

Der Salpeter wird in der Natur fortdauernd, und zwar in großer Menge erzeugt. Doch geht diese Bildung immer nur höchst langsam vor sich. Es wäre eine der wichtigsten Erfindungen diesen Prozeß zu beschleunigen, was aber so lange wir die Zersetzungen der thierischen und Pflanzenkörper noch so wenig kennen, als dies jetzt leider der Fall ist, kaum möglich sein dürfte. In heißen Klimaten bildet er sich auf freiem Felde und effloreszirt bei anhaltender Sonnenhitze, so, daß er an der Oberfläche sichtbar wird; dieser Salpeter heißt gediegener; in kälteren Klimaten erzeugt er sich nur an bewohnten, geschützten Orten, Mauersalpeter, oder unter begünstigenden, künstlich herbeigeführten Umständen, künstlicher Salpeter, doch dann verhältnißmäßig zu den wärmeren Klimaten immer noch so sparsam, und mitunter so unrein, daß der uns von Ostindien zugehende, trotz des Transports und der Zölle, wohlfeiler ist, als der bei uns gewonnene. Wir werden versuchen zu zeigen, daß er vielleicht um etwas wohlfeiler darzustellen wäre.

Zur Bildung des Salpeters oder überhaupt salpetersaurer Salze gehört Sauerstoff, Stickstoff und irgend eine Basis, die sich leicht mit Salpe-

tersäure verbindet *). Als Basis können daher dienen: Kali, Natrum (höchst selten vorkommend), besonders häufig Kalk, Magnesia, selten Thonerde, niemals Kieselerde. Ohne das Vorhandensein einer solchen Basis bildet sich, selbst bei günstigen Umständen keine oder doch nur höchst wenige Salpetersäure. Ueber die Quelle des Stickstoffs bei der Salpeterbildung bestand früher nur Eine Ansicht. Man nahm nämlich an, der Stickstoff der Atmosphäre könne, weil er schon gasförmig sei, sich mit dem Sauerstoffgase auf keine andere Weise chemisch, als durch den elektrischen Funken verbinden. Aller Stickstoff bei der Salpeterbildung werde daher von faulenden thierischen oder stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen hergegeben. So lange die Pflanze und das Thier lebt, und auch so lange das erloschene Leben noch nachwirkt, ist der Stickstoff in einer organisch-chemischen Verbindung mit den andern Elementen jener Körper; sobald aber die Fäulnifs das organische Band trennt, wird der Stickstoff fähig sich mit andern außern Stoffen zu verbinden, und geht dann leicht unter den genannten Umständen mit dem Sauerstoff der Atmosphäre die Verbindung zur Salpetersäure ein, während er, wenn sich die Umstände nicht günstig für die Salpeterbildung stel-

*) Neumann, ein Berliner Chemiker, erzählt 1732, daß die Ansicht allgemein sei, die Salpetersäure, welche den Salpeter bilde befinde sich fertig in der Luft und entstehe durch das Schiefsen! —

len, meist mit einem Theile Wasserstoff des sich zersetzenden Körpers zu Ammoniak verbunden entweicht. Nach dieser Ansicht kann daher die Salpeterbildung nur da statt haben, wo neben der Basis auch bereits hinreichend zersetzte thierische oder stickstoffhaltende Pflanzenstoffe vorhanden sind. Nachdem aber John Davy und Andere Salpeterbildung unter Umständen beobachtet hatten, wo es schien, als seyen diese organischen Reste durchaus nicht vorhanden und als vielfache Untersuchungen ergaben, dafs fast alle porösen Kalksteine selbst in den Steinbrüchen beim Auslaugen salpetersaure Salze geben, ja einige Versuche mit Kreide, die eine Zeitlang der Atmosphäre ausgesetzt worden war, auch eine Salpeterbildung ohne Einfluß organischer Substanzen zeigten, stellte Longchamp die Ansicht auf, der auch Lavoisier in den letzten Lebensjahren geneigt gewesen zu sein scheint, dafs unter besonders günstigen Verhältnissen, oder nach Verlauf einer langen Zeit der Sauerstoff und Stickstoff der Atmosphäre sich unter Mitwirkung der Feuchtigkeit auch zu Salpetersäure verbinden könnten. Vorzüglich begünstigend soll nach Longchamp der poröse Kalkstein sein, der eine grofse Flächenanziehung gegen die Gase, und eine grofse Verwandtschaft zu der durch die Verdichtung gebildete Säure hat. Die wirklich unter diesen Umständen unläugbar vorkommende Salpeterbildung schreiben die Anhänger der alten Ansicht Muschelversteinerungen

zu, deren Gallert den Stickstoff hergegeben haben soll, und Gay Lussac namentlich behauptet auf das bestimmteste, dafs alle diese Steine beim Brennen durch den Geruch nach Ammoniak und brenzlichem Oel die organischen Reste verathen; doch sind, wie Longchamp dagegen sagt zuweilen Spuren solcher Versteinerungen durchaus nicht aufzufinden. — Dafs im Marmor und Urkalk keine Salpeterbildung vorkommt, wissen beide Ansichten sich als Beweis zu sichern.

Giovene hält die Salpeterbildung in den Steinen und selbst in den Plantagen für eine galvanische Wirkung, hervorgebracht durch die verschiedenen Erd- und Steinschichtungen und die Feuchtigkeit, vermittelt welcher sich der Stickstoff und Sauerstoff der Atmosphäre zu Salpetersäure verbinden. Er will bei kleinen analogen galvanischen Versuchen wirklich Salpetersäure ohne alle organische Substanz erhalten haben.

Graham stellte die Ansicht auf, dafs die Kohlensäure, wodurch der Kalk als sauerkohlen-saurer Kalk im Wasser auflöslich werde, diesen vermittelt der Auflösung auch empfänglicher mache für die Salpetersäure; er meint, dafs die Kohlensäure, die sowohl bei der Fäulnifs animalischer Substanzen sich bilde, als auch in der atmosphärischen Luft sich darbiete, so ein Hauptvermittler der Salpeterbildung abgebe. Er will dadurch die Erscheinung erklären, dafs bei Salpeterplantagen, wenn sie ergiebig seyn sollen, keine Zugluft statt haben darf.

Longchamp glaubte aus seiner obigen Ansicht in so fern für die Praxis Nutzen ziehen zu können, daß man — da es keiner thierischen Substanzen, sondern höchstens der Pflanzenstoffe zum Hergeben des Kali's oder auch an dessen Stelle des bloßen Kalkes bedürfte — die Plantagen, die aus Gartenerde und Kalk zusammengesetzt seyen, an unbewohnten Stellen anlegen könnte, wodurch der Preis der Baustelle und auch vielleicht das Arbeitslohn wohlfeiler würde als in der Nähe vor Städten und Dörfern, von wo man jetzt die Materialien zu den Plantagen hernehmen muß. Er will dazu eigene Gebäude aufführen, eins für die Plantage, das andere für die Siederei; die Erde soll pyramidenartig aufgehäuft werden; nach 3 Jahren, wo sie hinreichend salpetersaure Verbindungen enthalten wird, will er die Haufen mit Wasser begießen, und alle Fenster des Gebäudes öffnen lassen, damit das verdunstende Wasser den Salpeter mit an die Oberfläche bringe. Dubrunfaut will der Erde noch Kohle zusetzen, ihrer großen ansaugenden Kraft wegen, und etwas Chlorcalcium, um immer die nöthige Feuchtigkeit zu erhalten. — Die meisten übrigen Chemiker theilen diese Ansicht nicht. Eine Commission, die in Frankreich ernannt war, den Vorschlag in Betreff der neuen Plantagen zu begutachten, und bei der sich auch Vauquelin befand, hat sich dagegen erklärt; allerdings ohne positiven Grund. — Der jüngere Champy, ebenfalls der Ansicht, daß Salpeter sich ohne ani-

malische Reste bilden könne, will in den warmen Klimaten dauernd feuchte Luft durch vor dem Sonnenlicht geschützte Kalksteine führen, um so Salpeterbildung zu bewirken.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß beide Ansichten Recht haben; es ist nicht einzusehen warum zwei Gase, welche der elektrische Funke chemisch zu vereinigen vermag, nicht auch bei längerer Einwirkung anderer günstiger Verhältnisse dieselbe Vereinigung eingehen sollten. Sehen wir doch eine ganz ähnliche Erscheinung bei der Verbindung des Wasser- und Sauerstoffgases, vermittelt des kalten Platinschwammes. Es ist aber allerdings zu vermuthen, daß die Salpeterbildung beim Vorhandenseyn passender organischer Substanzen viel rascher vor sich geht, als wenn die, selbst bei der größten Vorsicht immer doch bewegte Atmosphäre den Stickstoff hergeben soll; deshalb dürften Plantagen nach Longchamp vielleicht nicht ergiebig genug seyn um die Kosten zu bestreiten.

Fontanelle hat direkte Versuche über die Salpeter-Erzeugung mit verschiedenen Materialien angestellt. — Er füllte 17 hölzerne Kübel mit verschiedenen Mischungen und stellte sie in einen geräumigen Schuppen, rührte die Masse alle 3 Monate um, befeuchtete sie dabei jedesmal mit $\frac{1}{15}$ des Erdgewichts destillirtem Wasser (No. 4. und 5. wurden mit gewöhnlichem begossen) und langte die Erden nach 3 Jahren aus. Die Resultate waren:

No. 1.	20 Kilogr.	ungewasch. Kalksand	Spuren v. salps. Verb.
» 2.	»	»	ungewas. Granitsand; ebenfalls
» 3.	»	»	gewaschn. Kalksand keine Spur
» 4.	»	»	derselbe 0,004 salpeters. Verb.
» 5.	»	»	gewasch. Granitsand 0,004
» 6.	»	»	derselbe keine Spur
» 7.	»	»	thonartige Erde . 0,016
» 8.	»	»	Ackererde . . . 0,030
» 9.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{3}$ Gips- schutt 0,083
» 10.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Schaf- mist 0,056
» 11.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Pfer- demist 0,048
» 12.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Kuh- mist 0,044
» 13.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ thic- rischem Dünger . 0,060
» 14.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ vege- tabilischem Dünger 0,040
» 15.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ ver- rott. Weidenholz 0,050
» 16.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ veget. Düng. $\frac{1}{3}$ Gipsschutt 0,080
» 17.	»	»	dieselbe mit $\frac{1}{10}$ Och- senblut $\frac{1}{3}$ Wasser 0,048.

Hierbei ist zu bemerken, daß die Ackererde schon 0,026 salpetersaure Verbindungen hatte, die noch abzuziehen sind.

Man sieht aus diesen Versuchen, daß unter den genannten Umständen, die reinen Erden allerdings nicht geschickt zu seyn scheinen, salpetersaure Verbindungen zu bilden; die Spuren, welche Fontanelle bei den gewaschenen Sandarten besonders bei No. 4 und 5. bemerkte, rühren wohl,

wie er selbst angiebt, von den geringen organischen Beimengungen her, welche jedes destillirte, besonders aber das Flufswasser enthält, wie das Schimmeln desselben beweist. — Nach diesen Versuchen scheint als Basis die Kalkerde den Vorrang zu haben, auch ist das Vorkommen des salpetersauren Kalks fast häufiger als das des Kalisalzes. Am unvortheilhaftesten zeigte sich auch hier die Kiesel-erde. Als stickstoffliefernde Substanz war besonders der thierische Dünger und nach diesem der Schafmist ergiebig; der erstere hat sich wahrscheinlich deshalb so gut bewährt, weil seine Zersetzung schon weiter vorgeschritten war, und er durch das beigemengte Stroh lockrer lag, als der frische Mist. — Von den vegetabilischen Substanzen glaubt Fontanelle dem allerdings sehr stickstoffreichen Getreide den Vorrang geben zu müssen; er führt an, dafs in den Silo's, in denen man das Getreide aufbewahrt, sich reine Salpeterkristalle an den Wänden ansetzen.

Viele Pflanzen enthalten schon während ihres Lebens sehr vielen Kalisalpeter; besonders auffallend zeigt sich dies bei der Runkelrübe, an deren Blattstiele sich beim Aufbewahren Salpeterkristalle bilden; eben so sind die Sonnenblume, der Taback, Kartoffelkraut, Boretsch, die Nessel, das Wallkraut, der Schierling, der Mais, der Kohl, die Gemüsearten, der Dill (sein Extrakt setzt Salpeterkristalle ab), das Schöllkraut u. s. w. sehr salpeterreich. Allerdings würde ein Anbau dieser Pflanzen für den vorliegenden Zweck nicht

lohnem. Bracconot glückte es sogar nicht einmal, mit den so sehr salpeterreichen Runkelrüben, deren getrockneter Stiel wie eine in Salpeter gesottene Lunte brennt, eine ergiebige Salpetergrube zu gewinnen; doch begünstigen diese Pflanzen, zumal mit Kalk reichlich gemengt, die Salpeterbildung in den künstlichen Plantagen sehr, weshalb bei diesen besonders Rücksicht darauf zu nehmen seyn dürfte.

Die Bedingnisse der Salpeter-Erzeugung sind also, um dies nochmals zu wiederholen: 1) eine Basis; sie wird geliefert als Kali durch sich zersetzende Pflanzen; als Kalk von den Erden der Mauertrümmer, dem Mergel, Mörtel, der ausgelaugten Asche, dem Lohgerberkalk u. s. w.; als Magnesia von verwitternden Steinen. Gyps ist nur dann anzuwenden, wenn er kohlen-sauren Kalk enthält. 2) Stickstoff; er wird hergegeben, vielleicht von der Atmosphäre, besonders aber von verwesenden Thier- oder Pflanzenkörpern. Von thierischen Substanzen sind die Reste pflanzenfressender Thiere besonders günstig, zumal die flüssigen und nächst ihnen die weichen Theile des Körpers. Insekten geben dagegen keinen Salpeter, eben so Knochen, Wolle, Haare. Von Pflanzen sind nur die stickstoffreichen, die wir oben nannten, Stickstoff gebend, alle andern Pflanzen können nur durch ihr Kali nützen. Es gehören im Durchschnitt 6 Wochen bis 3 Monat dazu die organischen Substanzen so zu zerlegen, daß der Stickstoff neue Verbindungen ein-

gehen kann. — 3) Sauerstoff; ihn giebt die atmosphärische Luft, sie muß daher freien Zugang zu den faulenden Substanzen haben, und diese müssen ihr möglichst viel Oberfläche bieten; die Erde darf mithin nicht fest auf einander liegen, und muß durch Stroh u. s. w. aufgelockert werden; die Luft muß lange einwirken und nicht wechseln, weil sonst die Verwandtschaft nicht rege zu werden scheint. — Ferner lehrt die Erfahrung, daß starkes Sonnenlicht der Salpeterbildung nicht günstig sei, wahrscheinlich weil es zur Verflüchtigung der entwickelten Stoffe Anlaß giebt; daher kommt es, und nicht wie man wohl anführt von den Nordwinden, daß gegen Norden die stärkste Salpeterbildung statt hat, wie der alte Neumann schon vor 100 Jahren sehr richtig andeutete. Ganz dunkel darf der Ort, wo sich Salpeter erzeugen soll, auch nicht seyn; die Temperatur darf sich nur wenig ändern und nicht viel von der mittlern der Luft ($15 - 20^{\circ}$ R.) abweichen. Bei großer Trockenheit bildet sich kein Salpeter, eben so nicht bei zu vieler Feuchtigkeit; eine feuchte warme, stockende Luft, ein dunkler Ort und eine humusreiche Erde sind daher die vortheilhaftesten Bedingungen der Salpeterbildung. Von den Steinen sind die eisenschüssigen, etwas thonhaltigen Kalksteine die besten.

Diesen Principien entsprechend bildet sich im heißen Klima der Salpeter, wie wir sagten, mehrere Zoll unter der Erde und wittert dann, von der Sonnenhitze mit dem entweichenden Was-

ser herausgezogen auf der Oberfläche aus; in unserem Klima aber erzeugt er sich nur an geschützten Orten, in Kellern, den untern Stockwerken der Gebäude, schmutzigen engen Gassen, wo die Sonne nicht hinkommt, in Ställen, Taubenhäusern, besonders aber in Schäfereien, was mit Fontanelle's Beobachtungen sehr wohl stimmt; eben so bilden sich sehr viel salpetersaure Salze in den Mauern der oben genannten Gebäude, die aber vorwaltend salpetersauren Kalk und nur wenig salpetersaures Kali enthalten, dagegen wieder weniger durch Chlorverbindungen verunreinigt sind, von denen durch das Kochsalz das in den thierischen Exkrementen in grosser Menge enthalten ist, sehr viel in den bloss aus thierischen Substanzen gebildeten Salpeter kommt, der dagegen wieder weniger salpetersaure Erdsalze enthält.

Von der wirklichen Salpeterbildung in den Mauern muß man den sogenannten Salpeterfraß unserer Mauern wohl unterscheiden; er giebt nur kohlenensaures Natrum, und kein salpetersaures Salz. Man überzeuge sich daher bei Benutzung von Mörtel und Mauersteinen, womit man es zu thun hat. — Dem Ansehn nach sind die Salze nicht zu unterscheiden, wohl aber durch den Geschmack.

In den von Kalkstein erbauten Mauern greift die Salpeterbildung besonders schnell um sich, wenn schon einzelne Steine vorher davon ergriffen waren. Die Salpetererzeugung zeigt sich

dabei nur auf der der Luft zugewandten Seite, und dringt nicht durch und durch. Selbst aber der bestgeeignete Kalkstein nimmt nicht mehr als 5 Procent salpetersaure Verbindungen auf.

In vielen Grotten in Deutschland, Frankreich, Apulien *), Ceylon **) (22) bildet sich der Salpeter ebenfalls von selbst in großer Menge, und zwar ziemlich immer schon als salpetersaures Kali, was die Läuterung sehr vereinfacht (das Kali wird vom verwitternden Feldspath hergegeben). Eben so ist der Salpeter von Spanien, Languedoc, Ungarn u. s. w, fast ganz frei von salpetersaurem Kalk, und doch muß, wie es scheint, überall Kalk vorhanden seyn, wo sich Salpeter bilden soll. — Ein solcher Salpeter gewährt den großen Vorzug, daß die an sich schwachen Lauge n wie die Salzsoole einer Dorngradirung unterworfen werden können, wodurch man die Fa-

*) Der Kalkstein aus der Grotte Pulo in Apulien enthält nach Klaproth:

42,6	salpetersaures Kali,
25,5	schwefelsaurer Kalk,
0,2	Chlorkalium,
30,4	Kalkstein,
1,3	Wasser,
<hr/>	
100,0.	

**) Die Salpetererde aus den Ceyloner Höhlen enthält nach Davy in 100 Theilen 3,3 in Wasser auflösliche Salze, und diese enthalten in 100:

73,0	salpetersaures Kali,
21,0	salpeters. Magnesia oder Kalk,
6,0	schwefelsaure Magnesia,
<hr/>	
100,0.	

brikationskosten sehr verringert. Diese Gradirung ist aber nicht bei mit Erdsalzen verunreinigtem Salpeter anzuwenden, weil sich diese an die Dornen festsetzen.

Der Salpeter vom persischen Meerbusen enthält viel Kochsalz, wahrscheinlich vom Meerwasser.

In Ostindien, am östlichen Ufer des Ganges, bei Patna, woher wir in Europa den meisten Salpeter beziehen, beschlagen gleich nach der Regenzeit die Mauern, so wie die Stellen wo das Vieh gelagert hat, mit Salpeterverbindungen. Eigene Salpetersammler kratzen diesen Beschlag bei Sonnenaufgang ab, und laugen ihn in grossen irdenen Töpfen aus. Je regnerischer das Jahr ist, desto gröfser wird die Salpeterausbeute. Eine von J. Davy untersuchte ostindische Salpetererde enthielt:

8,3	salpetersauer Kali,
7,3	» » Kalk,
0,8	Gyps (schwefelsaurer Kalk),
0,2	Kochsalz (Chlornatrium),
35,0	kohlensaurer Kalk,
40,0	in Salpetersäure unlöslicher Rückstand,
12,0	Wasser und Pflanzenspuren,
<hr/>	
105,6.	

Diese Erde würde beim Auslaugen und Zersetzen des salpetersauren Kalks mit Pottasche $83 + 89,4 = 172,4$ also 16,3 Procent Salpeter und 2 Kochsalz gegeben haben, einen Reichthum, den unsere besten Salpetererden nicht erreichen. Nach Cossigny enthält dieser Salpeter gar kein

Kochsalz, doch zuweilen etwas Glaubersalz, Gyps u. s. w. Ich selbst fand im schon einmal gereinigten ostindischen Salpeter 0,02 Procent Schwefelsäure, 1,29 Procent Kochsalz und 0,57 Procent unauflösliche Substanzen. Eine andere Probe gab nur 0,5 Kochsalz. In England nimmt man im Durchschnitt 5 Procent Unreinigkeit beim ostindischen Salpeter an.

Nach einigen Nachrichten soll der Salpeter in Ostindien auch gediegen, d. h. in körnigen Kristallen gebildet, in Thon eingehüllt vorkommen. In dem Distrikte Tirhoot in Indien erzeugt sich so viel Salpeter, dafs man ihn an feuchten Stellen alle 2 — 3 Tage korbweise wegnehmen kann. Der Salpeter zerfrisst dort die Steine in dem Maafse, dafs selbst massive Häuser einfallen.

Die jährliche Einfuhr von ostindischem Salpeter in Europa beträgt bis zu 10 Mill. Pfund.

Die Krimmschen Tartaren gewinnen Salpeter aus der Asche ihres Brennstoßs, worauf sich ihr Vieh lagert. — Diese Asche giebt 5 Procent reinen Kalisalpeter.

In China gewinnt man den Salpeter aus dem rothen Schlamme eines bei Peking liegenden, während des Sommers austrocknenden Salzsees.

In Ungarn *), wo sehr viel Salpeter gewonnen wird, legt man sogenannte Kehrplätze an; sie liegen auf sanften Abhängen unterhalb der Dör-

*) Siemienowicz meint der viele Salpeter in Podolien und Wallachien bilde sich auf den vielfachen Schlachtfeldern jener Gegenden (?).

fer, so daß die Flüssigkeit vom Dorfe über sie hinabläuft und einzieht. Sie müssen sandig seyn, denn je mehr Thon sie enthalten, desto weniger Salpeter bilden sie; man nimmt alle Jahre 6mal die obere Erdschicht mit einem Schaufelpfluge weg und laugt sie aus. Ein 400 Quadratklaster haltender Platz liefert jährlich 10 Centner ziemlich reinen Kalisalpeter. — Auf diesen Plätzen gedeihen viele der obengenannten salpeterhaltigen Pflanzen sehr gut. Die Hauptplätze in Ungarn sind Neusiedel, Bartfeld, Comorn, Malachowa.

In Spanien werden die zur Salpeterbereitung bestimmten Felder, die auch immer zunächst den Dörfern liegen, 2 bis 3mal im Winter und einmal im Frühjahr ungeackert. Im August nimmt man die obere Erdkruste weg und laugt sie aus, wo man eine sehr gute Ausbeute an fast reinem Kalisalpeter erhält. Man bringt die Erde dann wieder auf's Feld, und im nächsten Jahre ist sie neuerdings so stark mit Salpeter geschwängert als vorher.

Um in unserem Klima, wo der Salpeter sich nur in bewohnten Orten erzeugt, den für die Pulverfabrikation erforderlichen zu gewinnen ohne dem Auslande zinsbar zu werden, gräbt man die mit Humus durchdrungene Erde in den Kellern, Wällen u. s. w. aus, und legt sie an die Luft, wo sie in wenigen Wochen sehr Salpeterreich wird, auch kratzt man die Mauern, aus denen Kalksalpeter wittert, ab, laugt das erhaltene Pulver aus, und zersetzt das Kalksalz durch Pottasche.

In Frankreich hält der Staat zum Aufsuchen passender Erde eigene überall zum Nachspüren berechnigte Salpetergräber *), indem dort der Salpeter ein Regal ist, und der Staat verfassungsmäßig das Recht hat, Salpeter überall wo er sich findet zu graben (*droit de fouille*). Während der Revolution, wo diese jährlich 500,000 *Kilogram* liefernde Quelle nicht ausreichte, schlug man auch noch den Mörtelanwurf von den Wänden, um Salpeter aus ihnen zu gewinnen. Um jene Zeit wurden von Maquer, Lavoisier, Darcy, le Sage, Beaumé und Cadet de Gassicourt sehr viele und theure Versuche über künstliche Salpeterbildung angestellt, denen zufolge man 50 Plantagen anlegen wollte; es unterblieb aber. Im Jahre 1794 trat in Frankreich trotz aller Bemühungen immer den nöthigen Salpeter zu beschaffen, doch ein plötzlicher Mangel an demselben ein, was in England nie begegnete.—

Das

*) Es giebt in Frankreich etwa 1500 Salpetergräber; sie bezahlen Nichts für den Schutt den sie wegnehmen, müssen aber die dadurch entstandenen Löcher mit anderer Erde füllen. Sie dürfen nicht tiefer als 4 Zoll an Schwelle und Balken, und an Mauern nicht tiefer als 8'' graben; jede gröfsere Vertiefung mufs 2' von den Mauern ableiben. Sie dürfen nicht graben in Wohnzimmern, Weinkellern, auf Thontennen u. s. w. Man mufs ihnen ein Local und Holz zum Sieden anweisen, was sie beides nach den Landespreisen bezahlen müssen; bei schwerer Strafe darf kein Dorf und kein Haus bei der Nachsuchung übergangen werden. Der Salpetergräber mufs jeden Schaden am Eigenthum ersetzen.

Das Recht des Salpetergrabens ist sehr drückend für den Einwohner und man dringt jetzt wiederholt darauf es abzuschaffen, zumal da der auf diese Weise gewonnene Salpeter, nach The-nard's Aussage, dem Staate doppelt so hoch im Preise kommt, als wenn er den reinen Ostindi-schen kaufte.

In Schweden hat jeder Bauer die Verpflichtung Salpeter zu liefern. Gustav Wasa wollte die Erde der Kirhhöfe auslaugen lassen, um Salpeter zu gewinnen, seit der Zeit haben die Bauern die Salpeterlieferung freiwillig übernommen. —

Die mit Humus und thierischen verwesten Substanzen reichlich gemengte Erde gewinnt zwar erst an der Luft ihren völligen Salpetergehalt, doch hat sie auch schon ehe sie ausgegraben wird einen, durch den Salpetergeschmack, durch die ölichen Flecken bei feuchtem Wetter und durch eine auf ein hineingestofsene glühendes Eisen sich zeigende weisse Haut, bemerkbaren Salpe-tergehalt. Die Salpeterbildung dringt aber bei uns nicht tiefer ein als Einen Fufs, während sie, wie viele behaupten, in Indien sehr tief reichen soll, und ein Kubikfufs Erde hat bei uns, wenn sie frisch ausgegraben worden, selten mehr als $\frac{1}{10}$ und wenn sie längere Zeit ausgelegen hat, mehr als $\frac{1}{4}$ Pfd. Salpeter.

Um diese Salpetererzeugung besonders in den nördlichern Ländern zu befördern, und das Nach-graben zu vermeiden, legt man eigene Planta-gen an, wo man der Natur auf dem von ihr an-

gedeuteten Wege leichter zu Hülfe kommen kann als in den Wohngebäuden und Ställen. Doch nur wo Arbeitslohn und Baumaterial wohlfeil sind, wie z. B. in Schweden, wird man mit Osteindien und Ungarn Preis halten können, zumal da man noch nicht von allen sich bietenden Mitteln, welche die Arbeit vereinfachen könnten, Gebrauch macht.

Die Plantage wird am vortheilhaftesten mit schon von Salpeter durchdrungener Erde angelegt, unter die man andern humusreichen Boden und Thier und Pflanzenreste mengt. Viel schwieriger ist es, wenn man mit ganz salpeterleerer Erde oder gar mit solcher arbeiten muß, die nicht einmal die Salpetermütter, den Humus und zersetzte animalische Reste enthält. Hier geht im Anfange viel Zeit verloren. — Beim weiteren Betriebe laugt man deshalb auch die Salpetererde nie ganz aus, sondern bringt sie mit etwas Salpetergehalt wieder in die Plantage, weil ein solcher Salpeter- oder auch nur überhaupt Salzrest die neue Salpeterbildung im hohen Maasse begünstigt, so wie wir schon sagten, daß die Kalksteinmauern besonders dann heftig von der Salpeterbildung ergriffen würden, wenn einige Steine schon vorher damit behaftet gewesen. Die Salpetererde scheint nur so lange gute Dienste zu leisten als sie kohlensauren Kalk enthält; ist dieser durch die Salpeterbildung erschöpft, was im Durchschnitt in 10 Jahren eintritt, so giebt sie selbst unter den günstigsten Umständen und reich-

lich mit Dünger gemengt, keinen Salpeter mehr, auch ist in den letzten Jahren die Erzeugung schon sehr gering; man kann ihr aber ihre Fähigkeit wieder geben, wenn man sie mit feinvertheiltem Kalk, wie er z. B. in der ausgelaugten Asche enthalten ist, mengt. Man sollte bei der Anlage dieser Plantagen bei weitem mehr darauf sehen, gleich die erforderliche Menge von Kali hinzubekommen, wenn auch schwefelsaures Kali und Kochsalz mit dabei ist; ersteres zersetzt sich durch die anwesenden Kalksalze, und letzteres ist leicht wegzuschaffen. — In diese Plantagen sollte man daher möglichst viel Laub und junge Zweige geben, diese enthalten sehr viel pflanzensaure Kalisalze, welche durch die Verwesung eben so gut frei werden, als durch das Verbrennen. Die Walderde enthält sehr viel Kali, so wie überhaupt alle Erde, die durch zersetzte Pflanzen, zumal junge nicht holzige und saftreiche, entstanden. Eben so ist die Auflösung von schwarzer Seife, die bei so vielen Fabriken weggeworfen wird, das schwefelsaure Kali der Scheidewasser, der Berliner Blaubereitung und vieler andern Fabrikationen, besonders mit Kreide gemengt, die Seifensiederlauge u. s. w. von dem vortheilhaftesten Einfluß auf die Salpeterbildung. Zum Begießen der Erde sollte man sich nur eines Wassers bedienen, in dem thierische Substanzen enthalten sind, und das längere Zeit über grünem Laube, saftreichen Pflanzen u. s. w. gestanden. — Eine Einmischung von frischgebrannter thierischer

Kohle in die Erde, würde gewifs sehr günstig wirken.

Wir beschreiben nun die verschiedenen Arten künstlicher Plantagen genauer:

1) Die Preussische Mauer (in der Gegend von Magdeburg üblich).

Man nimmt die Erde, die unter dem Rasen liegt, mengt sie mit $\frac{1}{5}$ Holzasche und Pferdemistjauche, bildet damit und mit Stroh einen Mörtel, und führt daraus auf einem aus Lehm festgeschlagenem Grunde der kein Wasser durchläfst, Mauern von unten 3', oben 1' und 3' Höhe auf. Man giebt ihnen, da nach der Nordseite immer die stärkste Salpeterbildung sich zeigt, die Richtung von Ost nach West. Um die Erde möglichst locker zu halten mengt man Strauchwerk hinein, und stößt Löcher durch die fertige Mauer. Ein Strohdach schützt sie vor Regen. Man begießt sie, zumal im heißen Sommer, zuweilen mit Wasser.

Diese Mauern geben eine geringe Ausbeute. Die Erde liegt trotz aller Vorsichtsmaafsregeln zu dicht, wird vom Regen ausgespült, und die starken Stürme stören die Salpeterbildung darin sehr. Nach 12 bis 15 Monaten laugt man die Erde aus.

2) Die Pyramiden auf Malta.

Man erbaut sie in großen luftigen Gebäuden, wählt kalkhaltige Erde dazu und mengt sie mit Stroh. Man legt die Erde schichtweise mit Mist wechselnd, und befeuchtet das Ganze mit dem beim Salpetersieden abgenommenen Schaume, mit Mistjauche und Urin. Den letztern wendet man

in andern Ländern nicht gern an, weil er viele fremde Salze, als phosphorsaure, kohlenaure Salze und Chlorverbindungen in den Salpeter bringt. Chaptal will ihn nur zuletzt, kurz vor dem Auslaugen anwenden lassen. In Indien und China glaubt man aber durch ihn die Salpeter-Ausbeute bedeutend zu vermehren. In Amerika ist man derselben Ansicht, doch zieht man die Tabacks-lauge vor. Besser aber als Urin ist ganz gewifs Blut und Mistjauche.

Die Pyramide sticht man, wenn sie äusserlich trocken geworden, um, und befeuchtet sie von Neuem. Dies wiederholt man alle 2 bis 3 Wochen; ist der Mist verfault, so giebt man neuen zu. In einem Jahre kann man auslaugen.

3) Die Pyramiden in Oestreich.

In Oestreich setzt man die Pyramiden im Freien auf, macht sie nicht hoch, giebt ihnen aber eine Vertiefung, damit sich das Regenwasser sammle und einziehe. Dreimal des Jahres wird die obere Fläche abgekratzt, im Frühjahr und Sommer $1\frac{1}{2}'$, im Herbst etwas tiefer. Man legt dann diese Erde unter oben bedeckte Schuppen an die Luft, wo sich noch mehr Salpeter bildet.

4) Die französischen Schuppen (*hangards*).

Sie sind während der Revolution versucht, aber nicht weiter verfolgt worden. Man umschliesst einen Platz von 100' Länge und 30' Breite mit Strowänden und deckt ihn mit Stroh. Auf dem Boden schlägt man eine feste Tenne, die man 2'

vertieft und um die man einen Graben zieht. Zehn bis 15000 Kubikfuß Erde mengt man mit Asche und Mist, befeuchtet sie mit Urin etc. und schlägt damit die 2' vertiefte Tenne wieder bis zum Niveau aus; darauf werden in der Breite 6' aus einander kleine Faschinen gelegt, der Zwischenraum mit lockrer Erde ausgefüllt und auch 2' mit Erde überschüttet, indem man nur ringsum an der Wand einen Weg von 6' Breite läßt. Darauf kommen wieder Faschinen auf die Intervalle der vorigen; auch sie werden mit Erde bedeckt, und so fährt man dann fort bis der Haufen 6 bis 8' Höhe hat. Man sorgt dafür recht viel Stroh unter die Erde zu mengen, das bis aus dem Haufen herausreichen muß, um das Eindringen der Luft zu erleichtern. Begossen wird immer von oben, nachdem man mit einem Rechen die Fläche aufgekratzt hat. Alle 6 Monate wird die Erde umgestochen. Im Winter verschließt man die Schuppen fest. Nach zwei Jahren hat die Erde 2 bis 3 Prozent an Salpeter und ist dann des Auslaugens werth.

5) Die Salpeterladen in Schweden.

Man legt die Laden gern so, daß Urin und Wasser durch Rinnen eingeleitet werden können; sie sehen einem Heukasten ähnlich, sind aus Holz gezimmert, 14 bis 15 Ellen lang, 10 — 11 Ellen breit und 4 hoch. Auf 12 — 15 Stück Rindvieh und 2 — 3 Pferde rechnet man 2 solcher Laden. Man stellt sie mit ihrem Boden $\frac{1}{2}$ ' hoch über die Erde auf Steine. Inwendig ist die Verbindung

der Wände mit dem Fußboden ringsum durch ein schief liegendes Brett geschützt, sonst würden die Zapfen durch die Feuchtigkeit zu bald zerstört werden. Der Boden selbst ist mit einer 2 — 3'' dicken festgeschlagenen Lehmschicht bedeckt, die wiederholt getrocknet und verschmiert wird, damit kein Riß der Feuchtigkeit Zugang zum Holz gestattet. An drei Seiten sind Oeffnungen mit Klappen versehen, an Einer Giebelseite die Thüre.

Muß man ganz rohe Erde nehmen, so mengt man sie in folgendem Verhältnisse:

Sand	50 Theile
Lehm	10 »
Verfaulte Spähne	10 »
Mörtel von Mauern	20 »
gesiebte Kohlen, Asche, Pflanzen	10 »
	<hr/> 100Theile.

Der Sand darf nicht vom Meeresstrande genommen werden, auch nicht staubig oder steinig seyn; merglicher an der Luft zerfallener Lehm ist besser als thoniger. Die Spähne und das Laub nimmt man von Fichten nicht von Kiefern, weil diese zu harzig sind; getrocknete Morasterde ist auch gut, doch muß sie ein Jahr an der Luft gelegen haben. Am besten ist die Erde aus den Ställen, wo man die oberste Schicht als Dünger, die nächste zur Salpeter-Bereitung nimmt.

Man gießt die 2' hoch in die Lade aufgetragene Erde mit so viel Urin als sie einsaugen will; im Sommer treibt man an einigen Orten des

Nachts die Schafe hinein, doch wird sie dadurch leicht zu fest; auch taugt der frische Mist nicht zur Salpeterbildung. Im Winter deckt man die Erde mit Fichtenzweigen zu, fährt allerlei Geräth darauf und läßt die Hühner darin überwintern, um die Laden möglichst warm zu halten. Im Frühjahr wird die oberste Schicht aufgelockert, wieder begossen und alle Woche zweimal die Erde umgestochen, wobei man fortwährend Pflanzen und andere organische Reste hineinwirft, aber keine Erde mehr; auch hütet man sich dabei, viel darauf herum zu treten. Zu Ende des vierten Jahres wird ausgelaugt und man erhält dann, wenn aller Urin der Thiere gesammelt worden war, pro Stück Vieh 19 bis 20 Pfund Salpeter. Zum Abdampfen gehört bei reicher Lauge auf den Centner Salpeter 9 Kubik' Holz, bei sehr armer nahe an 80'. In der französischen Plantage von Longpont giebt der Dünger von einem Thiere in 4 Jahren 50 Pfd. Salpeter.

6) Die Schäfereien in der Schweiz.

Die Schafställe werden auf Bergabhängen, die nach Norden liegen, erbaut, der Fußboden erhält aber nicht den Fall des Berges. Die Hirten graben eine Höhlung darunter und füllen sie mit sehr lockrer Erde aus. In diese zieht der Urin und bildet Salpeter. Das erstemal laugen sie nach 2 bis 3 Jahren, später alle Jahre aus, indem die ausgelaugte Erde immer wieder auf ihre Stelle gebracht wird. In Frankreich führte Thouvenel die Salpeterplantagen in Schäfereien

.....

ein. Die Erde ward mit Stroh gemengt und Monate lang unter den Schafen liegen gelassen, und dann herausgebracht.

Alle Salpeter-Erden, sie mögen auf irgend welche Weise gewonnen worden seyn, müssen ausgelaugt werden, wodurch sämmtliche in Wasser auflösliche Substanzen, also alle Salze und der thierische Extraktivstoff, von den in Wasser unlöslichen Erden getrennt werden. Bei den aus Plantagen zu entnehmenden Erden gehe man, wie gesagt, selbst bei gutem Salpetergehalt nicht zu früh an das Auslaugen, da, wenn noch viel unzersetzter thierischer Extraktivstoff in der Erde ist, die Lauge sich sehr schwer reinigen läßt.

Die Erkennungszeichen, ob Erde überhaupt Salpeter enthält, nannten wir schon oben. Steine, die Salpeter enthalten, zeigen davon Spuren auf der Oberfläche und sind meist aufgerissen. Es wurzeln in ihnen keine Moose und Pflanzen. Um aber genauer zu erfahren, ob das Auslaugen lohnend sey, nehme man 10 Pfd. der zu prüfenden Substanz, zerkleine sie, schlage sie durch ein Sieb, gebe das doppelte Gewicht Wasser hinzu und lasse das Ganze kochen. Man filtrirt, wenn sie mehreremale aufgekocht, die Lauge durch Leinwand in ein Glas, schüttet filtrirte Pottaschen-Auflösung behutsam so lange zu, als sich ein Niederschlag zeigt (der salpetersaure Kalk wird nämlich durch das kohlen-saure Kali zerlegt, kohlen-saurer Kalk fällt nieder und salpetersaures

Kali bleibt dafür in der Auflösung) und hält immer so lange an, bis sich der Niederschlag gehörig gesetzt hat, und die Flüssigkeit wieder klar geworden ist; sobald einige neu zugeschüttete Tropfen Pottaschen-Auflösung keine Trübung mehr erzeugen, wird, wenn sich alles ruhig niedergesetzt hat, die Lauge durch Leinwand oder besser durch Papier filtrirt und dann abgedampft. Das gewonnene Salz bringt man auf ein Filtrum, und gießt eine gesättigte Auflösung von reinem Salpeter darüber, die hauptsächlich nur die fremden Salze aus dem unreinen Salpeter auflöst. Wiegt nun der zurückbleibende getrocknete Salpeter 3 Procent der angewandten Substanz, so ist das Auslaugen schon lohnend.

Die im Großen auszulaugende Erde wird durch ein Sieb geschlagen; salpeterhaltige Steine kann man auf einer Windmühle zermalmen. Man bringt sie darauf in drei Reihen über einander stehender Fässer, die einen doppelten Boden haben; der oberste ist vielfach durchlöchert, der untere hat nur eine mit einem Hahne zu verschließende Oeffnung; zwischen beide legt man Stroh, eben so bedeckt man den oberen. Man gießt in das obere Gefäß die Hälfte des Erdgewichts an gewöhnlichem weichen Wasser, wo es dann 2' übersteht; nach zwei Stunden wird der Hahn geöffnet und das Wasser in die zweite Tonne gelassen, in dieser bleibt es eben wieder so lange und dann kommt es auf die unterste. Ist der Betrieb erst im Gange, so füllt man in die oberste Tonne

schon zweimal, in die mittlere erst einmal und in die unterste noch gar nicht ausgelaugte Erde. Die Lauge muß 12° auf Beaumé's Aräometer zeigen (oder ein specif. Gewicht von 1,08), was 12 Procent Salpetergehalt entspricht, sonst wird sie nochmals auf neue Erde gebracht.

Nach Riffault's Methode bedient man sich statt der Tonnen, Kasten von Eichenholz in der Form von Mülhentrichter, die etwa 150 Kubikfuß Inhalt haben.

Es scheint als könne man hier schon an Kosten und Arbeit sparen, wenn man die Erde an warmen Tagen dünn ausbreitet und sie des Morgens früh mit Wasser befeuchtet, dem man so viel eines Kalisalzes als zur Zerlegung der Erdsalze erforderlich ist, zugefügt hat. Gegen Mittag verdunstet das Wasser und ein Theil des von ihm aufgelösten Salpeters setzt sich auf der Oberfläche an, diese kratzt man ab, und verfährt den nächsten Tag wieder so. Man bekommt dann vielleicht etwas weniger Salpeter, aber dafür in der abgekratzten Erde einen Salpetergehalt von 15 bis 16 Procent, wodurch man viel an Geräth und Arbeit spart, und nicht eine so sehr dünne Lauge erhält deren Abdampfen so bedeutendes Brennmaterial kostet.

Diese Lauge, die man in Oestreich Grundwasser nennt, enthält neben dem Salpeter viele fremde Salze. Nach einigen Erfahrungen ist, wenn die Erde in Wohnungen etc. gegraben worden,

der Rückstand nach dem Abdampfen wie folgt zusammengesetzt:

10 salpetersaures Kali,
 18 Chlornatrium und Chlorkalcium,
 72 salpetersaurer Kalk und Magnesia,

 100.

Nach Thenard's Angabe ist sie dagegen:

10 salpetersaures Kali und Chlorkalium,
 15 Chlornatrium,
 5 Chlorkalcium und Chlormagnesium,
 70 salpetersaurer Kalk und Magnesia,

 100.

Das Entstehen dieser verschiedenen Salze ist auf folgende Weise zu erklären: In der Erde, welche die Grundlage zum Salpeter bildet, befindet sich kohlen-saures Kali (aus den Pflanzen-säften durch Fäulnis entstanden), ferner kohlen-saurer Kalk und zuweilen kohlen-saure Magnesia. Außerdem kommen durch den Urin und die Ex-kremente Chlornatrium hinzu. Entsteht nun Sal-petersäure, so zersetzt sie die kohlen-sauren Salze, es bildet sich salpetersaures Kali, salpetersaurer Kalk und Magnesia, und dazu gesellt sich Chlor-natrium. Longchamp beobachtete und Berze-lius bemerkt es in seinem Lehrbuche (I. 124.), daß wenn salpetersaures Kali und Chlornatrium zusammen aufgelöst würden, sie sich gegenseitig theilweise zersetzten, und Chlorkalium, so wie salpetersaures Natrum neben den erstbemerkten Salzen entstände. Da beide Chemiker nichts Näheres dieser Angabe zufügten, so schien es

interessant, den Versuch selbst anzustellen. Es wurden daher gleiche Theile der genannten Salze zugleich in Wasser aufgelöst und die Auflösung darauf verdampft. Die rückständige Salzmasse wurde an einem regnigen Tage bemerklich feucht, deutete also schon auf das Vorhandensein des hygroskopischen salpetersauren Natrons. Ich trocknete darauf die Salzmasse scharf und zog sie mit heissem absoluten Alkohol aus. Als ich diesen an der Luft von selbst sich verflüchtigen liefs, blieben neben einer unkristallinischen Salzkruste sehr deutliche scharfe Kristalle des kubischen Salpeters (salpetersauren Natrums) zurück. — Es hatte also wirklich eine solche Zersetzung statt gefunden, und es ist nun leicht zu erklären, woher das Chlorkalium im Salpeter entsteht; es ist aber auch ohne Zweifel, dafs überall, wo in einer Lauge Kochsalz vorkommt, immer auch salpetersaures Natrium vorhanden seyn müsse, das The-nard also in seiner Angabe übersehen, wie dies sehr leicht geschehen kann, da salpetersaures Natrium in kleinen Mengen durch die Analyse gar nicht im Salpeter zu entdecken ist. Auf ähnliche Weise zersetzt sich nach meinen Untersuchungen das Chlornatrium und der salpetersaure Kalk theilweise, und höchst wahrscheinlich ist dies auch mit dem Magnesia-Salz der Fall, man mufs daher auch das Vorkommen von Chlorkalcium und Chlormagnesium aus einer Umwandlung der salpetersauren Salze dieser Basen erklären, wobei aber auch hier einleuchtet, dafs sich immer salpeter-

saures Natrum zugleich bilden müsse. Uebrigens sind diese Chlorsalze aufser dem Chlornatrium immer nur in geringer Menge vorhanden. Wo kein Chlornatrium ist, wird also auch keine der andern Chlorverbindungen vorkommen können. Man sieht hieraus, daß die Chlorverbindungen immer einen Verlust an Salpeter bedingen, da das durch sie gebildete salpetersaure Natrum in der Mutterlauge bleibt.

Fast immer werden in der Salpeterlauge auch Ammoniaksalze sich vorfinden, da diese Grundlage bei jeder Verwesung thierischer Substanzen mit gebildet wird.

Die Operation, welche mit der Lauge vorgenommen werden muß, besteht im Allgemeinen darin, daß die salpetersauren Erdsalze in salpetersaures Kali umgewandelt und zugleich auch ein Theil der beigemengten Chlorverbindungen weggeschafft werden. — Die Umwandlung der salpetersauren Erdsalze geschieht durch ein Kalisalz, dessen Säure mit den Erden eine unauf lösliche Verbindung giebt, diese fällt dann zu Boden, während das neugebildete salpetersaure Kali in der Auflösung bleibt. Die Kohlensäure giebt mit Kalk und Magnesia unlösliche Verbindungen, die Schwefelsäure nur mit ersterem. Man wird daher mit mehr technischem Vortheil koh lensaures als schwefelsaures Kali zum Zersetzen wählen, doch empfiehlt zuweilen der ökonomische Vortheil das Letztere, da schwefelsaures Kali, besonders das saure schwefelsaure das mit Kalk

vor der Anwendung neutralisirt wird, bei sehr vieler Fabrikation als Nebenprodukt fällt, und daher sehr wohlfeil ist. Auch Glaubersalz (schwefelsaures Natrum) wird vielfach als Nebenprodukt gewonnen, da man es aber nicht unmittelbar für die Salpeterlauge brauchen kann, indem man sonst salpetersaures Natrum statt Kali erhielte, zersetzt man es zuvor mit der ebenfalls sehr wohlfeil zu habenden Glasgalle (Chlorkalium), wodurch sich schwefelsaures Kali und Kochsalz bildet; man bekommt dadurch aber noch bedeutend mehr Kochsalz in die Lauge, als man ohnehin schon hat. Man möge nun aber das schwefelsaure Kali direkt, oder in dieser Vermittelung anwenden, immer muß man die Magnesia-Salze erst aus der Lauge schaffen, was am besten durch etwas gelöschten Kalk geschieht. Deshalb und auch wegen der nicht unbedeutenden Anflöslichkeit des schwefelsauren Kalks in Wasser zieht man das kohlsaure Kali dem schwefelsauren, trotz des höheren Preises, vor; auch braucht man vom kohlsauren Kali dem Gewichte nach weniger, und ein Ueberschufs ist leichter wieder fortzuschaffen. Man kann beide Vortheile vereinigen, wenn man der Lauge erst eine Portion schwefelsaures Kali zusetzt, die nicht ausreicht die Salze alle zu zersetzen, und dann das Fehlende noch in kohlsaurem Kali zugiebt. Man braucht auch überhaupt nur ungereinigte Pottasche zu nehmen, in der immer viel schwefelsaures Kali vorkommt, und die sehr wohlfeil ist,

doch pflegt diese auch daneben Chlorkalium zu enthalten. Die Alten setzten der Aschenlauge Kalk zu, dies ist aber unnöthig, da man ja eben Kalksalze aus der Lauge fällen will, was mit kaustischem Kali nicht einmal so sicher geschieht, als mit kohlen-saurem.

Es war lange Zeit im Gebrauch, der Lauge nicht so viel von dem Fällungsmittel zuzusetzen, als für die vorhandenen Erdsalze nöthig war, da man annahm, dafs dies zuerst die salpetersauren Salze und dann erst die Chlorverbindungen zerlege, und man daher die letztern unzerlegt zu lassen meinte, damit sie als leicht auflöslich in der Mutterlauge blieben. Allein Longchamp wies nach, dafs immer salpetersaure Erdsalze und Chlorverbindungen zugleich zerlegt werden, und dafs, wenn man nicht hinreichende Zersetzungsmittel anwendet, immer noch salpetersaure Erdsalze unzerlegt bleiben. Besser ist es auch schon deshalb, die hinreichende Menge für die salpetersauren und salzsauren Erdsalze (Chlorverbindungen) zuzugeben, weil die etwa in der Lauge befindlichen salzsauren Erdsalze das Einkochen der Lauge und das Kristallisiren sehr erschweren.

Früher gab man der auszulaugenden Salpetererde gleich eine Schichte Asche zu, in der sich bekanntlich viel kohlen-saures Kali befindet. Es bildete sich aber dabei in dieser Aschenschichte viel kohlen-saurer Kalk, der die Zwischenräume verstopfte und das Filtriren erschwerte. Man zersetzt die Lauge deshalb jetzt immer erst nach
 been-

beendetem Auslaugen. Dies macht aber doppelte Kosten, und es geht die Operation gewifs eben so gut, wenn man nur nicht die Asche, wie es früher geschehen, unter die Erde sondern über dieselbe legt, wo dann auf die Erde schon fertige Lauge einwirkt und der kohlen saure Kalk nicht in einer schmalen Schicht, sondern durch die ganze Erdmasse hindurch sich niederschlägt. Man bediene sich des heissen Wassers zum Auslaugen, das bei grossen Siedereien immer ohne besondere Unkosten zu haben ist; man bedarf dann weniger, es fließt schneller durch, und nimmt weniger Kochsalz auf. Wenn auch die erste Wasserportion erkaltet ehe sie nach unten kommt, so hat sie doch den Nutzen gestiftet, dafs sie den Salpeter der oberen Erde allen nach unten geführt und beim Erkalten ihn da abgesetzt hat. Wirft man nun die obere Erde bis zur Hälfte der Höhe aus den Tonnen, so hat man unten eine reichhaltigere, die mit wenigem heissen Wasser ausgelaugt werden kann, und wo man sich alles des Kochsalzes entledigt, das noch in der obern geblieben war. Unmittelbar über den Boden der Auslaugefässer sollte man eine Schichte gut ausgeglühte thierische Kohle mit grobem Kiesande gemengt legen, wodurch man der Lauge sogleich den thierischen Extraktivstoff entziehen könnte, der später nur durch wiederholtes Läutern wegzuschaffen ist.

Es ist nicht ganz leicht zu ermitteln, wie viel Pottasche zur Zersetzung einer Lauge erforder-

lich seyn wird. In Frankreich bedient man sich dazu folgender Methode. Man dampft eine gewogene Quantität Lauge ab, wäscht den Rückstand mit gesättigter Salpeter-Auflösung, trocknet und wägt ihn. Der Ueberschufs des Gewichts der zweiten Portion gegen die erste giebt die Menge des durch Zersetzung entstandenen Salpeters. Um nun zu erfahren, wieviel von dem Zersetzungsmittel nöthig sey um diese gefundene Quantität Salpeter durch Zersetzung zu bilden, nimmt man eine abgewogene Menge Fällungsmittel, löst es auf, setzt salpetersauren Kalk zu bis nichts mehr niederfällt, filtrirt, dampft ab, wäscht den Rückstand mit gesättigter Salpeterlauge, trocknet und wägt, und hat somit gefunden, wie viel von dem Zersetzungsmittel zur Bildung einer bestimmten Salpetermenge erforderlich ist. Eine einfache Rechnung lehrt nun, wie viel Zersetzungsmittel man überhaupt für die Lauge braucht. Die Probe ist keinesweges sicher, wie unten aus dem bei der ähnlichen Probe für den Rohsalpeter noch anzuführenden hervorgehen wird; sie genügt aber für diesen Zweck; besser ist es immer, etwas zuviel als zu wenig zuzugeben. — Man sieht, um wie Vieles einfacher der ganze Prozeß sich in Ländern, wie z. B. in Spanien stellt, wo der Salpeter keine Erdsalze enthält.

Hat man nun die Lauge mit der gehörigen Menge Zersetzungsmittel versehen, so rührt man sie wohl um, es bilden sich, wenn kohlenensaures Kali als Zersetzungsmittel gewählt worden, koh-

lensäurer Kalk und Magnesia, die bald niederfallen, und wenn schwefelsaures Kali angewandt wurde, Gips, der nur sehr langsam niederfällt *). In der Auflösung ist der frühere Salpeter, der aus den salpetersauren Erdsalzen gebildete neue, das Chlorkalium und Natrium von vorher, und außerdem eine neue Menge Chlorkalium von den zersetzten Chlorverbindungen, auch die frühere Menge salpetersaures Natrum enthalten. — Man läßt nun die Lauge einsieden, wobei durch ein darüber stehendes Tropffafs immer frische Lauge für das verdampfende Wasser nachtropft. Sie concentrirt sich immer mehr, wodurch ihr die freie Kohlensäure genommen wird, mittelst welcher sie etwas kohlensauren Kalk aufgelöst hielt, dann läßt man sie in die Erdfallbottiche laufen und dort ruhig stehen, wo sich kohlensaurer Kalk und Magnesia absetzt, die man in einem Korbe auffängt und wieder zu den Salpeterhaufen giebt. — Dieses Concentriren der Lauge könnte man mit sehr großer Kosten-Ersparniß durch die Sonnenwärme verrichten lassen, wie es in den Anstalten an den Küsten geschieht, wo man Kochsalz aus Meerwasser gewinnt. In Aegypten ist seit einigen Jahren diese Verdampfung der Salpeterauflösung ohne Feuer eingeführt, die sehr günstige Resultate giebt. — Die Lauge fließt

*) Dieser Gips legt sich an die Kesselwände und erschwert das Sieden; dieser Nachtheil wird dadurch aufgewogen, daß der Gips einen großen Theil des braunen Extraktivstoffes der Lauge mit niederschlägt.

nun in Siedepfannen; hier wird sie bis zur Hälfte abgedampft, geschäumt und dann in die Salzfallbottiche geleitet, wo sie sehr viele Chlorverbindungen, besonders Chlornatrium fallen läßt, indem nun die geringere Menge Wasser nicht mehr ausreicht es aufgelöst zu erhalten, während der Salpeter wegen der noch hohen Temperatur gelöst bleibt, doch fällt sehr viel Salpeter mit nieder. Man fängt die niederfallenden Substanzen ebenfalls in einem eingehängten Körbchen auf.

Die Salpetersieder haben ganz eigene Kunstgriffe die Absonderung des Salzes zu verhüten, z. B. durch Hineinwerfen eines Talglichtes, oder von Leim in die Lauge, beide tragen das sich niederschlagende Salz nach oben und lassen es nicht niederfallen. Das ausgeschiedene Salz wird noch jetzt in Frankreich den Siedern abgenommen, und wenn es nur wenig Salpeter enthält, zum Einpöckeln u. s. w. verbraucht; die Salpeterregie bezahlt deshalb an die Accise den Zoll für das Salz, und zwar 15 Procent für den ganzen gewonnenen Rohsalpeter. Ist das Salz zu unrein zum Verbrauch, so wird es wöchentlich in Gegenwart einer Kommission der Accise in den Fluß geworfen. — Wie bedeutend übrigens diese Mengen Kochsalz sind die bei der Salpeterproduktion gewonnen werden, ersieht man daraus, daß jetzt allein in Frankreich in einem Jahre 17 bis 18000 Kilogramm *sal de salpêtre* (Kochsalz mit

etwas Salpeter und geringen Unreinigkeiten) in den Handel kommen *).

Das Schäumen, das blofs auf die organische Beimengung gerichtet ist, geschieht mittelst Leim, Blut u. s. w., die Theorie davon wird später beim Raffiniren erläutert werden. Die über den Chlorverbindungen etwa zu 41° abgekühlte Lauge wird in sogenannte Wachsgefäfsse abgelassen, wo sie kristallisirt. Besser wäre es auch hier gleich durch Umrühren Nadeln zu bilden, indem die grossen Kristalle, wie schon erwähnt, viel Mutterlauge einschliessen, die hier noch sehr bedeutende Mengen organischer Substanzen, Chlorverbindungen und salpetersaures Natron enthält, und daher das spätere Raffiniren erschwert. Es hängt auch aufserhalb an den Kristallen sehr viel Mutterlauge an, die sie beim Abtrocknen mit den oben genannten Stoffen verunreinigt; sie würden daher mit möglichst kaltem Wasser zu waschen seyn, das nur wenig Salpeter, dagegen viele Chlorverbindungen und das salpetersaure Natron auflöst. Das Spühlwasser käme dann zur Mutterlauge. Diese, die, wenn sie erkaltet, immer noch 20 bis 25 Salpeter auf 100 Wasser enthalten kann, ist schwer zum Kristallisiren zu bringen, weil sie gewöhnlich noch unzersetztes Chlorcalcium enthält, welches das Wassr mit grosser Gewalt beim fernern Abdampfen zurückhält, und

*) Die deutschen Artilleristen nannten früher das dem Salpeter beigemengte Kochsalz: Schalk.

so die zum Kristallisiren nöthige Fortschaffung eines Theils Wassers sehr erschwert. Man zer-
setzt daher, wenn man den Chlorkalcium-Gehalt an der Dicklichkeit der Flüssigkeit erkennt, diese Verbindung durch zugeschüttetes Glaubersalz, wo sich Gips bildet, der niederfällt, und Kochsalz, das in der Auflösung bleibt und dem Abdampfen und Kristallisiren des Salpeters nicht hinderlich ist, und auf gewöhnliche Weise fortgeschafft wird.

Alle Cklorverbindungen, die beim Einsieden der Lauge, so wie später noch bei der weitem Reinigung des Salpeters abgeschieden werden, enthalten noch beinahe $\frac{1}{5}$ ihres Gewichtes an Salpeter; um diesen zu gewinnen, nimmt man in Frankreich eine gesättigte Lauge von reinem Kochsalz und hängt das salpeterhaltige Salz hinein, die Auflösung entzieht diesem nun den Salpeter und noch wenig Kochsalz (weil sie in Gegenwart von Salpeter mehr Kochsalz als gewöhnlich auflöst) und man kann diese Kochsalz-Auflösung allmählig mit so viel Salpeter bereichern, daß man sie zuletzt als eine mit Kochsalz verunreinigte Salpeterauflösung betrachten und daraus den Salpeter gewinnen kann. Eine noch vortheilhaftere Operation dürfte aber folgende seyn. Man lasse auf das salpeterhaltige Kochsalz heißes Wasser einwirken, so sättigt es sich mit Kochsalz, und nimmt zugleich den vorhandenen Salpeter auf; nun lasse man es wiederholt über solchem Kochsalz kochen, und es wird ihm allein den

Salpeter entziehen, ohne weiter Kochsalz aufnehmen zu können; man erhält zuletzt eine siedend heiße Auflösung von etwa 300 Theilen Salpeter und 40 Kochsalz auf 100 Wasser, läßt diese erkalten, bis auf etwa 10° R., und gießt während des Abkühlens etwa noch 16 Theile Wasser zu, um die beim Erkalten niederfallenden 5 Theile Kochsalz aufgelöst zu halten, so scheiden sich 277 Theile reiner Salpeter aus, und in der Mutterlauge bleiben 40 Theile Kochsalz und nur 23 Theile Salpeter; außerdem ist nun das zurückbleibende ausgelaugte Kochsalz rein und kann als solches verkauft werden. Die Mutterlauge gießt man heiß von neuem auf salpeterhaltiges Kochsalz, wo sich der obige Prozeß wiederholt.

Der aus der ersten Lauge gewonnene Salpeter heißt Rohsalpeter. So kommt er in den Ländern, die sich den Salpeter selbst erzeugen, an die Artillerie, während derjenige, den der Handel aus Ostindien u. s. w. bringt, schon weiter gereinigt ist, um die Transportkosten zu ersparen.

Der aus Plantagen und sonst bei uns gewonnene, in kleinen Kristallen dargestellte Rohsalpeter enthält noch verschiedene Salzen die 15 bis 20 Procent betragen können und ihn feucht machen. Außerdem enthält der Salpeter noch sehr viele organische Substanzen, die ihm eine braune Farbe geben und auch unauflösliche Stoffe sind damit gemengt. — Der Ostindische Salpeter ist dagegen weiß, in großen Kristallen, und

nur, wie wir schon oben erwähnten, wenig mit fremden Substanzen verunreinigt.

Wenn die Artillerie irgend woher Salpeter ankauft, so muß sie ihn, um den wahren Salpetergehalt kennen zu lernen, probiren; allein bis jezt fehlt es noch an einer sichern leicht ausführbaren Probe, die auch allerdings ihre großen Schwierigkeiten hat. Die bisher bekannten Probirmethoden sind die Folgenden:

Früher kannte man nur die Probe des Verbrennens des Salpeters mit glühender Kohle auf nicht harzigem Holze, der Salpeter durfte dann keinen Schaum, keinen Funken, keine schwärzlichen Flecke zurücklassen, die Flamme mußte weiß und lebhaft sein.

Furtenbach giebt als ein schon sichereres Zeichen der Reinheit an, wenn von 100 Pfund Salpeter beim zweiten Reinigen nur 4 Pfd. Verlust entstehen.

In Schweden schmilzt man den Salpeter und gießt ihn in 3löthige Tafeln von 1'' Dicke. Das Schmelzen geschieht in einer blechnea Schaale und wird bis zum Erglühen ihres Bodens fortgesetzt, um die organischen Beimengungen wegzuschaffen. Nach dem Erkalten zerbricht man ihn, und beurtheilt nach dem mehr oder minder strahligen Bruche die Reinheit desselben. Der reine hat einen ganz strahligen Bruch, die Strahlen gehen alle vom Rande nach der Mitte der Tafel, bei einem Zusatz von 1 Procent Kochsalz wird er schon weniger grobstrahlig, bei 24 Pro-

cent bildet sich mitten im Salpeter ein Streifen, der nicht strahlig ist, bei $3\frac{1}{2}$ Procent ist der Bruch nur noch in den Kanten strahlig, bei noch größerem Zusatz verliert sich das Strahlige ganz. Diese Probe reicht daher nur bis 3 und 4 Procent, was auch für Schwedens Einrichtungen genügt, da man den Salpeter mit größerer Verunreinigung dem Bauern nicht abnimmt; sie ist aber in so fern falsch, als sie nur auf Kochsalz-Beimengungen stimmt, nicht auf Chlorkalcium, schwefelsaures Kali u. s. w. Selbst unter den günstigsten Umständen läßt sie aber der Willkühr Spielraum, und es entstehen viele Streitigkeiten deswegen.

In Frankreich nahm man früher jeden Rohsalpeter zu 70 Procent reinen an, wobei bald die Käufer, bald die Verkäufer verloren, und jeder absichtliche Betrug leicht gemacht wurde. Später erfand man eine ziemlich künstliche Operation zur Bestimmung der unauflöslichen Rückstände, der Erdsalze, und der Chlorverbindungen, die trotz der sehr mißlichen Prozedur, die nur sehr geübten Händen anvertraut werden konnte, doch kein genügendes Resultat gab.

Jetzt bedient man sich dort der von Riffault vorgeschlagenen Probe. Sie kann nur bei Rohsalpeter, der in kleinen Nadeln kristallisirt ist, unmittelbar angewendet werden, ostindischer und sonst in großen Kristallen angeschossener Salpeter muß erst zuvor zu Mehl zerrieben seyn. Sie beruht allein auf der Annahme, daß eine für eine bestimmte Temperatur gesättigte

Salpeterauflösung bei dieser Temperatur keinen Salpeter mehr, aber alle mit dem Salpeter vorkommenden Salze, wie reines Wasser auflöse. Ausgeführt wird sie auf folgende Weise: Auf eine genau abgewogene Portion des zu prüfenden Salpeters gießt man eine gesättigte Salpeterauflösung und rührt während einer Viertelstunde wiederholt um. Man läßt hierauf das Gefäß einige Augenblicke ruhig stehen, und bringt dann die Flüssigkeit auf eine Filtrum. Auf die Probe gießt man abermals gesättigte Auflösung, und wiederholt dasselbe Verfahren wie oben. Dann bringt man auch den Salpeter mit auf das Filtrum, läßt die Flüssigkeit gehörig ablaufen, trocknet das Filtrum und wägt den darauf liegenden, auf dem Sandbade vollends getrockneten Salpeter. Der Verlust gegen die erste Abwägung soll die Menge fremder Salze geben, welche die gesättigte Auflösung ausgezogen hat. Von dem erhaltenen Salpetergewicht zieht man noch 2 Procent für unauflöslliche und organische Substanzen ab, die bei der Läuterung verloren gehen.

Diese Probe ist aus mannichfachen Gründen, die wir genauer betrachten wollen, unrichtig:

- 1) Ist der Salpeter nicht in Gestalt eines vollkommen feinen Pulvers, so nimmt die Auflösung, die in den Kristallen eingeschlossene Mutterlauge mit ihren fremden Salzen nicht heraus.
- 2) Jedesmal bleibt von der Auflösung ein Theil am Salpeter hängen, der beim Trocknen

das Gewicht des Salpeters vermehrt. Ja nach verschiedenen Umständen ist dieser Theil verschieden, z. B. nach der Form des Salpeters, des Trichters, der Dicke des Papiers u. s. w. Diese Vermehrung des Salpetergewichts geht, wie wir uns überzeugen, über 2 Procent.

- 3) Enthält der Probesalpeter Kochsalz, so löst die Auflösung von neuem Salpeter auf, wodurch eine scheinbar gröfsere Unreinigkeit des Salpeters entsteht. Gay Lussac hat dafür in seinen Vorlesungen eine Correction angegeben; doch ist sie in der stenographirten Ausgabe durchaus unverständlich. Beträgt der Kochsalzgehalt 15 Procent, so löst die Salpeterauflösung beinahe 18 Procent statt dieser 15 auf; dieser Irrthum ist daher nicht unerheblich.
- 4) Enthält der Probesalpeter dagegen Chlorkalium, so wird dies von der gesättigten Auflösung des Salpeters nur in sehr geringer Menge aufgelöst und fällt dafür Salpeter aus der gesättigten Lösung. Man bezahlt daher Chlorkalium für Salpeter*).
- 5) Ganz ähnlich wird sich die Probe bewäh-

*) Dafs man auf diese Fehler der Probe nicht schon lange in der Praxis aufmerksam geworden, liegt vielleicht darin, dafs im französischen Rohsalpeter immer Chlorkalium und Chlornatrium zugleich vorkommen, und ihre entgegengesetzten Einflüsse auf die Probe sich theilweise ausgleichen.

.....

ren, wenn dem Salpeter absichtlich viel schwefelsaures Salz beigemischt worden.

- 6) Ist der Salpeter nicht in kleinen Nadeln, sondern, wie er um eine genaue Probe zu erhalten sein müßte in Pulverform*), so ist das Abnehmen vom Filtrum schwierig.

In Oestreich gab Hauptmann Hufs eine auf einem anderen Prinzipie beruhende Probe an, die aber auch zu Irrungen führt. Er löst 40 Gewichtstheile von dem zu probirenden Salpeter in 100 Theilen Wasser von 45° R. auf und beobachtet beim Erkalten dieser Auflösung, das durch stätes Umrühren beschleunigt wird, mittelst eines in 4tel Grade getheilten Thermometers die Temperatur, bei der sich zuerst kleine Kristalle bilden. Nach einer durch Versuche festgestellten Tabelle kann man dann den wirklichen Salpetergehalt auffinden. Allein theils hängt das frühere oder spätere Kristallisiren sehr von der Fläche des Gefäßes ab, theils kristallisirt der Salpeter, wenn er Kochsalz und Chlorkalcium oder salpetersauren Kalk enthält später. Wieviel Kochsalz aber in der Auflösung enthalten ist, läßt sich wieder nur einigermassen durch das specifische Gewicht finden, was abermals nicht stimmt, wenn andere Salze mit im Spiele sind.

Scholz führt in seinem Lehrbuche der Chemie Th. II. S. 110. an, der Fehler der Hussi-

*) Das Nähere dieser Probe: Anweis. das Schiefspulver zu bereiten, von Botté und Riffault S. 130.

sehen Probe zu wenig Salpeter anzugeben wenn viel Kochsalz vorhanden ist, verschwinde in so fern, als das Kochsalz beim Reinigen des Salpeters etwas Salpeter mitnehme, der also ohnehin ausfalle. Da aber dieser Salpeter aus dem Kochsalz wieder zu gewinnen ist, so würde man dem Lieferanten, wie in der vorigen Probe nicht unbedeutenden Schaden, der wohl bis auf 3 Procent steigt, thun können.

Gay Lussac hat noch eine andere Methode zur Untersuchung angegeben, die aber für den Laien zu künstlich und dabei auch nicht sicher ist. Er mischt eine abgewogene Quantität Salpeter mit halb so viel Kohle und viermal so viel Kochsalz und glüht diese Masse bis sie nicht mehr aufbraust. Der Salpeter wird dadurch in kohlen-saures Kali umgewandelt, dessen Menge man durch Neutralisiren mit einer Schwefelsäure, deren Sättigungskapazität man vorher durch Sättigen mit einer abgewogenen Menge kohlen-sauren Kali's erforscht hat, bestimmt. — Diese Probe ist des so unsichern Neutralisirens, und des Verspritzens beim Aufbrausen wegen sehr mißlich; überdies entwickelt Kochsalz mit Kohle und Salpeter geglüht Chlor, und giebt eine unbestimmbare Menge kohlen-saures Natrum, was einen ebenfalls unbekanntem Theil Schwefelsäure aufnimmt, und das Resultat ändert. Absichtlich zugesetztes kohlen-saures Natrum nimmt diese Probe ebenfalls für Salpeter.

Wir gehen nun zur weitem Reinigung des

Rohsalpeters über. Man kann sie in zwei Hauptabschnitte theilen, in die Reinigung von organischen Substanzen und in die von fremden Salzen. Die verschiedenen Methoden kommen in der ersteren ziemlich überein, während sie sich zur letzteren verschiedener Mittel bedienen. Wir wollen daher die erstere für sich betrachten, um sie bei den einzelnen Methoden nicht wiederholen zu müssen.

Die beim Salpeter befindlichen organischen Substanzen entstehen daher, dafs der Humus der Erde, welcher den Stickstoff für den Salpeter hergab noch nicht ganz zersetzt war. Je länger die Erde auslag, desto weniger organische Substanz enthält der Salpeter. Diese Substanzen bestehen hauptsächlich aus einem eyweifsartigen und einem extraktartigen Theile; — der erstere giebt dem Salpeter die scheinbare Fettigkeit, der letztere die braune Farbe. Alle bisher angewandten Reinigungs- oder Schäumungsmittel des Salpeters, gehen nur auf den eyweifsartigen Theil, der wie alles Eyweifs die Eigenschaft hat in kaltem reinem Wasser auflöslich zu sein, dagegen in heifsem oder eine Säure oder ein Salz enthaltendem zu gerinnen. Dieser Theil gerinnt daher von selbst, wenn man eine Salpeterauflösung kocht, zumal, wenn man etwas Essigsäure, verdünnte Schwefelsäure, oder Alaun (der durch seine Säure wirkt) zusetzt. Dieser geronnene Eyweifsstoff ist aber schwer zu sammeln und läfst man ihn in der Auflösung, so

.....

mengt er sich beim Kochen und Kristallisiren wieder unter den Salpeter. Man giebt daher noch mehr Eyweissstoff theils durch wirkliches Eyweiss, theils durch Blut hinzu, das, indem es gerinnt eine Art Netz bildet, welches alle nicht in dem Wasser wirklich aufgelösten Substanzen aufsammelt und nach oben trägt. Auch Leim hat eine ähnliche Wirkung, denn obwohl er in heissem Wasser ganz auflöslich ist, gerinnt er doch in einer Salpeterauflösung und bewirkt so das Schäumen. Zu viel dieser Schäumungsmittel ist schädlich, weil sie eine trübe Auflösung geben. Wie der Kalk wirkt geben wir weiter unten an. Nach dem Schäumen gießt man gewöhnlich wiederholt kaltes Wasser hinzu, es entsteht dadurch eine Strömung des heissen Wassers von unten nach oben, weil das kalte sich nach unten senkt, wodurch der in der Flüssigkeit noch enthaltene Schaum besser nach oben getragen wird. Ist die Auflösung ganz klar geworden, so kann man das Schäumen als beendet ansehen. Wie sorgfältig man aber auch schäumen möge, selbst der reinste, nicht unmittelbar aus Pottasche und Salpetersäure dargestellte Salpeter giebt beim Auflösen immer noch etwas Schaum. — Je unreiner der Salpeter ist, desto konzentrirter muß man beim Schäumen die Auflösung zu erhalten suchen, damit der Unterschied ihres specifischen Gewichtes gegen das des Schaumes recht bedeutend werde, und dieser desto leichter nach oben steige. Man lasse dabei die Flüssigkeit

nicht zum Kochen kommen, sonst steigt der Schaum über den Kesselrand.

Auf den extraktartigen Stoff wirkt keine der Schäumungsmethoden; nur der Kalk scheint zu verursachen, daß er sich in Flocken sammelt. Dieser Färbestoff könnte, wie schon erwähnt, gleich anfangs ganz weggeschafft werden, wenn man in die Laugebüten eine Schicht frisch ausgeglühte Blutkohle legte; jetzt wird er nur durch die große Masse von Mutterlauge weggeschafft, in welcher der Salpeter bei den verschiedenen Reinigungen aufgelöst wird, und eine gut geschäumte ganz klare Salpeterauflösung behält ihre weingelbe Farbe.

In Schweden war es früher Sitte den Salpeter zu schmelzen und die organischen Substanzen dadurch zu zersetzen; dies geschieht aber nur auf Kosten des Salpeters und verunreinigt ihn mit kohlen saurem Kali, das erst wieder weggeschafft werden muß. Ueberdies kostet diese Methode viel Arbeit und Brennmaterial, und erspart nur das Schäumen. Man hat auch wohl vorgeschlagen 6 Theile frisch ausgeglühte Kohle auf 100 Theile Salpeter der Auflösung zuzusetzen, um die organische Substanz aufzunehmen, allein man muß zu viel Salpeter ausschöpfen, um die Kohle wieder weg zubekommen, und die Anbringung der Kohle beim Auslaugen der Erde scheint bedeutend vortheilhafter.

Die Alten wußten nicht, daß der Salpeter fremde Salze enthielte, alle ihre Reinigungsmethoden

thoden waren daher nur auf die organische Substanz gerichtet; die gewöhnlichste Prozedur war, dafs man den Salpeter in offenen Gefäfsen schmolz und wenn er in Fluß kam, Schwefelstückchen darauf warf; der Schwefel entzündete sich, und verbrannte die organische Substanz, die sich oben sammelte, dafür aber wurde auch ein Theil Salpeter zersetzt, und schwefelsaures Kali gebildet, das mit allen Chlorverbindungen, die vorhin schon im Salpeter gewesen waren, darin blieb; der damals gebrauchte Salpeter enthielt daher mindestens 10 Procent fremder Salze.

Die alte Methode den Salpeter auf nassem Wege zu reinigen, ist eben so fehlerhaft; man löste den Salpeter auf und setzte Alaun zu, in der Absicht grofse Kristalle zu bekommen; der Alaun schaffte das Eyweifs fort, aber mengte sich selbst zum Salpeter.

Eine andere Methode war, den Salpeter in Essig aufzulösen; die alten Feuerwerker glaubten ihn dadurch entzündlicher zu machen. Noch andere empfahlen, den Salpeter in einer Auflösung von 2 ätzendem Kalk, 2 Kochsalz, 1 Grünspan, 1 Kupfervitriol und 1 Salmiak in Wasser zu kochen, und ihn dann heraus kristallisiren zu lassen.

Später führte man die Reinigung mit Kalk ein, die auch jetzt noch an einigen Orten Sitte ist. Der Salpeter wird in Kalkwasser aufgelöst und darin gekocht, worauf man ihn heraus kristallisiren läfst. Man glaubte der Kalk zer-

.....

setze die Chlorverbindungen nicht, sondern reinige den Salpeter blofs davon. Um mich von dem was bei dieser Reinigung vorgeht näher zu überzeugen untersuchte ich sie ganz genau, und es ergab sich, dafs das Kalkwasser die Abscheidung der Salze nicht begünstige, sondern, dafs nur dadurch, dafs sich an der Oberfläche der Flüssigkeit immerwährend dünne Häutchen von kohlensaurem Kalk erzeugen der gerinnende Eyweifsstoff sich besser von der Flüssigkeit absondere, und als Schaum abgenommen werden könne. Dafür zeigte aber der Salpeter, der vorher chemisch rein gewesen war, nach dem Ausscheiden aus der Flüssigkeit, obwohl er durch Rühren zu Mehl gebrochen und zweimal ausgewaschen worden war, noch Spuren von Kalk. Bei längerem Stehen der Auflösung würde die Verunreinigung noch gröfser werden, weil sich dann kohlensaurer Kalk bildet, der durch die andern vorhandenen Salze zersetzt wird. Diese Methode ist daher nicht zu empfehlen.

Die älteste Läuterungsart, welche die fremden Salze abzuschneiden beabsichtigte, war die doppelte Krisallisation. Man löste dabei den Salpeter in $\frac{1}{5}$ seines Gewichts kochenden Wassers (?), schäumte mit Leim, gab kaltes Wasser zu (s. oben), schäumte wieder, wiederholte diese Prozedur viermal, liefs dann die Auflösung schnell erkalten, gofs nach einigen Stunden den obern Theil der Flüssigkeit von den niedergeschlagenen Chlorverbindungen (?) ab, und liefs sie kristal-

lisiren. Die gewonnenen Kristalle, die noch Kochsalz *) enthielten, löste man in $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes Wasser auf, und behandelte die Operation wie die vorige; man liefs dann die gebildeten Kristalle, die in einem sogenannten Brote zusammenhingen abtropfen und an einem luftigen Orte trocknen, wozu mehrere Monate ja selbst Jahre gehörten. Das unökonomische dieses Verfahrens wird sich weiter unten von selbst ergeben. — Diesen Salpeter mußte man vor dem Gebrauch noch kleinen.

Eine andere von Beaumé 1780 vorgeschlagene, und von Carny im Grofsen angewandte Methode, welche dem Principe nach, der Anwendung des kalten Wassers, schon den allerältesten Feuerwerkern bekannt war, ist folgende:

Man zerschlägt den Salpeter, oder besser pulvert ihn, und schüttet 600 Pfd. in Kufen, die, da der französische Rohsalpeter etwa 15 Procent Kochsalz enthält, aus 90 Pfd. Kochsalz und 510 Pfd. Salpeter bestehen; darauf giefst man 120 Pfd. möglichst kaltes Wasser das man 6 bis 7 Stunden darauf stehen läfst, und zuweilen umrührt; es nimmt da 100 kaltes Wasser 35 Kochsalz, und 20 Theile Salpeter, und Kochsalzhaltiges aufserdem noch $\frac{1}{7}$ des Kochsalzgehaltes lösen, etwa 42 Pfd. Kochsalz und 31 Pfd. Salpe-

*) Der Kürze wegen werden wir die Chlorverbindungen, die im Rohsalpeter enthalten sind bei der Beschreibung mit dem Namen Kochsalz bezeichnen, obwohl blos $\frac{3}{4}$ davon wirklich aus Kochsalz (Chlornatrium) bestehen.

ter auf. Man gießt es ab, und giebt 60 Pfd. neues kaltes Wasser auf, rührt es um, und läßt es eine Stunde stehen, dies nimmt 21 Pfd. Kochsalz und 16 Pfd. Salpeter; dann gießt man es ab, und neue 30 Pfd. Wasser auf, die 10 Pfd. Kochsalz und 8 Pfd. Salpeter auflösen. Nun löst man, nachdem dies abgelaufen, den Salpeter, der nun noch aus 455 Pfd. Salpeter und 26 Pfd. Kochsalz besteht, in 300 Pfund Wasser im Kochen auf *). Man bringt dann den aufgelösten Salpeter in kupferne Kristallisationsgefäße die 12' lang, 8' breit und nach allen Seiten abschüssig sind. Man rührt die heiße Flüssigkeit in den vorher schwach geheizten Gefäßen bis zum völligen Erkalten, entweder mittelst hölzerner feindurchlöcherter Krücken, oder breiter um eine Axe drehbarer Rührhölzer, bis sie zur mittlern Temperatur herabgesunken ist, wo dann etwa 400 Pfd. reiner Salpeter, also 80 Prozent in sehr feinen Kristallen, die mehlartig aussehen, niederfallen und 55 Pfd. Salpeter nebst 26 Pfd. Kochsalz in der Auflösung bleiben; die niederfallenden Kristalle zieht man gleich an den Rand des Gefäßes, wo sie abtropfen; dann werden sie in Waschgefäße gebracht, die 7,5' lang, oben 3' unten 1,5' breit und 2' tief sind. Man häuft die Kristalle bis über den Rand auf, schließt die Löcher des Bodens, gießt erst gesättigte Salpe-

*) Hierbei ist es gut aus den Kufen bloß die oberen $\frac{2}{3}$ des Salpeters heraus zunehmen, und das untere Drittel erst noch einmal mit kaltem Wasser auszuwaschen.

ter-Auflösung auf, läßt diese 2 — 3 Stunden stehen und dann ablaufen, dann gießt man kaltes Wasser darüber, um den Salpeter von anhängender Mutterlauge zu reinigen, was abermals so lange stehen bleibt bis es sich gesättigt zeigt, und wiederholt dies dann noch einmal. Die ersten Waschwasser werden mit zum nächsten Rohsalpeter gebracht, das letzte zum ersten Waschwasser der nächsten Kristalle angewandt. Man läßt den Salpeter 5 — 6 Tage in den Kasten und trocknet ihn dann auf einer durch Dampf geheizten Kupferschaale, auf welcher er $2\frac{1}{2}$ hoch gelegt wird, während 4 Stunden, wobei man ihn immerwährend umrührt. Man darf im Anfange die Temperatur der Schaale nur sehr langsam steigen lassen, weil wasserhaltiger feiner Salpeter sehr leicht schmilzt. Sobald er getrocknet ist, was man daran erkennt, daß er nicht mehr an den Rührhölzern hängen bleibt, wird er durch ein Sieb getrieben, und kann sogleich ohne weitere Kleinnung verwandt werden. — Diese Methode giebt einen reinen und gleich gekleinten Salpeter, welches letztere in der französischen Revolution, wo man die zur Pulverfabrikation nöthige Zeit möglichst zu verkürzen suchen mußte, von großer Wichtigkeit war; sie giebt nur 5 Procent Verlust an reinem Salpeter, der auch leicht wieder zu gewinnen ist, aber sie hat allerdings den Uebelstand, daß das Waschen und Umrühren viel Arbeit kostet, und daß man ziemlich viel Wasser versieden muß, um den Salpeter-Abgang wieder

zu gewinnen. Der Abgang verringert sich bedeutend, wenn man zur ersten Abwaschung gesättigte Salpeterauflösung oder die letzten Waschwasser einer vorhergehenden Reinigung nimmt. Die Arbeit würde sich wie das Waschwasser bedeutend verringern, wenn man den Salpeter mit der ganzen Menge möglichst kalten Wassers in um ihre Achse beweglichen Tonnen, durch ein Wasserkwerk etc. einige Zeit umdrehen und dann das Wasser ablaufen ließe; die Temperatur sinkt dabei in dem Maasse, daß sich nur wenig Salpeter auflöst. Dieses Wasser kann man dann wieder benutzen aus dem beim Sieden der Lauge fallenden Kochsalze den Salpeter auszuziehen (s. oben).

Diese Beaumé'sche Methode würde mit den angedeuteten Modifikationen, zumal wenn der Rohsalpeter gleich in feinen Nadeln dargestellt wird, sehr entschiedene Vortheile in Bezug auf Oekonomie gewähren, und das Kochsalz viel reiner und sichrer abscheiden, als die so kostbaren und große Lokalitäten erfordernden warmen Methoden. Bei Rohsalpeter, der sehr viel zerfließliche Salze hat, könnte man sich der beim Seesalz üblichen Methode als Vorbereitung bedienen, daß man die Wasserdämpfe der Siedepfannen darüber hinstreichen ließe, wo sich die zerfließlichen Salze von selbst abscheiden. Sie ist aber auch schon so in Bezug auf Kosten- und Zeitaufwand weit vortheilhafter, als die ältere Läuterungsart.

Jetzt bedient man sich in Frankreich einer andern Methode, die, wie es uns scheint, unöko-

misch angeordnet ist. Wir werden sie erst beschreiben und dann genauer beleuchten.

Man füllt des Abends einen konischen Kessel, der oben $\frac{1}{2}$ ' weiter ist als unten, mit 600 Kilogramm Brunnenwasser und 1200 Kil. Rohsalpeter, den man vorher mit einer gesättigten Auflösung von Salpeter gewaschen. Man erwärmt gelinde, wodurch sich der Salpeter die Nacht hindurch auflöst (?). Des Morgens vermehrt man das Feuer und setzt in mehreren Zwischenräumen noch 1800 (in der neueren Zeit noch 3800 Kil.) Salpeter hinzu. Ein Theil fällt unauflöslich nieder, den die französischen Sieder für Kochsalz halten *); um das Kochsalz das durch

*) Wir müssen bei dieser Gelegenheit eines Vorurtheils gedenken, das in so fern merkwürdig ist, als es eine Prozedur vertheidigt, die gerade das Entgegengesetzte von dem hervorbringt, was man von ihr erwartet, und doch immer von einem Schriftsteller dem Andern nachgeschrieben wird. Es ist dies das sogenannte Abschrecken. In eine heisse Auflösung von Salpeter gießt man kaltes Wasser, in der Meinung, das Kochsalz dadurch zu fällen; es fällt auch allerdings etwas nieder, dies ist aber Salpeter und nicht Kochsalz. Im Gegentheile, wenn schon vorher Kochsalz in Folge der Konzentrirung niedergefallen war, und man schreckt ab, so fällt Salpeter nieder und das Kochsalz löst sich wieder auf, da es beim Kochsalz nur auf die Wassermenge, beim Salpeter aber mehr auf die Temperatur ankommt; so wie diese vermindert wird, kann nur weniger Salpeter aufgelöst bleiben, da das zugekommene Wasser die Temperatur nicht ersetzt, während immer mehr Kochsalz aufgelöst wird, jemehr Wasser hinzukommt, gleich viel von welcher Temperatur es sey.

heißes Wasser in größerer Menge aufgelöst (?) wird als durch kaltes, weiter zu fällen, gießt man zu wiederholten Malen kaltes Wasser zu, bis im Ganzen 1000 Kil. Wasser angewandt sind. Bei jedem Zuthun des kalten Wassers fällt ein Salz nieder, das man abermals für Kochsalz hält und mit Kellen aus dem Kessel schafft. Man schäumt nun dreimal mit Leim, um die organischen Substanzen fortzuschaffen, läßt dann die Temperatur bis 70° R. sinken, wo sich wieder ein Salz absetzt, und nachdem man auf diese Weise die Nacht über die Auflösung in einer Temperatur erhalten, bei der ein Kochen, was sie durch einander rühren würde, unmöglich ist, wird sie am Morgen in die Kristallisationsgefäße geschöpft, die bis 40° erhitzt sind. Man nimmt dabei nur die oberen $\frac{5}{6}$ der Auflösung, und hütet sich den untern Theil, den man für reich an Kochsalz hält, aufzurühren. Man läßt diese Auflösung erkalten, wobei sich etwa 1760 Salpeter, und eine nicht unbedeutende Quantität Kochsalz niederschlägt, die durch dreimaliges Auswaschen wieder entfernt werden muß, wobei auch nahe an 10 Procent Salpeter wieder aufgelöst werden. Die übrige Behandlung der Auflösung um sie zu kleinen Nadeln absetzen zu lassen, und die Abwaschungen sind wie bei der oben beschriebenen Beauméschen Methode. — Man erhält auf diese Weise nach Angabe von Botté und Riffault von 3000 Kilog. Rohsalpeter, der 15 pCt. Kochsalz enthält, 60 pCt. reinen Salpeter, hat also

einen Verlust von 25 pCt. reinen Salpeter, der erst wieder aus der Mutterlauge gewonnen werden muß, was allerdings viel ist, und diese Operation die obenein sehr viel Brennmaterial und nicht wenig Arbeit kostet, sehr theuer macht. Man ist aber doch in Frankreich damit zufrieden, weil man dazu immer noch viel weniger Zeit braucht als zu den früheren Methoden.

Der ganze Fehler dieser Operation ist in der Voraussetzung zu suchen, daß 100 Theile Wasser bis zu 500 Theile Salpeter auflösen können, was vollkommen unrichtig ist wie wir oben zeigten, und ferner in dem falschen Begriff der Wirkung des kalten Wassers. Wir wollen Rechnung an den Prozeß legen und es wird sich leicht zeigen, wie der große Ausfall eben nur aus obigen Gründen entsteht.

Wir nehmen an, es lösen sich in 100 Theile Wasser von 10° R., was wir als mittlere Temperatur voraussetzen, 25 Th. Salpeter und 35 Th. Kochsalz, indem wir wieder voraussetzen, kochsalzhaltiges Wasser löse $\frac{1}{7}$ des Kochsalzgehaltes mehr Salpeter auf als reines; in eben so viel siedendem Wasser (nicht von 80° R. sondern 94°), lösen sich 313 Theile Salpeter und 40 Kochsalz. Der Rohsalpeter enthalte 15 pCt. Kochsalz. Löst man daher 3000 Th. Rohsalpeter, die nach unserer Annahme 2550 Th. reinen Salpeter und 450 Th. Kochsalz enthalten werden, in 600 Th. Wasser auf, wie oben geschieht (nämlich am Morgen), so können selbst, wenn nichts vom Was-

ser dabei verdampfte, nur aufgelöst werden 1834 Th. Salpeter und 240 Th. Kochsalz, und es lägen am Boden 716 Th. Salpeter und 210 Th. Kochsalz, die gemeinschaftlich als Kochsalz fortgeschafft werden. Gießt man später dazu kaltes Wasser, so fallen auf ein Theil Kochsalz mindestens 50 Theile Salpeter nieder, und da man dies sowohl, als das im Anfange Niederfallende alles für Kochsalz hält und es möglichst wegzuschaffen sucht, so muß ein großer Theil Salpeter als Kochsalz herausgekrückt werden. Wie groß dieser Antheil ist, läßt sich überschlagen, wenn man annimmt, es dampfte von der ganzen Wassermenge $\frac{1}{5}$ ein, es blieben also 800 Theile Wasser; wenn diese erkalten, behalten sie 160 Th. Salpeter zurück, und geben nach dem kalten Auswaschen nur 1600 Th., und wenn wir 10 pCt. Abgang an Salpeter beim Waschen rechnen, so enthalten sie nur 1760 Theile Salpeter, es fehlen also 620 Th. Salpeter von den in den Kessel gebrachten 2550. Diese Reinigungsmethode schafft daher mit 100 Kochsalz immer 138 Salpeter zugleich fort.

Wir schlagen deshalb folgende, viel Zeit und Arbeit sparende und auch in Bezug auf das Ausbringen, wie es scheint, vortheilhaftere Methode für allen Salpeter, der mehr als 11 pCt. Kochsalz hat, vor, wobei wir, um irgend einen bestimmten Fall zu wählen, die obigen Annahmen auch hier festhalten wollen.

Man behandle 3000 Theile Salpeter auf ein-

mal bei langsam steigender Temperatur mit 1000 Wasser, so werden sich der sämmtliche Salpeter und 400 Th. Kochsalz auflösen; 50 Th. Kochsalz bleiben liegen, und können herausgeschafft werden. Man kann nun das Wasser bis auf 850 Theile verdampfen, ehe sich Salpeter ausscheidet, verdampft man es aber nur bis auf 900 Th., um sichrer zu gehen, so fallen noch 40 Th. Kochsalz nieder, die man wegschafft; läßt man nun die ganze Flüssigkeit in die Kristallisationsgefäße ablaufen und giebt während des Umrührens und Kristallisirens, wo immer noch eine große Menge Wasser verdampft, so viel Wasser von irgend welcher Temperatur zu, daß theils diese 900 Theile immer vollständig erhalten werden, theils auch noch außerdem der Unterschied der Auflöslichkeit des Kochsalzes im heißen (40) und im kalten Wasser (35 Theile) gedeckt wird (wozu also, da noch 320 Th. Kochsalz aufgelöst sind, wovon sich beim Erkalten $\frac{320}{40} \cdot 5 = 40$ Th. niederschlagen würden, 120 Th. Wasser gehören), so fällt gar kein Kochsalz, aber 2346 Th. reiner Salpeter nieder, (mithin 78,2 pCt.). Das Wasser enthält dann alles Kochsalz und 201 Th. Salpeter (d. h. 6,8 pCt. des Rohsalpeters). Nähme man aber diese Operation nur im Winter vor, wo man die Auflösung bis 0° erkalten kann, bei welcher Temperatur, 100 Th. Wasser nur 13 Th. Salpeter zurückhalten, so bekäme man eine Ausbeute von 2407 Th. Salpeter, also nur einen Abgang von 132,0 Th.

oder 4,4 pCt. des angewandten Rohsalpeters. Der auf diese Weise gewonnene Salpeter würde nur Einmal mit gesättigter Salpeterauflösung zu waschen seyn, die man, da nur etwas Kochsalz von der Mutterlauge anhängen kann, vielleicht zum Waschen von mehreren Salpeter-Mengen brauchen könnte, bis sie selbst mit Kochsalz gesättigt wären. Man thut sie dann zu den Mutterlaugen, und scheidet aus ihnen gemeinschaftlich den Salpeter, was nach den obigen Angaben leicht mit Vortheil geschehen wird.

Wir halten das Zugießen von reinem Wasser während des Abkühlens der Auflösung bei Reinigung von Salpeter der mehr als 11 pCt. Kochsalz enthält, für eine wesentliche Verbesserung, da nun das Kochsalz aufgelöst gehalten wird und das Abwaschen mit kaltem Wasser, was viel Zeit und Abgang kostet, fast wegfällt. Bei einem Salpeter, der mehr als 11,6 pCt. Kochsalz enthält, muß sich nämlich beim Erkalten der Auflösung von 300 Th. Rohsalpeter in 100 Wasser, selbst wenn man diese durch Zutropfen vollständig erhält, immer Kochsalz mit niederschlagen, da 100 Th. kaltes Wasser nur $3 \cdot 11,6 = 35$ Kochsalz aufgelöst enthalten können, während sie heiß 40 aufgelöst halten; es muß daher immer so viel Wasser zugegossen werden, daß das über 35 Th. im heißen Wasser befindliche Kochsalz aufgelöst bleibe; das sicherste ist dabei anzunehmen, das Wasser sey mit Kochsalz gesättigt, es

würde dann 5 Th. fallen lassen, man muß mit-
hin 14 Th. Wasser zugießen.

Bei einem Salpeter, der weniger als 11 pCt. Kochsalz enthält, hat die Reinigung noch geringere Schwierigkeit, man löst ihn dann im drittel heißen Wasser auf und läßt ihn kristallisiren, es bleiben bei der gewöhnlichen Temperatur 6,6 pCt. Salpeter nebst allem Kochsalz und für jede 7 pCt. Kochsalz noch 1 pCt. Salpeter in der Mutterlauge, die man abdampft und den Rückstand mit so viel kaltem Wasser begießt, als nöthig ist das Kochsalz heraus zu nehmen; das Wasser löst dann ein Salzgemenge auf, das ohngefähr auf 5 Theile Kochsalz 3 Th. Salpeter enthält, der übrige Salpeter bleibt rein zurück.

Man wendet in Frankreich jetzt eine eigene Probe für den fertigen Salpeter an. Man reagirt nämlich auf Chlor, nimmt an es sei an Natrium gebunden und fordert, daß nicht mehr als $\frac{1}{3000}$ Kochsalz, etwa auf 100 Pfd. 1 Loth, im Salpeter enthalten sey, welches die vom Reglement zugelassene Menge für den raffinirten Salpeter ist. Man macht die Probe mit 10 Grammes Salpeter, in dem also höchstens 0,0033 Gram. Kochsalz seyn dürfen und verfertigt eine Probeflüssigkeit worin 0,00967 Gram. salpetersauer Silber auf ein Gram Wasser kommen. Man löst die 10 Gr. Salpeter in kaltem Wasser auf und gießt ein Gr. Silberauflösung dazu; die 0,00967 Gr. salpetersauer Silber, welche diese enthalten, reichen gerade hin um das in 0,0033 Gr. Kochsalz ent-

haltene Chlor niederschlagen. Sobald die beiden Flüssigkeiten zusammengegossen sind filtrirt man, und theilt das Durchgelaufene in zwei Hälften; die eine versetzt man mit Kochsalz, die andere mit Silber-Auflösung; reagirt die erstere, so war weniger Kochsalz im Salpeter als $\frac{1}{3000}$; reagirt die letztere, so war mehr darin. — Diese Probe ist subtil und schwer auszuführen, da sich die Flüssigkeit nach dem ersten Zugießen der Silberauflösung schwer schnell klar filtriren läßt, und wenn man damit zögert, um das Chlorsilber erst absetzen zu lassen, sich das etwa überflüssige salpetersaure Silber, was der zweiten Reaktion wegen noch darin bleiben muß, durch das Licht zersetzt, und nicht mehr auf das zugesetzte Kochsalz reagirt.

In England wird nur ostindischer, schon einmal geläuterter Salpeter verwendet, der, wie wir sagten, sehr wenige Beimengungen hat (man rechnet im Maximum auf 5 pCt., wobei ein pCt. Feuchtigkeit) und bei dem daher ein nochmaliges Auflösen und Kristallisiren in kleinen Nadeln genügt. In dieser Gestalt nimmt er aber vielen Raum ein, was für See-Versendungen unangenehm ist; man schmilzt ihn daher in gußeisernen Kesseln, und gießt ihn nachdem in Brote, auf die, so lange sie noch warm sind, als Garantie der Reinheit der Fabrikstempel abgedrückt wird. In Faversham, wo wir diese Operation sahen, warf man, um ein Merkmal zu haben dafs die Temperatur nicht zu hoch steige und den Salpeter zersetze,

ein Stück Brot auf den schmelzenden Salpeter, das nicht anbrennen durfte, was bei etwa 250° R. geschieht. Es ist auch ohne dies Zeichen ein Zersetzen des Salpeters nicht leicht zu fürchten, da es erst beim Rothglühen des Kessels geschehen würde, wozu 200° R. über dem Schmelzpunkte des Salpeters gehören; doch darf man nicht über offenem Feuer schmelzen, weil sonst Kohlen hineinfallen würden, die einen Theil des Salpeters in kohlensaures Kali umwandeln; eben so kann ein von organischer Substanz noch verunreinigter Salpeter nicht ohne theilweise Zersetzung geschmolzen werden. Der geschmolzene Salpeter hält sich trockner als mehlartiger, aber er muß bei der Anwendung erst wieder gekleint werden. In Oestreich schmilzt man ihn ebenfalls, aber nur in Ziegeln zu 25 Pfd. Die Temperatur wird dort auf 280° R. gehalten.

Man hat vielfach versucht den Salpeter in seiner Wirksamkeit durch eine eigenthümliche Behandlung zu verstärken. Es sind aus den Zeiten der chemischen Dunkelheit uns viele Vorschriften der Art aufbewahrt worden, keine aber von allen dürfte sich bewähren. Das Befeuchten mit Wein, wodurch fremde Salze hineinkommen, wie das Beimengen von Kalk sind schädlich, obwohl das letztere von Bains und andern auf das dringendste empfohlen worden. — Der als Mystiker bekannte Hofrath Eckartshausen schlug 1802 vor einen oxydirten Salpeter auf die Weise zu bereiten, dafs man 1 Theil Kochsalz,

3 Th. Salpeter und 1 Th. Braunstein mit etwas Zucker im Siebe rüttelte bis sich der Geruch von salpetriger Säure zeige (?); dann sollte man das Gemenge mit verdünnter Schwefelsäure und Wein benetzen, und es in irdenen Geschirren stehen lassen, worauf nach seiner Versicherung in einigen Stunden der Salpeter schon Chlor enthalten soll. Dieser Salpeter sollte Sauerstoffreicher seyn (?) als der gewöhnliche, trockner bleiben an der Luft, und im Rückstande des damit bereiteten Pulvers kein Schwefelkalium lassen (?) — Wir haben diesen Versuch wirklich angestellt, und wie zu erwarten war, erstens keine Entwicklung von Salpetersäure beim Rütteln der trocknen Substanzen, und zweitens keinen andern als gewöhnlichen Salpeter bei der weiteren Behandlung erhalten, nur war er stark mit Kochsalz und schwefelsaurem Natrum verunreinigt.

Es hat nicht an Angaben gefehlt, die einen unreinen Salpeter für vortheilhafter wirkend halten ließen, als den chemisch reinen; namentlich wurde das russische Pulver angeführt, das einen nur zweimal geläuterten Salpeter enthalten, und besser seyn sollte, als das mit dreimal gereinigtem angefertigte. Wir brauchen auf die Widerlegung dieser ganz unhaltbaren Behauptungen nicht tiefer einzugehen.

2) Das chlorsaure Kali.

Das chlorsaure Kali *) ist 1786 von Berthollet entdeckt, der es auch selbst schon als Zusatz zum Schiefspulver in Vorschlag brachte. Bei diesem Salze ist die Zersetzung in Berührung mit brennbaren Substanzen eine andere als beim Salpeter, denn während dieser seine Säure frei macht und die Basis, wenn der Schwefel sie nicht zerlegt (s. unten), unverändert zurückbleibt, geben hier die Säure und die Grundlage ihren Sauerstoff zugleich ab, und die Radikale bleiben unter sich verbunden als Chlorkalium zurück. 100 Theile chlorsaures Kali, bestehend aus 38,5 Kaliumoxyd und 61,5 Chlorsäure, geben 38,6 Sauerstoff und lassen 61,4 Chlorkalium als Rückstand. — Trotz dem, daß hier also nur eben so viel Sauerstoff frei wird, als beim Salpeter, und der Stickstoff, der bei jenem auch noch die Gasmenge mehrt, hier fehlt, ist doch die Wirkung des chlorsauren Kali's energischer, weil beim Salpeter der Stickstoff, der selbst mit den brennbaren Substanzen keine Verbindung eingeht, oft einen Theil Sauerstoff zurückhält, und ferner, weil in dem chlorsauren Kali der Sauerstoff viel lockrer gebunden ist als im Salpeter, daher die Entwicklung leichter und

*) Dies Salz kommt auch häufig unter dem Namen überoxydirtsalzsäures Kali und Kali oxymuriaticum vor, wodurch der Name muriatisches Pulver (*poudre brontique* in Frankreich) im Gegensatz von Salpeterpulver entstanden. Fälschlich heißt es auch Chlorkali.

rascher vor sich geht. Das damit bereitete Schiefspulver (muriatisches) entzündet sich deshalb viel schneller und kräftiger, und die Wärme, die ein starker Schlag erzeugt, reicht hin, es zur Detonation zu bringen, worauf die Gefährlichkeit seiner Bereitung und seine Anwendbarkeit zur Perkussionszündung beruht. Noch nicht ganz erklärt ist die vielfach in mehreren Ländern wiederholte Erfahrung, daß bei der Entzündung des muriatischen Pulvers durch Erwärmung, selbst wenn sie noch so gewaltsam geschieht, das Pulver niemals so heftig wirkt, als wenn es mittelst eines Schlages entzündet worden.

Beim Entzünden eines Pulvers das chlorsaures Kali enthält, wird ein Theil des Chlors mit ausgetrieben, in dem sich kohlen-saures Kali bildet, und dieses Chlor greift die Waffen an *), besonders das Eisen. Dies ist ein großer Uebelstand und ein Versuch, den ich schon früher anstellte, das Pulver mit kohlen-saurem Natrum zu versetzen, um das Chlor aufzunehmen, gab zwar ein gutes Resultat, allein die Entzündlichkeit des Pulvers wurde doch sehr verringert. Gay Lussac, der später denselben Weg einschlug, fand dasselbe Resultat. Er beobachtete ferner, was ich auch gefunden, daß das sich bildende Chlor-

*) In der Abhandlung von Gay Lussac, Pelissier und Aubert über die Perkussionszündungen wird gesagt, es sey dies eine Wirkung von schwefliger Säure; man riecht aber das Chlor ganz deutlich, und bei Detonation in Platin-Geschirren wird das Platin angegriffen.

kalium in feuchter Luft das Eisen ebenfalls sehr angreift.

Um das chlorsaure Kali darzustellen, leitet man in eine Auflösung von Pottasche Chlorgas, das aus einem Gemenge von Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure), und Braunstein, oder aus Schwefelsäure, Kochsalz (Chlornatrium) und Braunstein erzeugt wird. Es streicht erst durch Wasser, wo sich mit übergehende Chlorwasserstoffsäure absetzt, und dann in die Pottaschenauflösung, bis diese nichts mehr davon aufnimmt. Die Operation ist keinesweges leicht und gefahrlos und dürfte nur von sonst in chemischen Arbeiten geübten Technikern ausgeführt werden können. Die Gefäße springen häufig, die Flüssigkeit kocht bei nicht richtiger Feuerleitung über, und bei nicht gutem Verschluss der Gefäße entweicht Chlor, was sehr gefährlich für den Athmungsprozess ist und Brustentzündungen, ja Erstickungen herbeiführt.

Die Erklärung des vorgehenden Prozesses ist nicht ganz einfach. Aus Chlornatrium, Braunstein und Schwefelsäure entwickelt sich das Chlor auf die Weise, dass der Braunstein (Mangansuperoxyd) seinen überschüssigen Sauerstoff abgibt, um sich als Oxyd mit Schwefelsäure verbinden zu können; dieser zersetzt mit Hülfe der Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Natriumoxyd das Chlornatrium und macht das Chlor frei. — Tritt dies nun in die Pottaschen-Auflösung, so entzieht es einem Theil des Kali's die Kohlen-säure, die nun mit dem übrigen Kali doppeltkoh-

lensaures Kali giebt. Kommt mehr Chlor hinzu, so wird auch dies Salz zersetzt und die Kohlensäure entweicht; es bildet sich durchgehend chlorigsaures Kali und wenn auch nun noch ferner Chlor hinzu kommt, so zerlegt sich dieses Salz so, daß $\frac{1}{3}$ desselben seinen Sauerstoff abgiebt und zu Chlorkalium wird, während sich die zwei andern Drittel durch jenen Sauerstoff höher oxydiren und zu chlorsaurem Kali werden, was als ziemlich schwer in Wasser auflöslich zu Boden fällt. Man löst es nochmals in drei Theilen Wasser auf und läßt es von Neuem kristallisiren, wo etwas mit niedergefallenes Chlorkalium in der Auflösung bleibt.

Eine einfachere, aber noch nicht eingeführte Methode der Gewinnung ist, daß man Chlorkalk so lange erhitzt, bis er Pflanzenfarben nicht mehr bleicht; er zerlegt sich dabei in chlorsauren Kalk und Chlorkalcium. Löst man die Masse dann in heißem Wasser auf und setzt Chlorkalium zu, so fällt beim Erkalten chlorsaures Kali in Kristallen nieder.

Ob käufliches chlorsaures Kali rein sey erkennt man, wenn man etwas davon auflöst, und einige Tropfen salpetersaures Silber hineinfallen läßt. Es darf davon nur eine schwache Trübung entstehen, sonst ist zu viel Chlorkalium darin.

Das reine chlorsaure Kali ist vollkommen luftbeständig, bildet dünne glänzende Schuppen, hat ein spez. Gewicht von 1,98; — bei 160° R. schmilzt es, giebt reines Sauerstoffgas und läßt Chlorka-

lium zurück; für sich allein kann es ohne die mindeste Gefahr zerrieben werden. Von Schwefelsäure wird es unter Funkensprühen zersetzt.

In 100 Theilen Wasser lösen sich auf bei:

0° R.	3,32	Theile
39,2° "	18,96	"
83,0° "	60,40	"

3) Die knallsauren Salze.

Die knallsauren Salze unterscheiden sich wesentlich dadurch vom Salpeter und dem chlor-sauren Kali, dafs, wenn diese nur durch einen brennbaren ihnen zugefügten Körper bei der Erwärmung mit Explosion zerlegt, an sich aber ohne alle Gefahr der Entzündung behandelt werden können, die knallsauren Salze dagegen schon alles was sie zur explosiven Zerlegung bedürfen in sich vereinigen, und dafs sie daher als ein völlig fertiges Explosionspräparat betrachtet werden können, während jene nur erst durch Beimengungen dazu werden. Brennbare Zusätze zu den knallsauren Salzen wirken nicht, wie dort zur Erzeugung und Erhöhung der explosiven Kraft, sondern gerade zur Schwächung der Explosirbarkeit, besonders zur Verlangsamung derselben.

Die Art der Wirkung dieser knallsauren Salze ist noch nicht genug erkannt, sie hat noch viel Räthselhaftes.

Erst in der neuesten Zeit hat man angefangen von diesen Salzen, die man bisher Knall-

präparate oder Knallmetalle nannte, Gebrauch in der Feuerwerkerei zu machen. Die früher nur bekannten Knall-Silber und Gold sind zu leicht entzündlich und wirken zu zerstörend, als das man irgend mit größeren Mengen hätte umgehen können.

Das Howard'sche Knallquecksilber, das erst später entdeckt wurde, ist weniger entzündlich und zerstörend, und findet daher auch wenigstens als Zündpräparat Anwendung. Vergnaud und andere haben sich zwar bemüht, die Gefahrlosigkeit der Bereitung dieses Salzes darzuthun; allein, wenn es auch allerdings dem Knallsilber nicht an Entzündlichkeit gleich kommt, so bleibt es doch immer im hohen Grade gefährlich damit umzugehen; wir werden zwar die Bereitung des Präparats hier angeben, weil es schon Eingang in die Feuerwerkerei gefunden, doch halten wir es für Pflicht, Jeden nicht in ähnlichen Operationen schon sehr Geübten, vor der Anfertigung zu warnen, und verweisen diejenigen, die uns, auf andere Gewährsmänner gestützt, nicht glauben wollen, auf die Anzeige Eines der vielen Unglücksfälle in Schweiggers Journal der Chemie XIII. 121., wo durch das bloße schwache Reiben eines Papiers, worauf Knallquecksilber gelegen hatte, eine Explosion entstand, die dem Reibenden die Hand kostete. Etwas ähnliches soll sich neuerlichst in einer deutschen Zündhütchen-Fabrik ereignet haben. — Man darf das Knallquecksilber nicht in Flaschen mit Pfropfen,

noch in Schachteln aufbewahren, sondern nur in losen Papieren, und in sehr kleinen Mengen.

Das Knallquecksilber wird auf folgende Weise dargestellt. Man übergießt in einem gläsernen Kolben 1 Theil Quecksilber (höchstens 1 Gramm) mit 9 Theilen Salpetersäure von 42° Beaumé, erwärmt das Ganze in einem Sandbade, bis alles aufgelöst ist; dann läßt man die Flüssigkeit erkalten und 24 Stunden ruhig stehen. Darauf wird sie wieder im Sandbade lau gemacht und dabei $\frac{1}{2}$ Theil Alkohol von 85 pCt. hinzugegossen. Es entsteht ein Aufkochen unter Entwicklung rother nach Aether riechenden Dämpfe, man rührt um, nimmt dann nach 3 — 4 Minuten den Kolben vom Sandbade, und läßt ihn ruhig stehen. Es setzt sich allmählig ein kristallinischer Niederschlag ab, der Knallquecksilber ist; die Flüssigkeit wird behutsam abgegossen, der Rückstand wiederholt mit destillirtem Wasser ausgewaschen, und dann auf einem Filtrum im Schatten getrocknet. Man erhält auf diese Weise $1\frac{1}{4}$ Theil Knallquecksilber. Es ist zusammengesetzt aus Quecksilberoxyd und einer Sauerstoffsäure, deren Grundlage (Cyan) aus Stickstoff und Kohlenstoff besteht. Bei der Verpuffung entwickelt sich Stickstoff und Quecksilberdampf. Der Kohlenstoff bleibt fast unverbrannt zurück und es beträgt der Rückstand überhaupt 75 pCt. der angewandten Menge. Es giebt etwa halb so viel Gas, als das Schiefspulver ($\frac{8}{9}$ Kubikzoll Gas der Gran Knallquecksilber $\frac{1}{2}$ das Pulver), entwickelt dies aber

in sehr viel kürzerer Zeit. — Eben durch diese Schnelligkeit der Wirkung äußert Knallquecksilber fast gar keine treibende, sondern nur eine zerschmetternde Kraft, weshalb es auch fast bei allen damit angestellten Versuchen den Lauf, in den man es lud, zerschmetterte oder stark beschädigte, ohne die vorliegende Kugel viel weiter als aus dem Laufe zu treiben; dennoch vermehrt es die Treibkraft des Schießpulvers, besonders bei schwachen Ladungen und kurzen Läufen nicht unbedeutend, wenn es diesem schon bei der Bearbeitung in kleinen Mengen zugefügt wird.

Das Knallquecksilber verpufft nach den Untersuchungen Gay Lussac's, Pelissier's und Aubert's leichter in Kristallform, als gepulvert, leicht durch einen Schlag von Eisen auf Eisen, weniger leicht durch einen Schlag mit Eisen auf Bronze, noch schwieriger mit Marmor auf Glas, oder Marmor mit Marmor und Glas mit Glas. Ein Schlag auf Blei mit Eisen entzündet es sehr schwer, gar nicht mit Eisen auf Holz. Reiben von Holz auf Holz entzündet es leicht, schwerer von Marmor auf Marmor, von Eisen gegen Marmor, und noch schwerer von Eisen gegen Holz und Marmor. — Bei Befeuchtung mit Wasser vermindert sich die Entzündlichkeit. In den Fabriken benetzt man es mit 30 pCt. Wasser, wo dann die Gefahr unbedeutend wird.

Seine Kraft suchten die eben Genannten näher zu erforschen. 30 Grammes locker in Kartentpapier gehüllt und auf den Boden einer Tonne

gelegt, schlugen ein rundes scharfes Loch hinein, 25 Gramm in freier Luft auf einem Brette entzündet, zerschmetterten dies und schlugen noch ein Loch in die Erde.

Nach andern Versuchen sprengte ein Loth Knallquecksilber eine Bombe, die sonst nur durch 10 Loth Schiefspulver gesprengt werden konnte. Eine andere Granate, die 6 Loth Pulver bedurfte, wurde durch 2 Quentchen des Knallpräparats gesprengt. Der Lauf einer Eprouvette, die 11 Gran Pulver faßte, wurde mit Knallquecksilber gefüllt abgeschossen; sie rifs auf, ohne dafs der, welcher sie in der Hand hielt, es fühlte.

Die Flamme des reinen Knallquecksilbers theilt sich nicht weit mit, und neben Schiefspulver gelegt, bläst es dies auseinander, ohne es zu zünden; ja wenn man einen Streifen Pulver mit einem Streifen Knallsalz verbindet, und ersteren entzündet, so wird, wenn das Feuer nahe kommt, auch das Salz mit grofser Heftigkeit verbrannt, und dies geschieht so rasch, dafs es noch den letzten Theil des Pulverstreifs unverbrannt auseinander wirft. Mengt man das Knallsalz mit Mehlpulver oder Salpeter, so zündet es Pulver sehr gut, doch auch hier nur dann, wenn es in einen Kanal eingeschlossen ist, nicht wenn die Flamme sich frei bewegt. Vergnaud hat daher die kaum zu vertheidigende Ansicht aufgestellt, als wirke es mehr durch seinen Stofs, als durch seine Hitze entzündend auf Schiefspulver.

Die gewöhnliche Verunreinigung des Knall-

quecksilbers ist salpetersaures Quecksilber. Um es zu untersuchen, rühre man es behutsam in warmem Wasser um, und filtrire. In die Flüssigkeit stellt man eine blanke Kupferplatte; es dürfen sich dann nur Spuren eines weissen Metalles daran anlegen. — Schlecht bereitetes Knallquecksilber hat oft freie Salpetersäure, man erfährt dies am leichtesten, wenn man es in Wasser wäscht, und in dieses blaues Lackmuspapier taucht. Wird dies geröthet, so war Salpetersäure im Knallquecksilber.

4) Die Kohle.

In der neuen Pulverbereitung spielt die Kohle eine Hauptrolle, indem man ihren Eigenthümlichkeiten einen fast gröfseren Einflufs auf die Wirkung des Pulvers beimifst, als dem Mischungsverhältnisse selbst. Aus diesem Grunde stellt man jetzt, besonders in England, bei den Verkohlungsöfen die intelligentesten Arbeiter an, und wählt das Kohlholz, und behandelt es vor dem Verkohlen mit der gröfsten Sorgfalt. Die ältesten Feuerwerker*), z. B. Boillot 1605, sprechen zwar schon von dem wichtigen Einflufs der Kohle; doch zu Ende des vorigen Jahrhunderts stellten ihn Beaumé und andere ganz in Abrede, und erst Proust's und Cossigny's Untersuchungen zeigten die wichtigen Unterschiede der

*) Die alten französischen Feuerwerker nennen die Kohle *Aigremore*.

Kohle, je nachdem sie aus andern Stoffen dargestellt worden. In der neuesten Zeit trat aber der Einfluss des Grades der Verkohlung, dem man sie unterworfen, noch viel bedeutender hervor, als der des Grundstoffs. Man glaubte früher, dass die Beimischung des Schwefels die großen Verschiedenheiten der Kohle genügend ausgleichen und dass man z. B. auch eine harte feste Kohle zur Pulverfabrikation mit Vortheil anwenden könne, wenn man 1 pCt. mehr Schwefel zugebe; doch wird die weiter unten folgende wissenschaftliche Erklärung der Mischungsverhältnisse zeigen, dass dem wohl nicht füglich so seyn könne.

Die Hölzer, woraus die Kohlen für die Feuerwerkerei bereitet werden, bestehen ihrer mechanischen Zusammensetzung nach aus der Holzfaser, aus einer Art häutiger Gefäße (Spiralgefäße), die zwischen den Fasern liegen und den Saft leiten, und aus dem Pflanzensaft selbst, der vegetabilisches Eyweiß, einen extraktartigen Stoff, und mehrere pflanzensaure, besonders essigsaurer Salze in Wasser aufgelöst enthält. Der eigentlich brauchbare Theil des Holzes zur Pulverkohle ist nur die Faser; könnte man die übrigen Substanzen ganz daraus fortschaffen, so würde die Kohle unendlich gewinnen, da die Kohle dieser Substanzen nicht leicht entzündlich, und überdies reich an Salzen, besonders an kohlensaurem Kali ist, das sich bei der Verbrennung der pflanzensauren Kalisalze bildet, und der Kohle hygroskopische Eigenschaf-

ten mittheilt. Je mehr die Säfte durch Auslaugen vor dem Verkohlen herausgezogen werden, desto weniger Rückstand läßt die Kohle beim Einäschern, und desto leichter entzündlich ist sie.

Guter Flachs, der, wenn er gehörig geröstet und entschält worden, fast nur aus Fasern besteht, giebt daher auch nach Proust die beste Pulverkohle, wobei man noch den ökonomischen Vortheil hat das beschwerliche Vorbereiten des Holzes, so wie auch das Kleinen der Kohle zu ersparen; doch zeigt andererseits sich dabei der Uebelstand, daß die sehr feinen spitzen Fasern derselben bei der Kleinung umherfliegen, und den Arbeitern Brustschmerzen erregen. — Ist ferner der Flachs nicht sehr gut entschält, so bildet die Rinde beim Verkohlen einen Ueberzug von Glanzruß über der Faserkohle, und macht sie schwer verbrennlich. Dennoch bereitet man in dem sonst berühmten Dorfe von Toboso noch jetzt sehr viel solche Kohle, und in Spanien und Italien bedient man sich ihrer überhaupt noch immer fast ausschließlich. Man trägt dort den trocknen Flachs in Gruben ein, zündet ihn an, wenn die Flamme durchkommt, legt man eine neue Schicht auf, und fährt so fort bis die Grube voll ist, befeuchtet dann, um die Verbrennung zu hemmen, die obere Schicht, wirft die Kohle heraus, und zerreibt sie in einem Siebe. Es scheint als hielte sich mit dieser Kohle bereitetes Pulver nicht so gut, als gewöhnliches; in den italiänischen Pulvermühlen,

wirft man ihm vor, es setze sehr vielen Staub ab. — Es scheint, als könne man die Leinwandkohle, die ja eben nichts weiter als Flachskohle ist, mit ganz gleichem Erfolge und ohne die genannten Beschwerden brauchen; der daraus bereitete Zunder zeigt den außerordentlich hohen Grad von Entzündlichkeit, den sie vor allen andern Kohlen voraus hat. Sie würde daher in kleinen Quantitäten dem Jagdpulver zugemengt, vielleicht ein außerordentlich gut zusammen brennendes Pulver geben. Dies wußten die Alten schon, welche ihre beste Pulverkohle aus Tischlinnen bereiten. Diese Art Kohle giebt dem Pulver eine größere Dichtigkeit (0,869 : 0,847) und größere Wurfweiten (288 : 253), als die Faulbaumkohle, wie die Versuche in Essonne gezeigt; dagegen soll nach andern in Deutschland angestellten Versuchen Pulver mit Leinwandkohle zu locker bleiben, was vielleicht bloß an dem angewandten Mengungs-Verfahren liegen mag. Papierkohle glimmt schlechter als Zunder, da sie Alaun und schwer verbrennliche Leimkohle enthält.

Stroh und andere Gräser und Halme geben eine harte, viel kieselerdehaltige Kohle, die daher nicht hinreichend entzündlich ist, dagegen lassen nach englischer Erfahrung die Bohnenstengel eine Kohle, die fast eben so gut ist als die des Flachses.

Man sieht aus allen diesen Erscheinungen, daß eben nur die vegetabilische Faser im Stande ist, eine leicht entzündliche Pulverkohle zu geben,

und dafs man danach streben müsse, im Kohlholz sie möglichst von den übrigen Substanzen zu befreien, deren Kohle weniger spiefsig, mehr kugelig, leichter schmelzbar, dichter, und daher in jeder Beziehung weniger entzündlich ist, als die der Faser.

Da besonders die Pflanzensäfte, wie wir erwähnten, eine der Kohle sehr nachtheilige Beimengung, nämlich das zerfliefsliche kohlenaure Kali geben, so mufs man von vorn herein diese möglichst unschädlich zu machen suchen. Man schneidet das Kohlholz deshalb nur, wenn die Bäume im vollen Saft stehen, wo die Pflanzensäfte sehr wässrig und arm an Salzen sind, und sich grösstentheils nach den Extremitäten, in welchen sich das Leben des Baumes und sein Wachstum entwickelt, also nach den äufsersten Zweigen und dem Laube hinzieht; diese dürfen deshalb und auch weil ihre Faser noch gar zu wenig ausgebildet ist, nicht mit verkohlt werden, eben so wenig die Rinde und das Mark, die starke Saftleiter sind und fast keine Faser enthalten; harte Hölzer, die eine starre krumme, verworrene Faser haben, geben eine schwerbrennbare und schwerzerreibliche Kohle; fast eben so verhält sich auch das weiche gradfaserige Holz, wenn es alt wird. — So warf bei einem Versuche in Schweden ein Pulver mit Kohle aus jungem Erlenholz bereitet, mit dem Probemortier um $\frac{1}{4}$ der gewöhnlichen Wurfweite des aus altem Erlenholz dargestellten, weiter.

Es ist nach diesen Vorausschickungen leicht verständlich, warum man nun das Kohlholz am liebsten im Frühjahre schlägt, nur weiches Holz und davon wieder nur die 1 bis 2'' starken Zweige wählt, die Rinde abschält, das Laub wegwirft und die groben Zweige spaltet, um so das saftreiche Mark zu entblößen und durch das Feuer zu zerstören.

Je mehr man die Faser des Holzes auch nach dem Schlagen noch von den übrigen Bestandtheilen befreien kann, desto besser (d. h. entzündlicher und aschenfreier) wird, wie wir sagten, die Kohle. In England setzt man zu diesem Zwecke das abgeschälte Holz in Haufen aufgestapelt, 10 — 12 Jahre der Witterung aus, um durch den Regen die Säfte ausspülen und durch Einwirkung von Luft und Sonne die Spiralgefäße zerstören zu lassen. Die Faser, die für das Holz das, was dem Thierkörper das Knochengüst ist, widersteht wie dieses sehr lange der Zersetzung durch Fäulnis. Es lösen sich bei solchem, lange der Atmosphäre preis gegebenen Holze die übrigen Bestandtheile heraus, die Farbe wird immer grauer und zuletzt bleibt Nichts als die locker aneinander hängenden Fasern übrig, indem durch das allmähliche Aufreißen des Holzes sich die zerstörende Wirkung der Atmosphäre bis ins Innere fortpflanzt und auch das Mark erfasst und zerstört. Dieses Vorbereitungs-Mittel ist daher zwar sehr sicher, allein es hat auch manche Uebelstände; es ist einmal sehr

zeitraubend, man bedarf bei großen Anstalten bedeutender Räume und Anlags-Kapitalien, eine Feuersbrunst kann den mehrjährigen Vorrath aufzehren, und ferner, was eben so übel ist, man kann es nicht verhindern, daß sehr viel Sand und andere Unreinigkeiten auf das Holz geweht werden.

Es wäre daher gewiß wünschenswerth, daß bequemere Methoden dieselbe Wirkung hervorzubringen, gefunden würden. Ich habe deshalb mehrere Versuche vorgenommen. Die einfachste Methode dürfte, wie es schien, seyn, das Kohlholz zu dampfen, ganz in der Weise, wie es mit den Hölzern zum Schiffbau geschieht. Das Holz wird dabei in eisernen Cylindern längere Zeit dem durchströmenden heißen Wasserdampfe ausgesetzt, der alle Säfte auszieht; doch kann er die Saftleiter wohl nicht zerstören. Dies gelingt besser mit Chlor, und diese Substanz, die beim Bleichen die Verrichtungen der Atmosphäre mit so vielem Glücke übernimmt, würde hier vielleicht auch in wenigen Tagen erzwingen, wozu jene Jahre bedarf. Das Holz müßte vor dem Dampfen oder Auskochen noch gespalten werden, um die Einwirkung noch zu erleichtern; die dickern Enden müssen der Eintritts-Oeffnung des Dampfes zugelegt werden. Wenn man mit dem Dampfe allein ausreichte, so wäre es sogar leicht möglich das Verkohlen unmittelbar auf das Dampfen und in denselben Gefäßen vornehmen zu lassen.

Durch das blofse Auskochen erreicht man auch schon eine ziemlich starke Verminderung des Aschenrückstandes, da der Saft den gröfsern Theil der Asche liefert, welche die Holzkohle überhaupt läfst. So giebt frisches Haselnufslaub Asche, woraus man 26 pCt. des Laubgewichts in Wasser lösliche Salze erhält, nach starkem wiederholten Auskochen des Laubes giebt es aber nur 20 pCt.

Proust glaubte gefunden zu haben, dafs eine vollkommen aschenfreie Kohle schlechter brenne, als die etwas Asche enthaltende. Seine Resultate sind aber insofern nicht beweisend, als er die von ihm angewandte aschenfreie Kohle aus Oel gewonnen hatte, diese daher nicht farrig sondern kuglig, und deshalb schon weniger entzündlich, und vielleicht ferner noch zu stark geglüht und von allem Wasserstoff befreit war, wodurch man jede Kohle schwer entzündlich machen kann, was man damals noch nicht wufste.

Aus demselben Grunde giebt wahrscheinlich auch Graphit, der eine in der unorganischen Natur vorkommende ziemlich reine und ganz wasserstofffreie Kohle ist, mit Salpeter eine so sehr langsame Verbrennung, dafs sie ohne Beimengung von Schwefel fast gar nicht hervorbringen ist. Auch mit Chlorsaurem Kali wird die Verbrennung sehr langsam, und eine Verpuffung durch den Schlag ist mir niemals gelungen. Eben so schwer mit Salpeter brennen nach Proust's Untersuchung auch die Kohle

von Mehl, Reis, Galläpfel, Heidekraut, Indigo, Leim, Leder, Blut, was bei den meisten dieser Kohlen gewifs am Stickstoffgehalte liegt.

Ein Verkohlen des Holzes durch kalte concentrirte Schwefelsäure giebt allerdings ein starkes Ausbringen, weil bei ihrer Einwirkung fast gar kein Kohlenstoff absorhirt wird, auch würde diese Methode überdies wohlfeil seyn, und man hätte den Vortheil kein kohlensaures Kali in der Kohle und der Asche zu erhalten; allein die so gewonnene Kohle scheint zu wasserstoffleer, indem die Schwefelsäure vermöge ihrer Verwandtschaft zum Wasser dem Holze fast allen Wasserstoff und Sauerstoff entzieht und zu Wasser umbildet, und deshalb ist sie auch wohl schwer entzündlich und zerreiblich und dabei kaum wieder von der Schwefelsäure zu befreien.

Das spezifische Gewicht der Kohle ist neben dem Grade der Verkohlung den man angewandt, in gewissem Grade abhängig von der Dichtigkeit der Holzfaser selbst und der Innigkeit ihres Gewebes, was beides bei verschiedenen Holzsorten verschieden ist. Das spezifische Gewicht der Kohle ist aber auf ihre Wirksamkeit im Pulver und den Feuerwerkssätzen von hoher Wichtigkeit, weil es das Volumen und die Flächengröße eines bestimmten absoluten Gewichts Kohle bedingt. Aus dieser Eigenschaft und der eigenthümlichen Entzündlichkeit der Kohlenpartikel, die wieder durch ihre Form und den Wasserstoffgehalt bedingt zu werden scheint, geht

daher die verschiedene Wirkung verschiedener Kohlen hervor. Im allgemeinen scheint die Kohle in dem Maasse an Entzündlichkeit abzunehmen als sie ein größeres spezifisches Gewicht hat. Doch ist nach Cossigny's Untersuchungen die leichteste Kohle auch nicht immer die Beste. Sehr leichte Kohlen können schwer zerreißlich und verbrennlich seyn, welches letztere wieder an der Form der kleinsten Theile liegen mag. Leichte Kohlen sind dabei immer hygroskopischer als schwere, weil diese Eigenschaft von der Flächengröße abhängt. — Unrichtig ist es übrigens, wenn die Lehrbücher angeben, die leichtesten Hölzer gäben auch immer die leichtesten Kohlen.

Die Praxis hat in den einzelnen Ländern sich für verschiedene Holzarten erklärt. Die harzigen Hölzer sind von der Wahl ganz ausgeschlossen, weil das Harz eine pulvrige schlecht brennende Kohle giebt, wie dies Cossigny auch in besonderen Versuchen dargethan; nur die Fichte scheint nach Proust brauchbar. *) Die Alten nahmen Haselnufs und Weide, im Nothfall Linden und Wachholder. In England nimmt man

*) Nach Proust's Versuch Gemenge von 72 Salpeter mit 12 Kohle verschiedener Substanzen zu verbrennen, und die Brennzeit gleicher Mengen zu beobachten, gaben die Kohlen folgende Reihe: Nufsbaum 29 Sekunden, Kastanie 26, Maisstengel 25, Haselnufs und Faulbaum 23, Spindelbaum 21, Fichte 17, Weinrebe 13, Hanf 10, dagegen gab Zuckerkohle 70, Coaks 50, Maiskörner 55.

jetzt am Liebsten das Holz der schwarzen Korne-
 neliuskirsche (blak dogwood) und Erlen (Alder-
 wood). Letztere ist auch in Schweden gebräuch-
 lich (Al). In den meisten Pulvermühlen wird
 Faulbaumholz gewählt, und wenn in Frank-
 reich auch neben ihm Pappel-, Linden- und
 Spindelbaumholz angewandt wird, so nimmt man
 zu den feineren Sorten doch bloß Faulbaum;
 die Regierung hat das ausschließliche Recht
 alles Holz dieser Gattung zu kaufen, und zwar
 zu bestimmten Preisen. — In Spanien wendet
 man neben Flachssehäben, auch Oleander, Taxus
 Weiden und Weinreben an. — Viele Privatwerke
 in England nehmen Haselnufs, Hollunder und
 Weide und halten sie für gleich gut mit Faul-
 baum. Nach Letort giebt auch ächtes und wil-
 des Kastanien- und Lindenholz gleich gute Kohle
 als dieses. Champy soll auch Eichenkohle mit
 Glück versucht haben.

Bei der Operation des Verkohlens wird die
 chemische Zusammensetzung des Holzes wich-
 tig. Es besteht das Holz aufser den Salzen
 und Erden aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sau-
 erstoff. Im Durchschnitt enthalten die Hölzer
 im lufttrocknen Zustande

38 Kohlenstoff,	} würden 36 Wasser geben,
32 Sauerstoff	
4 Wasserstoff	
1 Salze und Erde,	
25 durch scharfes Trocknen zu entfernen- des Wasser,	

Ist das Holz frisch gefällt, so kann das durch Trocknen wegzuschaffende Wasser bis auf 40 pCt. steigen. Man muß daher, wenn man das Kohlenholz von Lieferanten kauft durch Trocknen einer Probe den Wassergehalt bestimmen.

Völlig ausgetrocknetes Holz enthält danach:

50,67 Kohlenstoff,	} würden 48 Wasser geben,
42,67 Sauerstoff	
5,33 Wasserstoff	
1,33 Salze und Erde,	
<u>100,00.</u>	

Das Holz, wie es gewöhnlich zum Verkohlen angewandt wird enthält 10 — 15 pCt. freies Wasser.

Erhitzt man das Holz, so entweicht zuerst das bloß eingesogene Wasser, dann verbindet sich der größte Theil des Wassers und Sauerstoffs mit einander ebenfalls zu Wasser und entweicht mit; wird die Hitze stärker, so verbindet sich fast der ganze übrige Sauerstoff mit Kohle und entweicht als Kohlensäure und Kohlenoxydgas; ein Theil des Wasserstoffs tritt mit Kohle zu Kohlenwasserstoff in verschiedenen Abstufungen zusammen, und endlich verbinden sich Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff zu Essigsäure, flüchtigem Oel, Theer, die ebenfalls entweichen u. s. w. — Ist die atmosphärische Luft abgesperrt, so bleibt, wenn alle diese Verbindungen sich erzeugt haben und entwichen sind, je nachdem die Operation geleitet worden, noch 16 — 40 pCt. ziemlich reine Kohle zurück, wel-

.....

che die Gestalt des angewandten Holzes hat, und deutlich noch seine Textur zeigt. Hat aber die Atmosphäre Zutritt, so verbrennt auch diese Kohle noch weiter mit Sauerstoff den die Atmosphäre hergiebt, und es bleibt nichts als die unverbrennlichen Salze und etwas Kieselerde u. s. w. welche die sogenannte Asche bilden. — Wir haben es hier nur mit der ersteren Art, dem Verbrennen im abgeschlossenen Raume (der Verkohlung), zu thun. Das Holz wird dazu in Gruben, Oefen, Kesseln oder eisernen Cylindern verschlossen. Entweder man entzündet es und trennt es, wenn die Temperatur im Innern des Raumes hoch genug gestiegen, von der Atmosphäre, wo es sich dann von selbst weiter zersetzt; oder aber man erhitzt es von Aussen, ohne es mit dem Feuer unmittelbar in Berührung zu bringen; jedenfalls muß für die gasförmigen Produkte, die wir oben nannten, ein Ausweg gelassen bleiben, und je mehr und je rascher dieser sie ableitet, desto besser ist es für die Kohle, einmal weil sich die öligen Theile gern darauf niederschlagen, weiter verbrennen und sich als schwer entzündlicher Glanz Ruß über die eigentliche Faserkohle legen; und andererseits weil die Gase, wenn sie sich schnell bewegen die Salze mechanisch mit fortreißen, weshalb, wie unten noch näher angeführt werden wird, die Grubenkohle, wo dies weniger geschieht meist hygroskopisch wirkt.

Die Gase, die sich bei der Verkohlung entwickeln sind fast alle brennbar. Bei der Ver-

.....

kohlung in Cylindern, wo diese Entwicklung am regelmäfsigsten geschieht leitete man sie früher mittelst einer Röhre unter den Cylinder, zündete sie an, und heitzte durch sie das Holz bis zu Ende, wo dann das Verlöschcn der Flamme die Beendigung der Verkohlung zeigte; man fand aber, dafs die Hitze und somit der Prozeß sehr ungleichförmig werde, und dafs oft Explosionen vorkamen, wenn atmosphärische Luft in die Retorte eintrat und sich also Knallluft bildete die sich entzündete. Man zieht es daher jetzt vor sie unverbrannt abzuleiten, und bis zu Ende mit Holz, Torf oder Steinkohlen zu heitzen.

An der Farbe der Gase kann man, man mag sie entzünden oder nicht, den Standpunkt der Verkohlung sehr gut erkennen. Auch dies ist nur bei der Cylinderverkohlung gehörig zu beobachten. Im Anfange entweicht das Wasser als bläulicher Dampf; sobald die Hitze steigt, überwindet die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff die des Wasserstoffs zu demselben, die Nebelbildung hört auf, es folgt nun Kohlen-säure mit etwas mechanisch fortgerisnem Rufs der angezündet dunkelroth brennt, unangezündet dicke dunkelschwarze Wolken giebt. Je mehr die Temperatur zunimmt, desto weniger Kohlen-säure und desto mehr Kohlenoxydgas bildet sich, die Flamme geht dann ins bläuliche und dunkelblaue, das unentzündete Gas ins lichtgelbe über und wird feiner; der übriggebliebene Wasserstoff verbindet sich zu Kohlenwasserstoff und

macht die Gasflamme erst violett dann gelblich dann weiß, das unentzündete Gas noch lichter und feinwolkig. Je mehr sich Kohlenwasserstoff entwickelt, desto weißer und glänzender wird die Flamme, die aber nun sich bald verkleinert und zuletzt verlischt. In England unterbricht man die Operation, wenn das entzündete Gas violett blau brennt.

Glüht man die Kohle bis aller Wasserstoff vollkommen ausgetrieben ist, (mit dem technischen Ausdruck brennt man sie todt) so wird sie für die Pulverbereitung untauglich; sie entzündet sich dann schwer und wird ein guter Wärmeleiter, kühlt daher einen schon ins Glühen gebrachten Punkt schnell wieder ab, und verlischt leicht. Ist sie ganz wasserstofffrei, so glüht sie bei der Erhitzung fast ohne Verbrennung und wird augenblicklich wieder schwarz, sobald man sie vom Feuer wegnimmt. — In Schweden gab Pulver mit stark gebrannter Kohle 175'' Wurfweite, mit gelind gebrannter 254'' bei übrigens gleichen Verhältnissen. Bei einem anderortigen Versuche gab Schiefspulver mit im Cylinder ganz ausgeglühter Kohle mit dem Probemortier eine Wurfweite von 42 Ellen während ein Pulver das mit der aus demselben Holze aber schwächer gebrannten Kohle auf gleiche Weise bereitet war, 157 Ellen warf. Bei einem Versuche in Oestreich, wo man gewöhnliche und scharf ausgeglühte Kohle zum Zündersatz anwandte, brannten gleiche Längen der ausgeglühten zur gewöhnlichen wie 63 : 43.

Vergnaud glaubt deshalb es dürfte vortheilhaft seyn Wasserstoffgas über die frischbereitete noch warme Kohle zu leiten, damit es von ihr eingesaugt werde. Es wäre erst zu ermitteln, ob dieses blos absorbirte Wasserstoffgas gleiche Wirkung mit dem noch gebundenen Wasserstoff der Kohle habe.

Welche Quantität Wasser- und Sauerstoff am vortheilhaftesten für Pulverkohle ist, steht noch zu ermitteln.

Der von der Kohle zurückgehaltene Wasserstoff ist die Ursache der Flamme des Schießpulvers, die nur durch verbrennendes Kohlenwasserstoffgas gebildet wird.

Man kann von dem Augenblicke an, wo die Verkohlung begonnen hat, bis zu dem, wo der Wasserstoff vollkommen entwichen ist, sehr viele Unterabstufungen unterscheiden, die sich auch bei einem besseren Betriebe, z. B. bei der Cylinder-Verkohlung sehr wohl beliebig festhalten lassen. Man setzte früher, wie erwähnt, allgemein die Verkohlung so lange fort, bis die entwickelten Gase aufhörten entzündlich zu seyn und noch länger. Vor etwa 15 Jahren fing man an sie früher zu unterbrechen, wodurch man die sehr entzündliche rothbraune Kohle (*charbon roux*) erhielt. Spätere genaue Versuche zeigten, dafs man je nach der Dauer der Verkohlung alle Nüancen von Braun gewinnen kann. Je lichtbrauner die Kohle ist, desto höher wird das Ausbringen, denn desto weniger Substanz ist als Gas ausge-

trieben. Im Maximo bleibt bei vollkommen trockenem Holze, und wirklich durch und durch gedrungener Verkohlung 40 pCt. an Kohle. Da man aber gefunden (Vincennes 1826, 27), dafs eine solche Kohle wenigstens für Kriegspulver nicht anzuwenden ist, weil dies dann den mechanischen Zusammenhang der Röhre zu sehr angreift, und dafs diese Eigenthümlichkeit der Kohle ziemlich parallel mit der Gröfse des Ausbringens wächst, so geht man jetzt mit der Verkohlung gewöhnlich so weit, dafs höchstens 30 pCt. Kohle von getrocknetem Holze bleiben. Die braune Kohle giebt beim Glühen in verschlossenen Räumen viel Kohlenwasserstoff, das mit der atmosphärischen Luft detonirt, wodurch vielleicht neben der gröfsern Theilbarkeit und Endzündlichkeit dieser Kohle, die zerstörende Wirkung des damit bereiteten Pulvers entsteht.

Wir gehen jetzt zur Schilderung der verschiedenen Verkohlungsmethoden über. Die Alten trockneten das Holz erst sorgfältig, und verkohlten es dann in einer Art stehender Meiler. Jetzt wendet man diese Methode nirgend mehr an, da sie Sand in die Kohlen mengt, und eine genaue, gleichmäfsige Verkohlung nicht zuläfst.

Die Verkohlung in Gruben, welche mehrere Jahrhunderte lang Sitte war, hat den Uebelstand, dafs die Gase zuletzt nicht gut abziehen, und dafs sich die kohlensauren Salze und das brenzliche Oel leicht auf die Kohle niederschlagen; auch wird sie leicht mit Sand — und da man

einen Theil des Holzes wirklich verbrennen muß, um die nöthige Temperatur zur Verkohlung des übrigen zu erreichen, — auch mit Asche, also abermals kohlsaurem Kali, Kieselerde u. s. w. verunreinigt. Nach einigen Versuchen enthalten in Gruben bereitete Kohlen 1,51 pCt. zerfließliches Salz, das in einem wässerigen Aufgusse alkalisch auf Lackmus reagirt, also kohlsaureres Kali ist. Diese Erscheinung zeigt sich auch noch bei Pulver, das schon seit 10 — 15 Jahren mit solcher Kohle bereitete worden. Bei der Cylinderkohle findet sich keine solche Reaction. Ich fand bei Meiler- und Grubenkohle sehr schwache Reactionen, bei Cylinderkohle keine. Diese Verunreinigung der Kohle ist von Bedeutung, da sie das Pulver feucht macht. — Die auf diese Art bereiteten Kohlen muß man von Sand und Asche reinigen. Es geschieht dies auf einer Fege, oder indem man die Kohlen mit der Schaufel gegen den Wind wirft. — Von den Gruben verdienen die runden den Vorzug, weil sie sich länger halten, sie dürfen nicht mehr mehr als 15 Centner fassen; sehr passend sind zu dieser Verkohlung die gewöhnlichen Brodbacköfen.

Vorteilhafter als die Gruben-Verkohlung ist die in eisernen Kesseln, wo die Kohle wenigstens vor Verunreinigung mit Sand gesichert ist.

In großen gemauerten mit zwei Thüren versehene Öfen, wie sie in Frankreich Sitte waren, geht die Operation rasch, aber eine Regu-

.....

lirung des Betriebes, und das Erzielen einer bestimmten Kohlennüanze ist höchst schwierig, auch findet hier eine Verunreinigung mit Glanzrufs häufig Statt.

Ein ganz eigenthümlicher Verkohlungssofen befindet sich bei der Pulvermühle in Metz, er bildet den Uebergang von der Ofen- zu der Cylinder-Verkohlung. Er hat ganz die Form der neueren von innen zu heitzenden Zimmeröfen, und ist von Backsteinen erbaut $2\frac{1}{2}'$ im Gevierte, 5 bis 6' hoch. Ueber der Rostfeuerung befinden sich 4 Oeffnungen, eine über der andern, die hinten geschlossen sind. Jede Oeffnung ist 18'' im Gevierte und 6'' hoch. In diese passen eiserne Schubladen, worin das auf 6'' Länge zersägte Holz eingestellt wird. Jede Schublade hat hinten 2 Blechröhren zum Abzuge der Dämpfe und Flüssigkeiten; diese Röhren gehen durch 2 correspondirende Oeffnungen in der Hinterwand des Ofens, und leiten die Flüssigkeiten nach einem untenstehenden Gefäße. Wenn die Schubladen eingesetzt sind, werden sie luftdicht verstrichen. Die Wärmekanäle winden sich zwischen den Oeffnungen hindurch, und heitzen alle Schubladen zugleich. Die Färbung der Dämpfe zeigt, wenn es Zeit ist den Prozeß zu unterbrechen. Man feuert mit Torf und gewinnt 25 pCt. einer schwarzen guten Kohle.

In den meisten Ländern verkohlt man jetzt nach der schon erwähnten englischen Methode in Cylindern von Gufseisen oder Schwarzblech, die

in England seit dem Beginn des Revolutionskrieges eingeführt ist, aber auf den Kontinent durchaus nicht Wurzel fassen wollte. Sie scheint aus der Verkohlung in Kesseln hervorgegangen und die Erfindung eines englischen Bischoffs Land-Iaff zu seyn; sie ist erst durch Kollmanns 1802 in Frankreich bekannt geworden. Man versuchte sie dort bald; erhielt aber, wahrscheinlich weil man zu starke Hitze anwandte, schlechte Resultate. Die Verkohlung geschieht jetzt in weiten an beiden Enden offenen Cylindern; diese werden während des Verkohlens mit Thüren verschlossen, die aus zwei starken Blechscheiben bestehen, deren Zwischenraum der schlechteren Wärmeleitung wegen mit Asche oder Sand gefüllt ist. Die Cylinder liegen horizontal *) meist zu zwei bis auch zu 6 in gemauerten Oefen, die Blechnen in einem Lehmfutter gebettet, und die Flamme trifft sie entweder nur an der untern Seite ihrer Länge, indem die Mauerbögen sie auf der Seite fassen, oder sie umspühlt sie ringsum in Zügen. Durch Windpfeifen und Thüren kann man die Hitze beliebig leiten. Das Kohlholz wird in Stäben eingetragen, die von 3''' bis 1,5'' dick und fast so lang als der zwischen der Vorder- und Hinterthüre befindliche Raum sind. Doch müssen vorn und hinten einige Zolle leer bleiben. Man ordnet sie gern so, dafs die dünnsten

*) Die ersten Cylinder standen vertikal, die Verkohlung fiel aber in diesen sehr ungleich aus, weshalb sie fast überall wieder aufgegeben worden sind.

in die Mitte und die stärksten an die Cylinderwand kommen, in einigen Fabriken sortirt man sie aber so, dafs sie zu jedem Brande von gleicher Stärke sind. In einigen andern Fabriken Englands werden sie in Bunde gebunden, die starken Enden zusammen, und die Bunde durch eiserne Ringe zusammen gehalten. Vielleicht würden die Kohlen gleichmäfsiger, und der Prozeß ökonomischer, wenn man Röhren nähme, wie bei der Dampferzeugung, d. h. von etwa 4 bis 5'' im Lichten. — Sobald die Cylinder vollgeladen sind verschliesst man die Vorder- und Rückseite mit den Doppelthüren und verschmiert die Ritze mit Kitt von Thon und Kohlengestübbe. Die Vorderthüre wird auch wohl vermauert. Man heizt behutsam an und läfst die Temperatur allmählig steigen. In der Hinterthüre sind 4 eiserne Röhren angebracht, eine dient zum Ableiten der Gase und Flüssigkeiten, eine zum Einstecken der Proberuthe, die so lang als der Cylinder ist und die man herausziehen kann, um zu sehen, wie weit an jedem Punkte der Länge die Verkohlung gediehen; die zwei anderen sind zur Reserve weil man den Cylinder, wenn er auf der unteren Seite schon stark oxydirt ist, umdrehen und noch eine geraume Zeit anwenden kann, wo dann die beiden anderen Röhren in Thätigkeit kommen. Der gusseiserne Cylinder hält etwa 15 Jahre aus, der Blechne 5. Man mufs sehr langsam und vorsichtig anheizen, zumal wenn man die Gasröhre durch Wasser leitet, weil bei

plötzlicher Abkühlung das Wasser in den Cylindern hinaufgeht, und überhaupt auch die Fabrication unsicher wird. Die Hitze darf nicht bis zum Rothglühen steigen, so daß die Kohlen niemals zum Glimmen kommen; geschieht das, so werden sie wohl lockrer aber mit Asche verunreinigt; die beste Temperatur ist 250°. Auch achte man darauf, daß das Holz in der ganzen Länge des Cylinders zugleich und in gleichem Maasse verkohle; man kann viel durch die Vertheilung des Brennmaterials und durch die Gasröhre nachhelfen, die man vergrößert oder verkleinert, je nachdem die Hitze zu schnell vorn oder hinten wirkt. — Wenn bei Koppelung der Cylinder der eine stärker erhitzt wird als der andere, so muß er später gefüllt werden als dieser. — Man kann die mit der Gase fortgehende Holzsäure in Wasser auffangen; außerdem, daß der Verkauf dieser Säure die Kosten der Verkohlung etwas ermäßigt, wird auch durch dies Sperren der Gase die Hitze im Cylinder vermehrt; doch darf das Sperren nicht bis zu Ende der Operation fortgesetzt werden, weil sich sonst der immer zäher werdende Theer bei nicht hinreichend lebhaftem Luftzug auf die Kohlen niederschlägt. Den Theer kann man als Brennmaterial benutzen. — In England giebt man den Gasableitungsröhren unten mehrere Oeffnungen, die anfangs alle unter Wasser stehen. Nach und nach schöpft man Wasser ab, damit mehr und mehr Löcher frei werden; wenn das Maximum

der Gasentwicklung eintritt müssen sie alle von Wasser unbedeckt seyn; so wie sie wieder abnimmt, wird allmählig Wasser zugegossen, damit die Löcher wieder verschlossen werden und kein Luftzug entstehen kann, der die Kohlen verzehren und mit Asche beschmutzen würde. Während des Erkaltens müssen die Löcher ganz geschlossen seyn.

Man kann in jedem Cylinder ein- oder zweimal des Tages verkohlen, je nach der Gröfse und Einrichtung. Das erstemal dauert es 6 bis 8 Stunden, in gufseisernen Cylindern, in blechnen eine Stunde kürzer, das zweitemal bei allen Cylindern eine Stunde weniger weil der Ofen dann schon warm ist. In 4' lange und 2' im Lichten weite Cylinder kann man jedesmal 80 Pfd. Holz laden, sie geben bei einer Heizung von 6 Stunden 28 bis 30 pCt. schwarze Kohle und bei einer 12stündigen 38 bis 40 pCt. braune. Für jede Brennung gehen 55 bis 76 pCt. (des verkohlten Holzes) an Holz oder 132 Torf auf. Die Wasserdampfentwicklung fängt nach einer Stunde, die der Gase nach 3 — 4 Stunden an. *)

Um die Wärme besser zu benutzen hat man versucht in die gufseisernen Cylinder blechne mit Holz gefüllte einzuschieben, diese nach be-

*) Hat man das Holz im Cylinder nicht alles völlig verkohlt, so schwelen die noch übrigen Stücke nach, die fertige Kohle saugt beim Erkalten das Gas ein und verdirbt.

endetem Verkohlen wohl verschlossen herauszunehmen und sogleich neue einzubringen, so daß während jetzt einige Zeit mit dem Verkühlen der Kohle verloren wird, dann der Betrieb ununterbrochen fortginge; allein man hat beinahe 100 Procent Brennmaterial mehr gebraucht, als beim einfachen Cylinder. — Man erhält aus den kleineren Cylindern zu 70 bis 80 Pfd. Holz viel bessere Kohle als aus denen zu 200 und 300, die man jetzt in England ganz aufgegeben hat. Man koppelt dort meist drei Cylinder zu einer Feuerung, doch ist dies zu viel. — In Schweden hat man vorgeschlagen den Cylindern während des Verkohlens eine Drehung um die horizontale Achse zu geben; sie sollen $3\frac{3}{4}$ Ellen lang, 25" weit werden, und die Kohle zu 2 Centner Pulver fassen. Sie sollen halbstündlich um 90° umgedreht werden. Man glaubt dabei mit geringerer Heizung gleichmäsigere Resultate zu erhalten, indem die inwendigen Stücke durch das Rollen später auch nach aussen an die Cylinderwände zu liegen kommen würden. — Die Kohle sinkt auf den halben Raum des Cylinders ein.

Die noch heißen Kohlen werden in blecherne Gefäße hermetisch verschlossen, damit sie beim Abkühlen nicht zu viel Feuchtigkeit ansaugen; man darf sie dagegen nicht in Holzgefäße einschließen, da diese Feuchtigkeit aus der Luft nehmen und an die Kohle abgeben. Man sortirt die Kohle vor dem Verpacken, und nimmt die dünnsten Stangen zum besten Pulver, das Koh-

lenklein nur zu den schlechteren Pulversorten, weil es mehr Feuchtigkeit ansaugt, als die großen Stücken. Die Holzkohle scheint übrigens, wenn sie einen geringen Feuchtigkeitsgrad hat lebhafter zu brennen, als wenn sie absolut wasserfrei ist, weil sie diese kleine Menge Wasser zerlegt und mit dem Sauerstoff verbrennt.

Gute in Cylindern bereitete Kohlen haben viele Quer- aber keine Längensrisse, stumpfe Ecken, klingen nicht wie die schwarzen, brechen ohne zu splintern, fühlen sich beim Zerreiben zwischen den Fingern wie Reifsblei an, geben meist etwas braune Striche auf blauem Papier und sehen gerieben wie verschossener schwarzer Sammt aus; alle mit Glanzrufs überzogene Stücke müssen ausgeworfen werden; die guten brennen mit einer kleinen gelben und blauen Flamme, während zu stark gebrannte nur glühen. Gute braune Kohle löst sich fast ganz in kaustischem Kali auf.

Eine vollkommen ausgeglühte Kohle wird vom Wasser und der atmosphärischen Luft nicht verändert; ist sie aber nicht völlig verkohlt, wie dies bei allen im Gebrauche befindlichen und zumal bei der braunen der Fall ist, so bringt ein langes Liegen der Kohle, wobei sie feucht wird, besonders aber wenn sie mit Wasser abgelöscht worden, ein Verderben derselben hervor, da sie noch einen Theil ihres vegetabilischen veränderlichen Charakters behalten hat; sie verbrennt dann schwerer, wahrscheinlich weil sie bei dieser Zersetzung, ih-

ren Rest von Wasserstoff abgegeben hat, und läßt in der Asche, die sehr viel kohlen-saure Salze enthält, eine große Menge unverbrannte Kohle, wodurch jene beim Zerfließen schwarz gefärbt wird. Es ist noch nicht genau ermittelt, wie langer Zeit es dazu bedarf diese Veränderung der Kohle hervorzubringen, doch gehören einige Jahre dazu. Nafs gelöschte Kohle kann daher, wie auch die Versuche von 1798 in Frankreich gezeigt, wenn sie kürzlich gebrannt ist, durch Erhitzen wieder brauchbar gemacht werden, nicht aber, wenn sie schon mehrere Jahre mit der Feuchtigkeit gelegen. *) — Wird Kohle mit andern Substanzen gemengt und besonders stark verdichtet, so verliert sie einen großen Theil ihrer hygroskopischen Kraft und verdirbt daher nicht. Mehlpulver verdirbt aber, wie leicht zu erklären, früher als Kornpulver, und Salpeter schützt die Kohle weniger als Schwefel. — Man verarbeite daher die Kohle immer möglichst bald nach der Darstellung und menge sie gleich mit den andern Substanzen. Muß man sie aber längere Zeit vor dem Verbräuche aufbewahren, so sollte dies immer in Stücken geschehen.

Die frischbereitete Kohle, aus der durch die Hitze alle Luft und Feuchtigkeit ausgetrieben worden, übt eine große Flächenanziehung, be-

*) Die Kohle in Stücken verliert durch Liegen an Volumen und gewinnt an Gewicht, da die wechselnde Feuchtigkeits-Anziehung und Austrocknung ein inneres Zerbröckeln hervorbringt.

sonders gegen gasförmige Körper, und zwar steht diese in geradem Verhältnisse mit der Gröfse der Fläche, welche die Kohle der Luft bietet; sie ist daher geringer, wenn die Kohle in Stücken, als wenn sie gepulvert ist, und gepulverte lockere Kohle hat mehr Anziehungskraft als gepulverte geprefste. — Kohle in Stücken nimmt in einigen Tagen an der Luft um 3 pCt. an Gewicht zu, dann monatlich 1 pCt. bis zu 8, wo sie stehen bleibt. In pulverigem Zustande geht sie in der Gewichtszunahme bis 15 pCt., und wenn sie mit Wasser abgelöscht worden, nimmt sie an 28—30 pCt. davon auf ohne feucht zu erscheinen.

Da nun die Kohle bei weitem mehr Luft und Feuchtigkeit aufnimmt, als ihr eignes Volumen beträgt, so müssen diese Gase sich verdichten. Ueberall aber, wo diefs letztere Statt hat, entwickelt sich Wärme, und da die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist, so kann sich bei grofsen Mengen Kohle die Erhitzung so weit steigern, dafs Entzündung entsteht, wozu etwa 350° R. gehören; ja es kann diese Erscheinung sogar bei kleinen Kohlenmengen Statt finden, wenn durch ein schnelles Zerstoßen oder Zerreiben plötzlich eine grofse Fläche gebildet wird, die nun schnell absorbirt, sich erhitzt und entzündet, so dafs sich selbst durch einen einzelnen Stofs Funken erzeugen können. Diefs geschah früher nicht selten auf den Stampfmühlen, als man noch die 3 Bestandtheile ungekleint abwog und zugleich in die Mörser eintrug. Cossigny machte schon

1780 auf diesen Gegenstand aufmerksam, und glaubte die vielen Explosionen auf Isle de France und in Essonne dadurch erklären zu können; wirklich soll auch kein Unglück mehr in der erstern Fabrik geschehen seyn (?), seitdem jede Substanz für sich gekleint, und dann erst gemengt unter die Stampfen gebracht wurde. — Um diesen Entzündungen noch sicherer zu begegnen, wurde später (1808) eingeführt, die Kohle mit 0,7 ihres Gewichtes Wasser zu befeuchten, und sie dann erst zu stampfen. — 1830 entzündete sich die Kohle auf einer Kohlen-Walzmühle in den Niederlanden, auf der niemals Pulver gewesen war; dort so wohl als auf Isle de France sah man die Funken deutlich aus der Kohle kommen.

Nach älteren Schriftstellern sollen auch zwei Stücke frischgebrannter Kohle gegen einander geschlagen Funken geben können. Cossigny behauptet, er habe selbst feucht gemachte Kohlenstücke beim Zermalmen unter der Walzmühle Feuer geben sehen. — Vor einigen Jahren entzündeten sich auf einer deutschen Pulvermühle Kohlenstücke, womit eine Tonne, nachdem sie schon mehrere Tage an der Luft ausgelegen hatten, gefüllt worden war. — Ganz kalte und schon mehrere Tage vorher in Tonnen geschlagene Kohlenstücke können sich bis zur Entzündung erhitzen, wenn die Tonnen auch nur eine Stunde weit verfahren werden.

Bei schon gemahlener Kohle ist nach vielen

Erfahrungen und Aubert's und den zu Metz angestellten neuesten Untersuchungen die Entzündung nicht selten, wenn sie frisch gebrannt in grössere Haufen zusammen gebracht wird. — Nach Botté und Riffault ist dies zweimal im im Jahre 1800 in Essonne beim Sieben vorgekommen (jedesmal bei einer Masse von 300 Pfd. gepulverter Kohle). — Nach Aubert geschah es wieder 1802 zu Essonne, 1824 zu le Bouchet, 1825 zu Esquerdes, 1828 zu Metz, und auch von Entzündungen der gemahlene Kohle auf deutschen Mühlen haben wir vielfach Nachricht erhalten. Auch in England und Indien wurde diese Erscheinung nicht selten beobachtet, und in ersterem Lande kommissarisch untersucht.

Der Einfluss der Kohlenmenge ist dabei sehr groß. Nach Aubert gehören mindestens 30 Pfd. Kohle dazu, um eine Entzündung bei frischer Kohle zu erhalten, und die Luft muß freien Zutritt haben; ist die Kohle schon einige Tage alt, so bedarf es wenigstens 60 Pfd. — An trocknen Tagen geschieht die Entzündung rascher, als an feuchten, und bei kleineren Kohlenmengen als sonst. Die Entzündung tritt nach 11 — 20 Stunden nach dem Einschütten ein, und zwar einige Zolle unter der Oberfläche, weil dort die Wärme besser zusammengehalten wird, als an der Oberfläche selbst, wo sie ausstrahlt. Die Luft dringt nur in die obersten Schichten, und wird von diesen absorbiert; wenn daher das Gefäß tief ist, so kann sich die Kohle auch nicht tiefer

als einige Zolle erhitzen. Die schwarze Kohle, bei der durch die vollkommnere Verkohlung eine gröfsere Oberfläche entstanden ist als bei der braunen, wirkt stärker als diese, so wie alle leichteren Kohlen schnellere Absorption und Entzündung geben als die schweren; von in Kesseln gebrannten Kohlen gehören mindestens 80 Kilogrammes zur Entzündung. Nach einigen nicht so zuverlässigen Erfahrungen saugen am meisten ein, die Kohlen der Buche und des Buchsbaum, weniger die der Weide, der Pappel, des Haselstrauchs, am wenigsten die des Korks. — Nach in England gemachten Erfahrungen soll besonders die Kohle des Pappelholzes zur Selbstentzündung geneigt seyn; wahrscheinlich weil sie am porösesten ist, weshalb sie auch bei den Versuchen von Letort das beste Resultat gegeben haben mag. — Läßt man die Kohlen nach ihrer Bereitung einige Zeit, mindestens 5 — 6 Tage in Stücke liegen, so erhitzen sie sich später beim Kleinen nicht mehr bis zur Entzündung, weil sie dann schon Zeit gehabt haben mit ihren Poren eine grofse Menge Luft aufzusaugen; diese Flächen sind daher beim spätern Zerreiben schon unthätig, die Kohle wirkt also auch mit bei weitem geringerer Fläche, folglich geringerer Intensität. — Eben so vermindert das Mengen mit Schwefel oder Salpeter das Absorptionsvermögen so bedeutend, dafs selbst unter günstigen Umständen, z. B. bei ganz frischer Kohle kaum eine Entzündung mehr entsteht. Doch sind trotz dem

noch Entzündungen der Art in le Bouchet vorgekommen, so dafs das Einemal das Gebäude dadurch abbrannte.

Die Versuche Aubert's verdienen eine ausgedehntere Fortsetzung, weil es scheint als könnte selbst in dünnen Schichten ausgebreitete Kohle noch nach mehrtägiger Verkohlung eine Entzündung unter gewissen Umständen veranlassen, obwohl Aubert's allerdings vereinzelte Versuche dies zu widerlegen scheinen; doch giebt Cotty an, dafs bei den Versuchen in Metz sich 30 Kilogramme in Schichten von 5'' Höhe nicht entzündet hätten, während dieselbe Menge zu 8 $\frac{1}{2}$ '' Höhe ausgebreitet bald zum Entzünden gekommen sey.

In Sachsen läfst man die fertige Kohle in der Retorte vollkommen erkalten (48 Stunden), breitet sie während 24 Stunden auf Tafeln aus, bringt sie dann noch 5 Tage in Kessel, bewahrt sie dann nach 4 — 6 Wochen in offenen hölzernen Gefäfsen, und läfst diese dann erst verschliessen. — Man kann dagegen die Entzündung pulverisirter Kohlen nach französischen Erfahrungen auch leicht durch öfteres Umwälzen der Tonnen verhüten.

Die Kohle ist es ferner, die vermöge der Flächenanziehung das Pulver feucht macht, doch in sehr feuchten Räumen hilft selbst der ganz reine Salpeter dabei. Nach dem Gesagten wird es verständlich, dafs, je weniger die Kohle mit den übrigen Substanzen gemengt ist, je weniger

sich davon im Pulver befindet, je weniger schwarz sie ist, je größer die Dichtigkeit des Kornes, je gröber dieses selbst ist, desto geringere Einwirkung die Feuchtigkeit haben wird, doch verliert sie sie selbst bei den sehr stark verdichteten Sätzen nicht ganz.

Cossigny hatte auf nassem Wege Pulver bereitet, indem er Salpeterauflösung mit Kohle und Schwefel mengte und sie auf das Innigste über dem Feuer zusammenrieb, bis fast alles Wasser verdampft war. Er liefs es dann erkalten, pressen, trocknen und körnen. Die interessanteste Beobachtung dabei war, dafs dies Pulver sich trockner hielt als gewöhnliches; es wäre daher wohl zu versuchen, ob man der frisch-geglühten Kohle nicht das Absorptionsvermögen nehmen könnte, wenn man sie mit concentrirter Salpeterauflösung befeuchtete und dann trocknete; wohl möglich dafs die Kohle dann den aufgelösten Salpeter ebenso fest bände, wie sie es beim Entfärben von Flüssigkeiten mit dem Farbe- und Extraktivstoff thut, und dadurch die Anziehungskraft für Feuchtigkeit ganz verlöre. Bei ihrer Verwendung brächte man ihren Salpetergehalt in Anrechnung.

Eines vereinzeltten Versuches müssen wir noch schliesslich gedenken, nämlich der Anwendung von Steinkohlen zu Schiefspulver. Der Erfolg war, wie zu erwarten, ein schlechter, denn Steinkohle enthält zu viel Harz um mit Salpeter schnelle Verbrennung zu geben, da Harz erst

in Destillation kommen muß um brennen zu können.

5) S c h w e f e l.

Den Schwefel erhält der Feuerwerker schon isolirt aber noch unrein. Seine Bereitungsart aus den Kiesen u. s. w. gehört daher nicht hierher, nur seine Reinigungsmethode.

Am Allgemeinen reinigt man ihn durch bloßes Schmelzen von den erdigen Substanzen mit denen er gemengt vorkommt; es ist daher nöthig die Erscheinungen, die sich beim Schmelzen des Schwefels zeigen, genauer zu betrachten.

Der Schwefel schmilzt bei 83° R. wird dabei sehr dünnflüssig, und nimmt beim Erkalten wieder seine schöne citronengelbe Farbe an. Erhitzt man ihn bis zu 124° R., so wird er dickflüssiger, und röthlich, zieht sich wie Harz in dünne Fäden, und bleibt in dem umgekehrten Gefäße stehen. Beim Erkalten wird er zwar wieder flüssiger ehe er erstarret, nimmt aber nur höchst langsam seine gelbe Farbe wieder an, und bleibt, wenn man ihn schnell erstarren läßt, lange weich und durchsichtig. Dieser zähflüssige Schwefel zeigt ein specif. Gewicht von 2,325 während der kalte nur 2,00 hat. — Bei 240° R. siedet der Schwefel, doch entzündet er sich an der Atmosphäre häufig schon bei 120° R., wobei er die erstickend riechende schweflige Säure bildet.

Um dem Schwefel eine gemeinsame Farbe zu geben, sortirt man ihn gewöhnlich in citronen-

gelben, dunkelgelben und braungelben. Nur den ersteren hält man zur Pulverfabrikation für besonders gut, er ist bei der niedrigsten Temperatur geschmolzen. Um die andern Arten in diese umzuwandeln, schüttet man zu unterst in den Kessel bis zur Hälfte der Höhe citronengelben, läßt ihn schmelzen, rührt ihn mit hölzernen Spateln um, setzt darauf halb so viel dunkelgelben zu und auf diesen dieselbe Menge braunen Schwefel. So wie der dunkelgelbe ins Schmelzen gekommen, nimmt man den Kessel vom Feuer und deckt ihn zu, wo dann der braune Schwefel von selbst niederschmilzt. — Man läßt ihn nun einige Stunden ruhen, damit die erdigen Substanzen sich absetzen, schäumt ihn dabei mit eisernen Kellen, und gießt ihn durch ein Filtrum behutsam ab, wo die erdigen Substanzen unten liegen bleiben. Man schmilzt diese und den Schaum noch einmal zusammen, und gewinnt noch etwas Schwefel.

Besser ist die in England übliche Methode, wo man den geschmolzenen Schwefel in hohe kegelförmige Formen gießt, und sehr langsam erkalten läßt. Die sämtlichen fremden Beimengungen sammeln sich in der untern Spitze, und werden nach dem Erstarren des Schwefelbrodtes durch Abschlagen dieser Spitze vom Schwefel getrennt.

Beim Schmelzen des Schwefels sollte man das Feuer nicht unter dem Kessel, sondern um den Kessel anbringen, weil sonst ein ruhi-

ges Absetzen der schwereren Unreinigkeiten nicht möglich ist. In England ist diese Art der Feurung der Läuterungskessel allgemein eingeführt.

Man glaubte früher durch Alaun den man mit Glaspulver gemengt in den Schwefel einrührte, diesen besser reinigen zu können. Das Kristallwasser des Alauns entwich und brachte ein Aufkochen des Schwefels hervor, wodurch vielleicht die mechanisch beigemengten Unreinigkeiten besser nach oben getragen wurden; dafür enthielt der Schwefel nun aber Schwefelkalium. Man hat neuerdings in England von einem Geheimnisse der Schwefel-Reinigung gesprochen, was allem Anschein nach das eben genannte ist. — Sehr häufig setzte man früher dem geschmolzenen Schwefel, etwas Oel, besonders Thran zu und rührte um, das Oel nahm die Unreinigkeiten mit in die Höhe. Auch Quecksilber wandte man zur Reinigung an, das wahrscheinlich eine ähnliche Aufkochung als Alaun bewirkte und als Schwefelquecksilber entwich. Alle diese Methoden sind zu verwerfen. Viele Feuerwerker hielten die Verbindung mit etwas Quecksilber für eine Verstärkung des Schwefels.

Man bediente sich auch früher der Sublimation des Schwefels zu seiner Reinigung; man brachte ihn nämlich in gusseisernen Gefäßen zum Kochen, und fing den Dampf in einer großen mit Tüchern behängten Kammer auf; es bildeten sich Schwefelblumen die frei von erdigen Substanzen aber mit schwefliger Säure ver-

unreinigt waren, welche durch Auswaschen zwar entfernt werden kann, sich aber bei längerem Liegen wieder bildet; überdies kostete diese Arbeit viel Brennmaterial und Zeit.

Man hält es daher jetzt für vortheilhafter statt der Sublimation die Destillation anzuwenden d. h. den Schwefel statt früher als Schwefelpulver nun in flüssigem Zustande überzutreiben. Vor längerer Zeit war dies auch schon zu den Feuerwerkssätzen gebräuchlich, indem man den flüssigen Schwefel von Ziegelstückchen einsaugen, und dann destilliren liefs. Man hielt das Product für ein Oel, und für ganz vorzüglich zur Anwendung bei Brandsätzen u. s. w. Man verband den Schwefel auch mit Terpenthinöl und liefs ihn so destilliren. Um das hitzigste Schwefelöl (?) zu machen verband man Schwefel, ätzenden Kalk und Salmiak und destillirte das Gemenge. Auch Salpeter und Schwefel mengte man, gofs Essig darüber, liefs diesen verdampfen und destillirte dann. Jetzt geschieht das Destilliren auf dieselbe Art als das Sublimiren, nur dafs man die Kammer verkleinert, damit sie schneller heifs werde *), dafs man nicht von Zeit zu Zeit anhält, um die Kammer erkalten zu lassen, und dafs man den Gang des Kochens beschleunigt. Beim Sublimiren ist der Verlust an Schwe-

*) Die Kammer zum flüssigen Schwefel hält 2000', die zur Schwefelblumen 10300. Bei der Destillation arbeitet man Tag und Nacht, bei der Sublimation blos am Tage und läfst des Nachts abkühlen.

.....

fel 18 — 20 pCt., beim Destilliren nur 11 — 12, wobei 3 — 4 nur wirklich verbrennen. — Der Schwefeldampf detonirt mit atmosphärischer Luft. Bei der Sublimation, wo man oft in die Kammer gehen muß, um die Blumen herauszunehmen, wird daher das öftere Eintreten atmosphärischer Luft gefährlich; bei der Destillation, wo der flüssige Schwefel durch mit Hähnen verschlossene Röhren abfließt, ist dies nicht in dem Grade zu fürchten.

Das genauere des Destillationsverfahrens ist Folgendes. Ein großer gusseiserner Kessel, der 14 — 1600 Pfd. Schwefel faßt, 3' Durchmesser 2' Tiefe, unten $\frac{1}{2}$ " Dicke hat, nach oben dünner wird, und mit einem 4" breiten Rande versehen ist, befindet sich in einem Ofen eingemauert. Besser ist es zwei solche Kessel bei einer Kammer zu heizen. Jeder Kessel kann, wenn er von gutem Gufseisen ist, die Destillation von 20,000 Zentner Schwefel aushalten. — Ein Gewölbe von Backsteinen verbindet den oberen Theil des Kessels mit der Kammer; die Thüre, durch welche der Schwefel eingetragen wird, verkittet man während des Betriebes fest. Die Kammer selbst ist ein gewölbter Saal von sehr festem 40" dickem und durch eiserne Bänder festgehaltenem Gemäuer aufgeführt. Im Dache sind 2 Ventilöffnungen um bei Explosionen von selbst aufzuschlagen. Ein Gang zwischen Ofen und Kammer hat den Zweck diese vor dem Einfluß der Hitze zu schützen.

Um die Operation vorzunehmen füllt man die Kessel bis $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe mit Schwefel, zündet das Feuer an, und verschmiert die Ritzen der Ladethüren. Erst entweicht Feuchtigkeit mit einigem Geräusch, dann schmilzt der Schwefel und bei 120° R. entzündet er sich an der Oberfläche, die Dachklappen öffnen sich von selbst und der saure Dampf entweicht; geschieht dies nicht, so müssen die Klappen sogleich geöffnet werden, sonst tritt Detonation ein. Man verstärkt dann das Feuer bis der Schwefel kocht, und nun ist, wenn man nicht aus Nachlässigkeit einen Luftzug gelassen hat, alle Gefahr vorüber. Das Feuer darf nicht zu heftig werden; man erkennt den richtigen Grad der Temperatur an einer über dem Ofen befindlichen Eisenplatte, ein darauf gelegtes Stückchen Schwefel muß sich nur eben entzünden. Wenn die Operation beendet ist, was man daran sieht, daß ein in den Kessel gestecktes Eisenstäbchen keinen Schwefel mehr herausbringt, wird der Rückstand heraus genommen und wieder Schwefel eingeladen. Dabei dringt die Atmosphäre ein und giebt neue Veranlassung zu Detonationen. Dumas hat daher vorgeschlagen den Zusammenhang des Kessels und der Kammer vorher durch eine Klappe abzuschließen. Besonders häufig detonirt der Schwefel, wenn man ihn ganz roh anwendet, es ist deshalb besser ihn vorher zu schmelzen und vom Rückstande abzugießen. — Man hat es versucht um die Unterbrechungen in der Operation

zu vermeiden, die Retorten immer aus einem Reservoir mit geschmolzenem Schwefel versehen zu lassen, allein es ist nicht gelungen.

Der Schwefel entzündet sich oft beim Schmelzen; das Anbrennen ist nur wegen des schwefeligen sauren Gases gefährlich; man erstickt ihn bekanntlich mittelst eines mit Haartuch bezogenen feuchten Deckels, den man auf den Kessel aufdrückt, wodurch eine Luftschicht über dem Schwefel abgesperrt wird, die bald ihren Sauerstoff verloren hat.

Es sollen Fälle vorgekommen seyn, wo nach dem Kleinen des Schwefels in Tonnen, beim Oeffnen derselben Detonationen Statt gefunden haben. Wenn dies wirklich wahr ist, so war der Schwefel wahrscheinlich feucht, es bildete sich unter Erhitzung und Wasserzerlegung schwefelige Säure und Schwefel-Wasserstoffgas, welches letztere sich beim Zusammentreffen mit der atmosphärischen Luft bei der sehr erhöhten Temperatur in der Tonne entzündete.

Obwohl der Schwefel vom Wasser nicht verändert wird, so soll doch geschlemmter nach englischen Versuchen nicht zur Pulverfabrikation taugen; eben so fanden wir, daß die sogenannte Schwefelmilch, d. h. Schwefel aus Schwefel-leber mittelst Säuren niedergeschlagen, träge brennt und eine große Menge schwarze Schlacke zurückläßt.

Die gewöhnlichsten Beimengungen des Schwefels sind Kieselerde, schwefelsaure Metallsalze und

und Schwefelmetalle. Diese Substanzen bleiben, da sie nicht flüchtig sind, beim Destilliren zurück, mit Ausnahme des Schwefelarseniks, der im Grofsen auf keine Weise von dem Schwefel zu trennen ist. — Für Leuchtfeuer und die meisten Laboratorien-Arbeiten schadet diese Beimengung nicht bedeutend, allein für Schiefspulver hat man sie nicht gern, theils weil das richtige Verhältnifs der Substanzen gestört wird, theils der Arsenik das Geschützmetall verdirbt, und dabei Gefahr für die Arbeiter beim Kleinen des Schwefels bringt. Eine ins Orange ziehende Farbe und ein spezifisches Gewicht über 2,00 deuten auf Arsenikgehalt. Um sich näher davon zu überzeugen, nimm man den Schwefel mit 4mal so viel Salpeter sehr innig, und trage die Masse allmählig in einen heifsen irdenen Tiegel ein, der bis auf eine kleine Oeffnung verdeckt ist; den salzigen Rückstand löst man auf, übergiefst ihn mit verdünnter Salzsäure, verdampft diese wieder, und zieht den Rückstand mit Weingeist aus. In diesen taucht man dann ein blankes Zinkstäbchen, das sich, wenn Arsenik vorhanden ist, mit einem schwarzen schuppigen Beschlage bedeckt.

Die älteste Probe auf die Reinheit des Schwefels bestand darin, dafs man ihn auf einen Teller legte, mit einem zweiten Teller bedeckte und schmolz; legten sich Schwefelblumen an den oberen Teller, so hielt man ihn für gut. — Auch jetzt fehlt es leider noch an einer sicheren tech-

nischen Probe auf die Reinheit des Schwefels. — Im Allgemeinen muß man sich damit begnügen einige Lothe davon zu verbrennen, um zu sehen ob er Quarz oder Eisen zurückläßt, in welchem Falle er nothwendig nochmals durch Schmelzen geläutert werden muß.

Zweiter Abschnitt.

Das Schiefspulver.

Bei der Erfindung und ersten Anfertigung des Schiefspulvers scheint ein besonders glückliches Ungefähr die zusammenfügende Hand geleitet zu haben. Aus allen sich darbietenden Stoffen konnten da, wo es darauf ankam, eine große Gasmenge durch Verbrennung eines festen Körpers in höchster Schnelligkeit zu erzeugen, nicht zweckmäßiger ausgewählt werden als eben die drei üblichen, ja, wir wissen noch heute Nichts besseres an ihre Stelle zu setzen; merkwürdig genug dabei ist es, daß der Schwefel, den die Alten gewiß in der Meinung hinzufügten, durch seine Brennbarkeit die Entzündlichkeit des Schiefspulvers zu vermehren, diese Wirkung zwar wirklich hervorbringt, ohne aber selbst zu verbrennen, so daß man, von einem falschen Vordersatz ausgehend, doch ein richtiges Mittel ergriff. — Die Stampfmühle (Oelmühle), welche