

Werk

Titel: Über alte und neue Explosivstoffe

Autor: Weiss von Schleussenburg, H.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021 | LOG_0289

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Verf. erörtert weiterhin die Beobachtungen von Jennings über die Ektoplasmaabewegung auf den Pseudopodien und findet auch in diesen nichts, was sich nicht in den Rahmen seiner früher dargelegten Theorie einfügen ließe.

Auch die Nahrungsaufnahme der Amöben hatte Herr Rhumbler schon früher (s. o.) auf einfache Adhäsionsgesetze zurückzuführen gesucht. Ein Schellackfaden wurde von einem Chloroformtropfen, dessen Durchmesser er an Länge um das Mehrfache übertraf, erfaßt und im Innern des Tropfens zu einem Knäuel aufgewickelt, so daß er vollständig im Innern desselben lag, wie etwa ein Algenfaden in eine Amöbe hineingezogen wird. Jennings hatte nun hiergegen eingewandt, daß dieser Versuch nichts für die bei der Nahrungsaufnahme der Amöben zur Wirkung kommenden Kräfte beweisen könne, da ein Schellackfaden auch in einem größeren mit Chloroform gefüllten Gefäße ganz in derselben Weise aufgerollt werde; es könnten demnach Oberflächenkräfte nicht dabei in Betracht kommen. Herr Rhumbler bestreitet nun die Richtigkeit dieser Angabe entschieden, ein Aufknäueln der Schellackfäden in größerer Chloroformmenge könne nur erfolgen, wenn das Gefäß erschüttert würde, da die durch das Chloroform sehr klebrig werdenden Schellackfäden dann in flottierende Bewegung geraten und ihre einzelnen Teile dann leicht an einander hängen bleiben. Bei vollkommener Ruhe der Flüssigkeit hat Herr Rhumbler ein Aufknäueln der Fäden nie beobachtet.

Das Nachjagen einer Amöbe nach einer anderen, kleineren, wie es von Jennings, Penard und Leidig beschrieben wurde, glaubt Herr Rhumbler ohne Zuhilfenahme einer Sinneswahrnehmung dadurch erklären zu können, daß die verfolgte Amöbe irgendeine „Kriechspur“ auf ihrem Untergrunde hinterließ, welche in analoger Weise eine Erniedrigung der Spannung der Oberfläche bei der verfolgenden Amöbe auslöste, wie dies ein aufgezeichneter Schellackpfad dem Chloroformtropfen gegenüber tut. Schwieriger zu erklären ist die von Jennings und anderen Autoren beobachtete Tatsache, daß Amöben ihre Beute einfangen, indem sie seitlich an derselben vorbei Pseudopodien ausstrecken, welche die Beute samt einer Wasserhülle umschließen. Möglicherweise spielen hier chemische, osmotische oder elektrische Vorgänge eine Rolle.

Verf. betont zum Schlusse seiner Erörterungen nachdrücklich, daß er mit dem Hinweis auf die Wichtigkeit der Spannungsverhältnisse für die Erklärung der Lebenserscheinungen der Amöben in keiner Weise habe behaupten wollen, daß diese Oberflächenkräfte die einzigen sind, die hier in Betracht kommen. Es handele sich vielmehr bei der Vergleichung der Organismen mit durch Spannungskräfte bewegten Flüssigkeitstropfen stets nur um parallele Reihen, die schon durch die chemischen Kräfte, die in beiden wirksam sind, sich von einander unterscheiden. „Möglich, daß schon in der Amöbe eine Miniaturpsyche wohnt. Aber gering sind augenscheinlich die An-

forderungen, die an die Fähigkeiten und Leistungen dieser Miniaturpsyche gestellt werden; es genügt z. B. für die Bewegung der Amöbe, daß sie auf irgend eine Weise an irgend einer Stelle den Anstoß zum Endo-Ektoplasmaprozeß abgibt, um die Amöbe in bestimmter Richtung auch ohne weitere Beihilfe der Miniaturpsyche so lange fortrollen zu lassen, bis sie auf gleichfalls unbekannte Weise den Prozeß wieder abstellt.“

R. v. Hanstein.

Über alte und neue Explosivstoffe.

Von H. Weiss von Scheussenburg, Oblt. a. D. (Graz).

Wenn es zurzeit noch fraglich erscheint, ob die Verwendung der treibenden Kraft von explosiblen Mischungen schon lange bekannt war — die Chinesen verwendeten im X., die Araber im XII. Jahrhundert jedenfalls ein Gemisch von Schwefel, Salpeter und Kohle für ihre Raketen und Brandpfeile —, so ist doch sicher, daß das Pulverschon lange vor Berthold Schwarz bekannt war. In den Handschriften des griechischen Schriftstellers Marcus Graecus (etwa 845 n. Chr.), welche derzeit in der Bibliothek zu Oxford aufbewahrt sind, ist ein Dosierungsverhältnis von 6 Teilen Salpeter, 1 Teil Schwefel und 2 Teilen Kohle angegeben, und Roger Baco führt etwa 1220 n. Chr. schon mehrere Mischungsverhältnisse für Pulver an.

Wie dem auch sei, die treibende Kraft des Pulvers wird in unserer Kulturperiode erst im Beginne des XIV. Jahrhunderts — zuerst für Kriegszwecke — verwendet, der Reihe nach in Spanien, Frankreich und Deutschland; und in der Seeschlacht von Sluys (1340), dann in der Schlacht von Crecy (1346) werden schon Geschütze abgefeuert.

Von diesem ersten Schießmittel zu unseren modernen Explosivpräparaten führt ein langer Weg voll Arbeit und Mühsal über Hoffnungen und Enttäuschungen. Die Chemie war es, welche rastlos an der Verbesserung des alten, jetzt fast überwundenen Schwarzpulvers arbeitete und dann, als sie erkannte, daß das Schwarzpulver einer weiteren Verbesserung nicht mehr fähig war, Versuche, dasselbe durch andere Präparate zu ersetzen, anstellte.

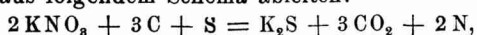
Es ist selbstverständlich, daß diese Versuche oft gleichzeitig mit den Bestrebungen, das Schwarzpulver zu verbessern, liefen, denn jeweilig kamen Zeiten, wo man an der Dosierung und Bearbeitung des Pulvers nichts mehr zu ändern wußte; daher dies nicht so aufzufassen ist, als wären die anderen explosiven Präparate erst dann erfunden worden, als das Schwarzpulver schon seine höchste Vervollkommenung erfahren hatte.

Das Schwarzpulver setzt sich, wie jedermann bekannt, aus Schwefel, Salpeter und Kohle zusammen, und jeder dieser Bestandteile hat seine besondere Bedeutung.

Der Salpeter (KNO_3) liefert den Sauerstoff, der sich mit dem Kohlenstoff der Kohle zu Kohlendioxyd (CO_2) verbindet, und bildet daher im Vereine mit der Kohle die Grundlage der Kraft. Die Kohle hat außer obgenanntem Zwecke noch die Auf-

gabe, infolge ihrer leichten Brennbarkeit die Entzündung aufzunehmen, weiterzuleiten und die Zersetzung des Salpeters zu bewirken. Der Schwefel dient nicht nur als Bindemittel zwischen Kohle und Salpeter, sondern vermindert auch die Hygroskopizität des Pulvers und hat die Aufgabe, die Zersetzung zu vervollständigen durch Bindung eines Teiles des Kaliums zu Schwefelkalium.

Die theoretischen Dosierungsverhältnisse lassen sich aus folgendem Schema ableiten:



wobei die gasförmigen Kräfte 3CO_2 und 2N (etwa 59,22%), die festen Rückstände K_2S (etwa 40,78%) wären. Danach müßten gemischt werden: 74,81 Teile Salpeter (Kali: $2\text{K} = 78,26 + \text{O} = 16$, Salpetersäure: $2\text{N} = 28 + 5\text{O} = 80$, zusammen 202,26), 13,33 Teile Kohle ($3\text{C} = 36$) und 11,86 Teile Schwefel ($\text{S} = 32$). Nach Debus und Berthelot stellt sich das theoretische Zersetzungsschema: $16\text{KNO}_3 + 21\text{C} + 7\text{S} = 13\text{CO}_2 + 3\text{CO} + 16\text{N} + \text{SO}_4\text{K}_2 + 5\text{CO}_3\text{K}_2 + 2\text{K}_2\text{S}_3$ und würde entsprechen: 77,2% Salpeter, 12% Kohle, 10,8% Schwefel.

Diese theoretischen Dosierungsverhältnisse haben natürlich, wie die Bezeichnung besagt, nur theoretischen Wert, da in Wirklichkeit stets Abweichungen vorkommen werden, je nachdem man z. B. braune oder schwarze Kohle nimmt, je nachdem die Bestandteile chemische Reinheit aufweisen oder nicht, nach dem Feuchtigkeitsgehalt, der Art der Mengung und Zubereitung usw.

Die Zersetzungsprodukte zerfallen in zwei Gruppen, in den nutzlosen Rückstand: Schwefelkalium, schwefelsaures und kohlen-saures Kali, unverbrannte Kohle und Schwefel, und in die treibenden Gase: Kohlendioxyd, Kohlenmonoxyd, Stickstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff und salpetrige Säure. Die einschlägigen Versuche gingen nun dahin, die treibende Kraft des Pulvers zu erhöhen, teils durch gute Fabrikation, besondere Reinheit der Bestandteile und richtige Dosierung, teils aber auch durch Ersatz eines oder des anderen Bestandteiles durch einen geeigneteren.

Die Versuche in letztgenannter Richtung führten zu keinem Ziele: so liefert z. B. salpetersaurer Baryt, welcher an Stelle des Kalisalpers versucht wurde, zu großen Rückstand und geringe Kraft; Natronsalpeter (Chilisalpeter) NaNO_3 wieder ist unbrauchbar wegen seiner großen Hygroskopizität, und chlo-saures Kali (KClO_3) liefert so bresante Präparate (muriatisches Pulver), daß sowohl Erzeugung als Verwendung höchst gefährlich sind.

Ein Ersatz der Kohle durch organische, kohlenstoffhaltige Substanzen lieferte nur ein Pulver mit sehr verminderter Wirkung, und Schwefel konnte überhaupt durch keinen anderen Bestandteil ersetzt werden.

Es ist klar, daß in jener Zeit, wo Industrie und Technik ganz in den Hintergrund gedrückt wurden durch die fortgesetzten Kriegsführungen, das Pulver hauptsächlich als Schießpräparat in Frage kam, und alle Bestrebungen darauf gerichtet waren, dessen

ballistische Wirkung zu erhöhen. Erst später, als die Technik wieder zu ihrem Recht gelangt war, wurde auch sie berücksichtigt, und da handelte es sich nicht mehr bloß darum, den Feuerwaffen ein möglichst brauchbares Schießmittel zu liefern. Trotzdem kann nicht geleugnet werden, daß durch die Rücksichtnahme auf die Anforderungen des Kriegswesens auch die Technik der Explosivpräparate in ihrer späteren Anwendung auf die Praxis lebhaft Förderung erfuhr.

Heutzutage spielt, wie gesagt, das altehrwürdige Schwarzpulver nur mehr eine geringe Rolle, es genügt nicht mehr den Anforderungen, auch nicht mehr denen der Kriegsfuerwaffen.

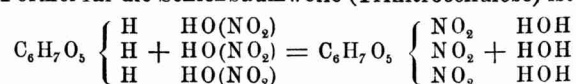
Wie jeder große Krieg, so brachte auch der deutsch-französische 1870/71 die Überzeugung, daß eine Steigerung der Wirkungsfähigkeit der Feuerwaffen geradezu geboten sei, und in fast allen Staaten richtete sich nun das Streben danach, die ballistische Leistungsfähigkeit und Feuerschnelligkeit der Waffen zu erhöhen. Die Resultate dieses Strebens waren: das kleine Kaliber, das Repetiergewehr und das sogenannte rauchlose Pulver.

Alle Versuche, das Schwarzpulver zu verbessern, hatten keinen Erfolg mehr, es hatte seine Vollkommenheit in den achtziger Jahren erreicht; es gab daher nur die eine Wahl: Ersatz durch einen anderen Explosivstoff, deren ja zahlreiche zur Verfügung standen.

Im Jahre 1833 hatte der französische Chemiker Braconnot gefunden, daß man einen sehr leicht und rasch brennbaren Körper erhalte, wenn man Stärkemehl in konzentrierte Salpetersäure tauchte; fünf Jahre später teilte Pelouze der Akademie der Wissenschaften in Paris mit, daß überhaupt alle vegetabilischen Substanzen durch Behandlung mit Salpetersäure leicht entzündlich würden.

Im Jahre 1845 machte nun Schönbein in Basel die Entdeckung, daß durch Behandlung von Baumwolle mit konzentrierter Salpeter- und Schwefelsäure ein explosives Präparat resultiere, welches dem Schießpulver weit überlegen sei.

Diese Schießwolle oder Schießbaumwolle ist ein Nitrierungsprodukt, eine ätherartige Verbindung von Cellulose ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) und Salpetersäure, und stellt nicht das, was seine Benennung als Nitrocellulose andeuten würde, eine Nitroverbindung, vor. Die Formel für die Schießbaumwolle (Trinitrocellulose) ist:



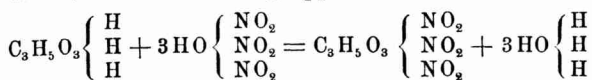
Wir sehen daraus, daß zwar drei Atome Wasserstoff durch die gleichwertige Anzahl von Nitrogruppen (NO_2) ersetzt wurden, aber dieser H war nicht an Kohlenstoff (C), sondern an O gebunden.

Der Schwefelsäure, welche der Salpetersäure immer zugefügt wird, fällt nur die Rolle der Anhydrierung zu, was nötig ist, da, wie immer, wenn eine Säure auf eine Base einwirkt, neben dem Salze noch Wasser frei wird und dieses den Prozeß ungünstig beeinflussen

würde; durch die Schwefelsäure wird das sich bildende Wasser gebunden.

Ein ähnliches, ebenfalls zur Klasse der Ester zählendes Präparat ist das 1847 vom italienischen Chemiker Sobrero erfundene Sprengöl, auch Nitroglycerin genannt.

Auch hier werden beim chemischen Prozesse drei Wasserstoffatome des Glycerins, die an O gebunden waren, durch drei Nitrogruppen ersetzt.



Auf Nitrocellulose und Nitroglycerin basieren nun die meisten der modernen Kriegspulver.

Wie erwähnt, hat schon Schönbein seine Schießbaumwolle als Ersatz des Schwarzpulvers in Feuerwaffen verwendet, und man setzte die größten Hoffnungen auf dieses neue Schießpräparat. In fast allen Staaten Europas wurden eingehende Versuche angestellt, aber die Fabrikation war damals noch nicht so weit, um ein wirklich brauchbares Präparat herzustellen.

Da infolge der mangelhaften Darstellungsmethoden häufige Selbstzersetzung der Schießwolle und als Folge fürchterliche Explosionen stattfanden, wurden nach und nach die Versuche in Frankreich, Rußland, Preußen und England eingestellt. Nur in Österreich gelang es dem damaligen Artilleriehauptmann Baron Lenk, mehrfache Verbesserungen in der Erzeugung der Nitrocellulose aufzufinden und die Bedingungen festzustellen, welche zur Erzielung einer konstanten Schießwolle eingehalten werden mußten. Daher wurde in diesem Staate 1853 die fabrikmäßige Erzeugung desselben wieder eingeführt, und da die Versuche fortgesetzt äußerst günstig ausfielen, schritt man 1862 zur Aufstellung von 30 gezogenen Schießwollbatterien. Noch im Sommer desselben Jahres flog aber ein Magazin, in welchem Schießbaumwolle und Pulver aufbewahrt war, in die Luft, worauf die Umgestaltung der schon in Erzeugung begriffenen Geschütze für Schwarzpulver angeordnet und die Schießbaumwolle nur noch für Sprengzwecke in Betracht gezogen wurde. Als aber 1865 neuerdings ein Depot mit 280 Ztn. Schießbaumwolle in die Luft flog, wurden auch in Österreich alle weiteren Versuche eingestellt. Das Lenksche Prinzip war richtig, konnte aber von der Laborierung nicht strikte innegehalten werden, weshalb noch immer Selbstzersetzung vorkam.

Noch unbrauchbarer erwies sich anfangs das Nitroglycerin, besonders infolge der ungeheuer gefährlichen Darstellung. Erst 16 Jahre nach der Entdeckung durch Sobrero wurde es vom schwedischen Ingenieur Alfred Nobel in die Technik eingeführt und fand wegen seiner vorzüglichen Wirkung trotz der ihm anhaftenden Mängel unter dem Namen „Nobels Sprengöl“ ausgedehnte Verwendung, speziell beim Bergbau. Es sollte aber auch nicht ohne Unglücksfälle abgehen, denn schon 1864 flog Nobels Fabrik in Stockholm in die Luft. Dadurch wurde die ganze Zukunft des Nitroglycerins in Frage

gestellt, weil man sich allenthalben von der Furcht vor solchen zufälligen Explosionen und deren verheerender Wirkung einschüchtern ließ.

Trotzdem setzte Nobel seine Versuche, die Selbstzersetzung zu verhindern, unentwegt fort, und es gelang ihm, einerseits dem Nitroglycerin zeitlich seine Explosionsfähigkeit durch Auflösung in Methylalkohol zu nehmen, andererseits im Kieselgur eine Grundmischung zu finden, welche das Sprengöl mit großer Leichtigkeit aufnimmt und es selbst unter großem Drucke vollkommen festhält; durch diese Beimischung wird die Empfindlichkeit des Nitroglycerins gegen Schlag und Stoß stark herabgesetzt, so daß der Transport des Dynamits, wie nunmehr der Sprengstoff genannt wurde, fast gänzlich gefahrlos vor sich gehen konnte. Seitdem (1868) hat das Dynamit als hervorragendes Sprengpräparat seinen Einzug in alle Gebiete der Sprengtechnik gehalten und das veraltete Schwarzpulver ganz verdrängt.

Als Schießpräparat konnte weder Nitroglycerin noch Dynamit ernstlich in Frage kommen, ersteres wegen seines flüssigen Aggregatzustandes und der Eigenschaft, schon bei 8° C zu gefrieren, beide außerdem wegen ihrer großen brisanten Wirkung.

Als man nun in den achtziger Jahren vor die Notwendigkeit gesetzt wurde, die ballistische Wirkung der Feuerwaffen durch Anwendung eines wirkungsvolleren Schießpräparates zu erhöhen, erinnerte man sich wieder dieser beiden Sprengstoffe, die im Laufe der Jahre noch bedeutende Verbesserungen erfahren hatten und am geeignetsten von allen zahlreichen schon existierenden Präparaten schienen.

Die der Schießwolle anhaftenden Mängel waren noch immer: die leichte Selbstzersetzung, hervorgerufen durch fehlerhafte Erzeugung — wobei noch Säurereste der Wolle anhafteten, welche sich zersetzten und durch die hierbei frei werdende Wärme die Nitrocellulose bei erreichter Entzündungstemperatur zur Explosion brachten —, dann aber auch die hohe Brisanz infolge der ungemein schnellen Verbrennung. So willkommen der Ballistik die treibende (ballistische) Kraft eines Schießpräparates ist, so unangenehm und zweckwidrig bleibt die brisante Kraft, welche sich nur auf die umschließenden Wände, also die Rohre geltend macht.

Es mußte daher, um aus der Schießbaumwolle ein brauchbares Pulver zu machen, zweierlei angestrebt werden: 1. durch zahlreiche gründliche Waschungen der peinlich genau erzeugten Nitrocellulose mußte sie von allen anhaftenden Säurespuren befreit werden; 2. durch geeignete Maßnahmen mußte versucht werden, die Verbrennungsgeschwindigkeit zu regulieren, um die schädliche brisante Wirkung nach Möglichkeit auszuschalten. In allen Staaten setzten diesbezügliche Versuche ein, welche auch bald zu befriedigenden Resultaten führten.

Anfänglich kannte man nur niedere Nitrierungsstufen der Nitrocellulose (Kollodiumwolle) als in Äther und Alkohol löslich; als es nun gelungen war, auch höher nitrierte Nitrocellulose durch Anwendung von