Protoplasmas die Gruppen der Aldehyde enthält, während sie in der Moleküle des toten Protoplasmas nicht mehr vorhanden sind.

Aldehyde und primäre Basen wirken gegenseitig aufeinander ein, da sie entgegengesetzter chemischer Funktion sind.

Im lebenden Protoplasma werden sie auseinandergehalten, indem sie je an den freien Enden einer offenen Kohlenstoffatomenkette aufsitzen. Bringen wir die beiden Enden zum Zyklus zusammen, indem wir die Aldehyde auf die primären Basen einwirken lassen, so verbinden sich beide Gruppen und verschwinden als solche; es werden aber so die zyklischen Verbindungen geschaffen, die Gifte für den Organismus sind und zu gleicher Zeit also solche den Tod des Protoplasmas bedingen.

Die Jugendzeit des pflanzlichen Organismus wird charakterisiert durch den Aufbau des Plasmas, die Bildung offener Kohlenstoffatomketten. Der Abbau, d. h. die Bildung der Abfallstoffe, oder zyklischen Verbindungen, ist alsdann noch unbedeutend. Aber die Abfallstoffe häufen sich in dem Maße wie der Aufbau sich vollzieht. Im reifen Alter halten sich azyklische und zyklische Verbindungen das Gleichgewicht, dann überwiegen letztere und bewirken den Tod des Plasmas.

Im chemischen Sinne ist also der Tod des Organismus bedingt durch den Zusammenschluß zum Zyklus der Aldehydgruppen der offenen Kettenverbindungen mit den primären Basen derselben Verbindungen. So wird auf natürlichem Wege das erreicht, was der Chemiker vermittelst Aldehyd und primärer Base auf künstlichem Wege im lebenden Protoplasma schafft, nämlich die Zyklisation und durch diese den Tod.

Der Tod des Protoplasmas beruht somit auf der Stabilisation der Proteïnmoleküle, in anderen Worten auf der Umgestaltung der molekularen offenen Atomenkettenlagerung in den zyklischen Atombau. Und so ist die Zyklisation der Proteïnmoleküle ihr Tod.

Nach einigen anerkennenden Worten seitens des Hrn. Präsidenten an Hrn. Prof. Heuertz, wird die Sitzung geschlossen.

Der Schriftführer: Prof. F. Heuertz.

Das Rosten des Eisens.

Studien und Untersuchungen von Dipl.-Ing. MEDINGER.

Kapitel III.

Das Rosten der Schußwaffen und seine Verhütung.

Mit den letzten schönen Herbsttagen ist das Leben in den Schützenständen erloschen; sorgfältig geputzt und eingeölt ruhen im Waffenschrank Ordonnanzgewehr und Scheibenbüchse, Te-

sching und Pistole in monatelangem Winterschlaf. «Rast ich, so rost ich» — gilt auch für Schußwaffen, das weiß der Waffenbesitzer sehr wohl, und obgleich bei ihm grundsätzlich nie eine Waffe ungeputzt und ungefettet in den Schrank kommt, so gibt er sich damit nicht zufrieden und läßt von Zeit zu Zeit jedes einzelne Stück eine genaue Revision passieren. — Und Recht hat er damit, denn allzuleicht schleicht sich der Erzfeind der Waffen, der Rost, in einen Gewehrlauf ein, und wenn er dort nicht frühzeitig entdeckt und beseitigt wird, ist es in den meisten Fällen um die Präzision und den Wert der Waffe geschehen!

Ueber das Entstehen des Rostes stehen sich heute zwei Theorien gegenüber. Die erste nimmt als Ursache des Rostens den Angriff des Eisens durch eine Säure an, während die zweite das Auftreten von Potentialdifferenzen, resp. von elektrolytischen Zersetzungen dafür verantwortlich macht.

Nach der Säuretheorie gehören zum Rosten des Eisens drei Faktoren:

1) eine Säure,
2) Sauerstoff (Luft),
3) Feuchtigkeit.

Die Säure, (die schwächste Säure genügt, z. B. die Kohlensäure der Luft) greift das Eisen an unter Bildung von Ferrosalz; dieses wird bei Zutritt von Luft und Feuchtigkeit in Ferrisalz und dieses schließlich in Ferrihydroxyd verwandelt *unter Freisetzung der gesamten ursprünglichen Säuremenge.* Die Säure greift nun weiter das Eisen an, und so genügt die geringste Spur von Säure um große Eisenmassen in Rost zu verwandeln. Nach dieser Theorie wäre also die Säure der Anstifter des Uebels, und es wäre zu erforschen, ob und woher beim Schuß freie Säure in den Lauf gelangt.

Beim Schuß, also unter Druck und praktisch unter Luftabschluß verbrennt Schwarzpulver theoretisch nach der Gleichung:

$$\underset{\text{Schwefel}}{7\,S} + \underset{\text{Salpeter}}{16\,KNO_3} + \underset{\text{Kohle}}{21\,C} = \underset{\text{Stickstoff}}{8\,N_2} + \underset{\text{Kohlenoxyd}}{3\,CO} + \underset{\text{Kohlensäure}}{13\,CO_2}$$
$$+ \underset{\text{Potasche}}{5\,K_2CO_3} + \underset{\text{Kaliumsulfat}}{K_2SO_4} + 2\,K_2S_3 \text{ (Polysulfid.)}$$

Das rauchlose Pulver verbrennt unter denselben Bedingungen etwa nach folgendem Schema:

$$\underset{\text{Zellulosenitrat}}{2\,C_6H_7O_2(NO_3)_3} = \underset{\text{Kohlensäure}}{7\,CO_2} + \underset{\text{Kohlenoxyd}}{5\,CO} + \underset{\text{Wasser}}{3\,H_2O} + \underset{\text{Wasserstoff}}{4\,H_2}$$
$$+ 3\,N_2 \text{ (Stickstoff).}$$

Weder beim Schwarzpulver noch beim rauchlosen finden wir demnach unter den Verbrennungsprodukten eine Säure (mit

Ausnahme der sehr schwachen Kohlensäure, die ja auch in der Luft vorkommt) die wir als Uebeltäter fassen könnten. Beim Schwarzpulver entsteht überdies ein fester Rückstand der mehr als genügend alkalisch ist, um etwa aus sonstigen Ursachen entstandene saure Gase zu neutralisieren und damit unschädlich zu machen.

Nachdem nun keines der beiden Treibmittel für das Rosten verantwortlich zu sein scheint, hat man schließlich in dem Zündhütchen den Anstifter des Rostens gefunden, und Versuche, wie auch die Erfahrung haben gezeigt, daß man damit in der Hauptsache das richtige getroffen hatte. Die Verbrennungsprodukte des Zündsatzes, der bekanntlich im Wesentlichen aus einer Mischung von Knallquecksilber und Chlorsaurem Kali besteht, sind meines Wissens nicht genauer bekannt. Es mögen dabei, wie man annimmt, Spuren von freiem Chlor, resp. Salzsäure auftreten; für wahrscheinlich halte ich die Bildung von Spuren von Quecksilberchlorid (Sublimat), das Stahl außerordentlich schnell zum Rosten bringt.

Die allgemein bekannte Erscheinung, daß beim Schießen mit rauchlosem Pulver der Lauf schneller rostet als beim Gebrauch von Schwarzpulver fände also darin eine Erklärung, daß der alkalische Rückstand der Verbrennung des letzteren die sauren Verbrennungsprodukte der Zündmasse unschädlich macht, während beim rauchlosen Pulver die Säure ungehindert auf den Stahl einwirken kann.

Indem wir aber so das Zündhütchen als alleinigen Sündenbock hinstellten, haben wir es denn doch zu schlecht gemacht. Auch ohne Zündhütchen würden mit rauchlosem Pulver beschossene Gewehrläufe stark rosten. Die bei der Explosion dieses Treibmittels entstehenden Gase sind in der Praxis denn doch nicht so ganz unschuldig und «neutral» wie es die Theorie behauptet. Es entstehen dabei stets auch mehr oder weniger große Mengen von sauren, nitrosen Gasen, wie folgender Versuch beweist:

In dem einen, zugeschmolzenen Ende einer starkwandigen Glasröhre von 3 mm lichter Weite und 80 cm Länge brachte ich 0,1 gr Blättchenpulver zur Explosion. Nach 5 Minuten langem ruhigen Stehen mit der Mündung nach oben war die Röhre mit roten, nitrosen Gasen gefüllt, und zeigte einen sehr schwachen gelblichen Anflug am untern Ende. Ich spülte sie dann mit destilliertem Wasser aus. Das Spülwasser zeigte stark saure Reaktion: entsprechend 8,4 mgr Salpetersäure. Ich weiß sehr wohl, daß die Zersetzung des rauchlosen Pulvers beim Schuß wesentlich anders verlaufen wird, als bei diesem Versuch, aber

nichts ist vollkommen in dieser Welt, und genau nach der Theorie geht die Verbrennung auch beim Schuß nicht vor sich. Daß es dabei meistens ohne Bildung von Salpetersäure auch nicht abgeht, kann man in vielen Fällen, besonders wenn das Zündhütchen nicht genau auf die Ladung abgestimmt ist, bereits am Geruch und am Aussehen der roten nitrosen Dämpfe erkennen. (Rauchlose Munition Kal. .22 verschiedener amerikanischer Firmen!) Denselben Versuch, wie schon oben beschrieben, stellte ich in einer ganz gleichen Röhre mit 0,1 gr Schwarzpulver an. Hier zeigten sich keine roten Dämpfe, und das Spülwasser der Röhre war alkalisch: genügend zur Neutralisation von 12,6 mgr Salpetersäure. Es zeigen diese beiden Versuche sehr deutlich den Unterschied dieser Treibmittel in Bezug auf die Eigenschaften ihrer Verbrennungsprodukte.

Im übrigen bestehen zwischen den einzelnen rauchlosen Pulversorten große Unterschiede in Bezug auf ihre rosterzeugenden Eigenschaften, und ebenso verhält es sich mit den Zündhütchen. Wie es im Handel «rostfreie» Zündhütchen gibt, so gibt es auch rauchlose Pulver, bei deren Gebrauch das Rosten nicht stärker auftritt als beim Schwarzpulver. Im allgemeinen aber kann man sagen: Zeigt sich beim Gebrauch einer rauchlosen Patronensorte starke Rosttendenz, so liegt die Schuld meist weder am Zündhütchen noch am Pulver, sondern an der Patrone. Es ist dann das Zündhütchen entweder nicht auf das Pulver abgestimmt, oder das Gewicht des Geschosses, oder der Widerstand, den letzteres im Laufe erfährt, steht in einem schlechten Verhältnis zur Pulverladung. Ein rauchloses Pulver verbrennt eben vollständig zu neutralen, unschädlichen Verbindungen nur bei einem bestimmten Gasdruck, und dieser ist eben eine Funktion der eben erwähnten Faktoren.

Daß auch das Laufmaterial der Büchsen eine wesentliche Rolle spielt, ist ohne weiteres klar. So ist es längst bekannt, daß Läufe aus Nickelstahl auch bei Beschuß mit rauchlosem Pulver sehr wenig zum Rosten neigen. Zu diesen gehört der «Special smokeless steel» verschiedener amerikanischer Firmen und wohl auch der Anticorrostahl.

Die Säuretheorie des Rostens trägt demnach den praktischen Erfahrungen soweit Rechnung, und doch hat sie in letzter Zeit mehr und mehr der elektrolytischen Theorie weichen müssen. Nach dieser wird das Rosten verursacht durch das Auftreten von Potentialdifferenzen und dadurch bewirkte elektrolytische Zersetzungen. Als Elektrolyt wird in den meisten Fällen Feuchtigkeit (Wasser) in Betracht kommen, wirksamer sind verdünnte Säuren und Salzlösungen. Findet sich Eisen stellenweise mit

einem andern Metall überzogen, so bilden diese beiden Metalle bei Zutritt von Feuchtigkeit ein kurz geschlossenes galvanisches Element, in welchem das elektropositive Metall die sich lösende Elektrode darstellt und das andere Metall vor dem Lösen schützt. Ja, es sind hierbei nicht einmal zwei verschiedene Metalle nötig, schon geringfügige Verschiedenheiten benachbarter Stellen ein und desselben Metalles bewirken das Auftreten von genügend starken Potentialdifferenzen, um das Rosten einzuleiten. Bertram-Lambert hat gezeigt,[1]) daß reines Eisen gegen reinen Sauerstoff und reines Wasser beständig ist. Drückt man nun dieses Eisen an verschiedenen Stellen, so tritt an diesen Stellen Rost auf. Je nachdem das mit dem Eisen in Berührung stehende fremde Metall in der galvanischen Spannungsreihe rechts oder links vom Eisen steht, wird es das Rosten dieses verhindern oder begünstigen; die Intensität dieser Wirkung hängt außer der Natur des Elektrolyten davon ab, wie weit in der Spannungsreihe dieses Metall links oder rechts vom Eisen entfernt steht. Zahlreiche Erscheinungen des praktischen Lebens sind auf diesen Tatsachen begründet. Bekannt ist das rasche Rosten schadhafter Stellen an vernickeltem, noch mehr an verkupfertem Eisen. An den Stahlwänden der Schiffe vermeidet man peinlichst jede Berührung mit Kupfer: die sie durchdringenden Kupferröhren werden stark verzinkt. Zink schützt das Eisen sehr gut vor Rost, während verzinntes Eisen, wenn einmal die Zinndecke an einer Stelle durchbrochen ist, an dieser Stelle sehr schnell rostet.

Im Innern des Gewehrlaufes setzen sich an den Zügen je nach der Natur des Geschosses Blei, Nickel, Kupfer, Aluminium (Teskogeschosse) an. Bei Zutritt von Feuchtigkeit, in der sich natürlich etwa vorhandene Spuren von Säuren oder Salzen lösen, sind also hier die Bedingungen zur Bildung von geschlossenen galvanischen Ketten in idealer Weise gegeben, und es wird von der Stärke der Potentialdifferenz zwischen dem Eisen und dem betreffenden Metall, und von der gegenseitigen Stellung beider in Spannungsreihe abhängen, ob und wie stark das Rosten des Eisens dadurch begünstigt oder verhindert wird. In der Annahme, daß nach dem Schuß im Gewehrlauf der Elektrolyt wohl durch eine schwache Säurelösung gebildet wird, stellte ich die Potentialdifferenzen fest zwischen Stahl und den oben angeführten Metallen in einer sehr stark verdünnten Salpetersäure. (1/100 normal = 0,063%.) Als Stahlelektrode nahm ich ein blankpoliertes Stück des Laufes einer automatischen Winchesterbüchse Kal. 22.) Die erhaltenen Werte gebe ich hier wieder:

[1]) Journ. Chem. Soc.—101, 2056.

Stahl + ...	Kupfer — . . .	0,536 Volt,	in Wasser	0,320
Stahl + ...	Nickel — . . .	0,458 Volt,	„	0,226
Stahl + ...	Nickelkupfer —	0,494 Volt,	„	0,320
Stahl + ...	Aluminium — .	0,200 Volt,		—
Stahl + ...	Blei —	0,060 Volt,	„	— 0,100[2])

Daraus ergibt sich die Spannungsreihe:

+....Stahl ...Blei. ...Aluminium ...Nickel ...Kupfer ....—

Es geht aus diesen Zahlen hervor, daß bei Verwendung von Kupfernickel-Mantelgeschossen ein Gewehrlauf weit mehr dem Rosten ausgesetzt sein wird, als beim Gebrauch von Bleigeschossen. Da nun im Allgemeinen mit Schwarzpulver nur Bleigeschosse, mit rauchlosem Pulver nur Mantelgeschosse verfeuert werden, findet das raschere und anhaltendere Rosten der mit rauchlosem Pulver beschossenen Waffen hierin eine weitere Erklärung. Auch das so lästige Nachrosten dieser Waffen beruht jedenfalls zum größten Teil auf den anhaltend vorhandenen hohen Potentialdifferenzen an der Innenfläche des Laufes.

Wenn auch, wie bereits bemerkt, die elektrolytische Theorie der Säuretheorie den Rang abgelaufen hat, so kommen hier doch beide zur Geltung, indem etwa vorhandene Säure nicht nur die Potentialdifferenzen erhöht, sondern auch den Widerstand des Elektrolyten verringert. Diese beiden Wirkungen tragen wesentlich zur Verstärkung des Zersetzungsprozesses bei.

Das erste Entstehen des Rostens und das spätere Nachrosten erkläre ich mir in folgender Weise: Die beim Schuß aus dem Pulver oder aus dem Zündhütchen, oder aus beiden entstehenden sauren Dämpfe werden beim Gebrauch von Schwarzpulver durch den Rückstand neutralisiert und unschädlich gemacht, wohl aber nicht an allen Stellen des Laufes in gleich vollkommener Weise. Das vom Geschoß an den Mantelzügen abgestreifte Blei hat gegenüber dem Stahl ein sehr geringes Potential, (das, wie wir später sehen werden, in alkalischem Elektrolyten, also in diesem Falle, den Stahl vor dem Rosten schützt!) Ein Rosten wird also hier vor der Hand nicht auftreten, sondern erst dann, wenn allmählich durch Oxydation und Absorption von Kohlensäure die Pulverrückstände ihre schützende Wirkung eingebüßt haben.

Beim rauchlosen Pulver dagegen fehlen bekanntlich die alkalischen Rückstände und die sauren Verbrennungsprodukte greifen sofort das Laufmaterial an. Wenn diese erste Einwirkung nun auch gering, und vorerst völlig unsichtbar ist, so ist doch damit

---

[2]) In alkalischen Elektrolyten ist Blei positiv gegen Eisen.

der Anstoß zum Rosten gegeben. Wohl jeder weiß aus Erfahrung, daß Eisen, das einmal mit Säure in Berührung gekommen ist, auch nach sorgfältigem Abreiben und Abwaschen sehr stark dem Rosten ausgesetzt ist, wenn nicht durch ein Alkali die Wirkung der Säure aufgehoben wurde. Dazu kommt dann noch das hohe Potentialgefälle zwischen dem Laufstahl und dessen vom Mantelgeschoß herrührenden Kupfernickelbelag, das nach obigen Versuchen circa neunmal höher ist als dasjenige zwischen Blei und Stahl. Daß solche einmal angeätzte Läufe unter der fortgesetzten Einwirkung dieses hohen Potentialgefälles stark zum Nachrosten neigen, ist klar.

Ueber die Ursache dieses Nachrostens, dieser «Nachschläge», waren bis in die letzte Zeit in der schießtechnischen Literatur die seltsamsten Ansichten vertreten. Am nächsten kam meiner Deutung wohl ein Autor, der 1914 in der Zeitschrift «Das Schießwesen» meinte, die Kupfer- und Nickelbeschläge im Laufinnern seien daran schuld, und zwar deshalb, weil durch sie das Reinigen der sich darunter befindlichen Laufoberfläche unmöglich gemacht würde. Ueber die in den Fachzeitschriften mehrfach vertretene Ansicht Pasbachs [3]), daß das Nachrosten verursacht werde durch saure Gase, die bei dem hohen Druck und der hohen Temperatur der Explosion des rauchlosen Pulvers in die Poren des Stahles hineingepreßt würden, und nach und nach, im Verlauf von mehreren Tagen wieder an die Oberfläche träten, möchte ich mich nicht aussprechen, da mir nicht bekannt ist, ob diese Annahme bereits analytisch bestätigt wurde. Ein von mir in dieser Absicht unternommener Versuch gab ein negatives Resultat. Aus dem gut gereinigten und entfetteten Lauf des Luxemburgischen (schwedischen) Infanteriegewehres (Mauser 6,5 mm.) gab ich in schneller Folge 5 Schuß ab. (Original schwed. Militärpatrone.) Sofort nach dem letzten Schuß durch den Lauf gegossenes warmes Wasser war sehr schwach sauer und gab eine deutliche Reaktion auf Salpetersäure. Noch stärker war die Reaktion auf Salzsäure. Der Lauf wurde nun rein geputzt (ohne Oel), trocken gewischt, und das untere Ende (Patronenkammer) mit Gummistopfen verschlossen. Dann wurde der Lauf mit schwacher (1/100 normal) reinster Natronlauge gefüllt (25 cc) und auch an seinem oberen Ende verkorkt. Etwa aus dem Stahl austretende saure Gase wären von der Natronlauge aufgenommen worden, hätten deren Alkalinität entsprechend vermindert, und sich durch ihre spezifischen Reaktionen identifizieren lassen. Nach 48 Stunden war die Alkalinität der Lauge unverändert und sie enthielt praktisch keine

[3]) Kriegstechnische Zeitschrift. 1906.

Salpetersäure (weniger als 0,000005 gr) und keine Salzsäure (weniger als 0,000025 gr).[4])

Ich bin der Ansicht, daß bei der Erscheinung des Nachrostens auch infolge der fortgesetzten starken Erschütterungen, nach und nach auftretende Strukturänderungen des Laufmateriales eine wesentliche Rolle spielen. Es bestärkte mich in dieser Meinung die kürzliche private Mitteilung eines höheren Offiziers der deutschen Armee, daß die Neigung zum Nachrosten bei Militärgewehren im Anfang des Gebrauches beständig steige, um nach einer gewissen Zeit (etwa nach 1/2 bis 3/4 Jahr Dienstzeit) ein Maximum zu erreichen. Von da ab soll dann das Nachrosten immer seltener und in wesentlich schwächerem Grade auftreten.

Ob man nun die Säuren oder den elektrischen Strom als Anstifter des Rostens betrachtet, oder auch alle beide, immer sind zum Rosten außerdem noch Feuchtigkeit und Sauerstoff notwendig. Man sollte deshalb annehmen, daß nach sauberem Putzen des Gewehrlaufes ein Einölen oder Einfetten desselben genügte, um das Rosten sicher zu verhindern. Daß dem nicht so ist, weiß wohl jeder, der bereits mit Waffen zu tun hatte. Eine dünne Fett- oder Oelschicht gibt eben keinen vollkommenen Abschluß gegen Luft und Feuchtigkeit ab, besonders wenn dünnflüssiges Oel verwendet wird, das bis auf eine äußerst dünne Schicht abfließt. Ein Stückchen Chlorkalzium zieht begierig Feuchtigkeit an und zerfließt vollständig an feuchter Luft. Taucht man nun ein Stück trockenes Chlorkalzium in Oel (Mineralöl) und läßt es in feuchter Luft auf dem Tische liegen so zerfließt es schließlich auch, wenn auch langsamer als ohne Oelhülle. Daß eine dünne Fett-, bezw. Oelschicht auch keinen sicheren Abschluß gegen Sauerstoff bildet, davon kann sich ein jeder der geehrten Leser, der in der Photographie bewandert ist, durch folgenden Versuch leicht überzeugen:

Photographische alkalische Entwickler nehmen bekanntlich aus der Luft Sauerstoff auf und werden dabei immer dunkler bis schließlich beinahe schwarz gefärbt. Uebergießt man nun in einem Glase farblosen Entwickler (am besten eignet sich zu diesem Versuch Metol) mit einer dünnen Oelschicht (flüssiges Paraffin), so sieht man wie vom oberen Rande her der Entwickler sich immer

[4]) Meine ursprüngliche Absicht, diese Versuche in größerem Maßstabe unter Anwendung der feinsten analytischen Methoden auszuführen, mußte ich leider umständehalber auf spätere Zeiten verschieben, indem ein mir von der deutschen Besatzung zum Schutze der Eisenbahn vor mein Laboratorium gestellter Posten, Schießversuchen in seiner Nähe, nicht besonders hold zu sein scheint.

dunkler färbt, also durch die Oelschicht hindurch Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Ueberschüttet man in einem Glase eine klare Lösung von Aetzbaryt mit einer dünnen Schicht Paraffinöl oder anderm Oel, so bildet sich im Laufe einiger Stunden an der unteren Fläche des Oeles eine mehr oder weniger dicke Haut von Bariumkarbonat: also auch die Kohlensäure der Luft durchdringt mit Leichtigkeit eine dünne Oelschicht. Dünnflüssige Oele schützen also sehr wenig gegen Feuchtigkeit und Luft; bedeutend besser wirken feste Fette, resp. Vaseline, doch ist es verhältnismäßig schwieriger dieselben sicher an alle Stellen des Laufinnern zu bringen.

Wir wären also hiermit auf die Abwehrmittel gegen den Rost gekommen. Bei der Verwendung von Schwarzpulver und Bleigeschossen genügten (stets ordentlich sauberes, rechtzeitiges Putzen des Laufes vorausgesetzt!) gewöhnliche Oele resp. Vaseline vollkommen. Der Lauf war nicht durch Säure angegriffen und das schwache Potentialgefälle Blei-Eisen bewirkte eine nur geringe Neigung zum Rosten. Wesentlich anders wurden die Verhältnisse mit der Einführung des rauchlosen Pulvers. Seine sauern Verbrennungsprodukte ätzten den Lauf an und die hohe Potentialdifferenz Kupfernickel-Eisen begünstigte das Rosten stark. Da man dann bald in der Säure den Hauptübeltäter erblickte, kam man zur Verwendung von alkalischen Oelen und Putzmitteln, die durch ihre basischen Eigenschaften die Säure neutralisieren und unschädlich machen sollten. Es entstanden so eine ganze Anzahl solcher Mittel, wie Ballistol, Curol, Nitrol, Pufril u. s. w. die alle ihren Zweck gut erfüllen. Sie sind größten Teiles Produkte von der Art der sogenannten Bohröle, d h. Lösungen von Amoniakseifen in Mineralöl (Paraffinöl). Diese Oele entwickeln an der Luft langsam Ammoniak, welches etwa vorhandene Säure neutralisiert. Andere enthalten Kaliseifen, wie ja auch gewöhnliche Schmierseife in ähnlicher Weise wirkt.

Bei Verwendung gewöhnlicher Oele empfiehlt Lucke[5]) sofort nach Gebrauch der Waffe und nach dem Einölen ein Stückchen Ammoniumkarbonat in den Lauf zu werfen. Dieses verdampft langsam und erfüllt den Lauf mit alkalischen Dämpfen. Seinen Zweck erfüllt dieses Mittel zweifellos, doch ist das Einführen fester Substanzen in den Lauf immerhin eine bedenkliche Sache. Allzuleicht vergißt man einmal das Salz vor dem Schuß zu entfernen, und dann ist eine Beschädigung, wenigstens der Waffe selbst, sehr wahrscheinlich.

---

[5]) Das Schießwesen, 1908. S. 70.

Die günstigen Erfolge, die man im Allgemeinen mit diesen Mitteln erzielt hat, scheinen auf den ersten Blick der Säuretheorie des Rostens, aus der sie ja hervorgingen, den Vorrang zu geben. Und doch wird erst durch die elektrolytische Theorie ihre Wirkungsweise in vollkommener Weise erklärt.

Der Hauptzweck dieser Produkte ist bekanntlich, abgesehen von der Neutralisation etwa primär vorhandener Säure, der, das spätere Nachrosten der mit rauchlosem Pulver beschossenen Läufe zu verhindern. Da nun die wesentliche Ursache dieser unangenehmen Erscheinung in dem hohen Potentialgefälle Kupfer-nickel-Eisen liegt, so müßten diese Oele die Eigenschaft haben, diese Potentialdifferenzen aufzuheben. Und dies tun sie auch in Wirklichkeit und noch viel mehr! Während nämlich, wie wir bereits dargetan haben, in neutraler und saurer Lösung das Eisen gegen Kupfer, Nickel, Blei, Aluminium elektropositiv ist und daher in Berührung mit diesen stark rosten muß, ist es gegen dieselben Metalle in alkalischer Lösung, wie sie diese Waffenöle darstellen, elektronegativ! Der früher so schädliche Metallbelag der Laufzüge stellt also jetzt die «lösende» Elektrode dar, d. h. er ist es, der «rostet», sich auflöst, und das Eisen vor dem Rosten schützt. Es trifft dies in besonderem Maße zu für die Oele vom Typus des «Ballistols», die Ammoniakseifen enthalten. Auf diese Eigenschaft der ammoniakhaltigen Waffenöle habe ich 1915 zuerst hingewiesen.[6])

Legt man in eine starke Ammoniaklösung (Salmoniakgeist) eine Kupfer- oder eine Nickelmünze, so bleibt die Flüßigkeit längere Zeit farblos; legt man jedoch einen eisernen Nagel auf die Münze, so wird die Lösung fast sofort blau, resp. grün von aufgelöstem Kupfer oder Nickel.

Wir haben also in diesen ammoniakhaltigen Oelen wahre Universalmittel: sie neutralisieren die Säure, bringen das schädliche Potentialgefälle zu nützlicher Arbeit und lösen nach und nach den Metallbeschlag der Laufzüge auf. Daß letzteres der Fall ist, hat wohl ein jeder der verehrten Leser, der diese Produkte in Gebrauch hat, schon bemerkt an der blaugrünen Farbe die ein durch einen mit Ballistol behandelten «Mantelgeschoßlauf» getriebener Wattebausch zeigt.

---

[6]) P. Medinger, Theoretisches und Praktisches über das Rosten der Gewehrläufe und seine Verhütung. «Schuß und Waffe», 1915, p. 120 ff. und 225 ff.

Ein solches Waffenöl, das alle die erwähnten Eigenschaften in hohem Maße besitzt, stelle ich mir nach folgender Formel dar:

100 cc Oelsäure (technisch),
20 cc Ammoniak (Dichte 0,910, 25%),
30 cc Amylalkohol,
(10 gr reine Vaseline),
400 cc flüssiges Paraffin,

werden mehrere Minuten lang recht kräftig geschüttelt. (Man nimmt zweckmäßg eine Literflasche, die nur etwas über die Hälfte von obiger Menge gefüllt wird). Sollte nach viertelstündigem Stehen die Flüssigkeit nicht vollkommen klar sein, so wiederholt man das Schütteln nach Zusatz von etwas Benzin. Mit diesem Oele, das ich nun seit 5 Jahren für meine zahlreichen Waffen aller Art gebrauche, habe ich stets die besten Erfahrungen gemacht.

Für die äußere «Toilette» der Waffen, besonders fein gebläuter Teile sind diese alkalischen Produkte nicht zu empfehlen. Ammoniakhaltige Oele verlieren nach und nach ihr Ammoniak und die frei werdende Fettsäure greift die feine Politur an. Vernickelte Waffenteile würden von diesen Oelen in kurzer Zeit stark angeätzt werden, wie wir später noch zeigen werden. Zum Oelen der Schloßteile sowie zum äußeren Einfetten der Waffen (einschließlich der Holzteile) verwende ich nachstehendes, völlig indifferentes Oelgemisch:

80 Teile flüssiges Paraffin,
15 Teile Walratöl,
(5 Teile Vaseline), und einige Tropfen Citronelleöl.

Dieses Oel ist vollkommen neutral, greift die feinste Politur nicht an und verflüchtigt sich nicht zu rasch. Die Spur Citronelleöl gibt demselben einen erfrischenden Geruch, der besonders den nichts weniger als angenehmen Duft der meisten Waffenöle vollständig verdeckt.

Es bliebe im Anschluß an diese Erörterungen noch ein Wort zu sagen über die Entfernung der Geschoßrückstände aus den Laufzügen. Bleiansatz entfernt man bekanntlich am besten mittelst Quecksilber, das man in dem an einem Ende verkorkten, gut entfetteten Lauf während längerer Zeit hin und her laufen läßt. Eventuell muß man auch wohl mit einer Messingbürste nachhelfen. Geringe Aluminiumrückstände werden durch das Quecksilber meist auch entfernt, können auch durch verdünnte Natronlauge in Lösung gebracht werden. Ueber die Entfernung von Kupfernickelrückständen aus den Laufzügen habe ich eine lange Reihe von Versuchen angestellt, deren wissenschaftliche Begrün-

dung mich zu weit führen würde und auch nicht in den Rahmen dieser Zeitschrift paßt. Ich begnüge mich daher die wesentlichsten Resultate meiner Untersuchungen hier anzugeben, und tue dies besonders auch deshalb, weil diese Versuche zum Teil die Wirkung der in dieser Arbeit mehrfach erwähnten galvanischen Kette, Kupfernickel-Eisen in alkalischem Elektrolyten sehr deutlich und zahlenmäßig dartun. Zu diesen Versuchen verwendete ich Vollmantelgeschosse schwed. Mauser 6,5 mm, die stets gleich tief in die betreffenden Flüssigkeiten eintauchten, ohne daß das am Geschoßboden zu Tage tretende Blei von der Flüssigkeit benetzt wurde. Durch genaues Wägen der Geschosse vor und nach den Versuchen wurde das Gewicht des jeweilig gelösten Metalles bestimmt. Die angegebenen Zahlen stellen das Mittel dar aus je zwei bis drei Versuchen. Jede Versuchsreihe wurde angestellt einmal mit dem blanken Geschoß, sodann auch mit einem mit Stahldraht umwickelten Geschoß, um den Verhältnissen im Innern des Gewehrlaufes nahe zu kommen.

Die Dauer des Versuches betrug in allen Fällen 24 Stunden.

N° des Versuches.	Geschoss	Flüssigkeit.	mgr Kupfernickel gelöst in 24 St.
1.	allein.	Salmiakgeist (10% Ammoniak).	17,0
1a.	in Berührung mit Stahl.	dito	21,4
2.	allein.	Zinkoxydammoniak in Ammoniak.	25,5
2a.	in Ber. mit Stahl.	dito	32,5
3.	allein.	Zinkoxydammoniumtartrat in Ammoniak.	31,0
3a.	in Ber. m. Stahl.	dito	51,2
4.	allein in Ber. mit Zink.	dito	0
4a.	in Ber. mit Stahl und Zink.	dito	0
5.	in Ber. mit Stahl.	dito, in der Fl. liegt ein Stück Zink, nicht in Berührung mit dem Geschoß.	21,0
6.	in Ber. mit Stahl.	oben beschriebenes Waffenöl.	3.

Der Einfluß der Elektrolyse zeigt sich deutlich überall, besonders aber in Versuch 3,3a. Zink ist in ammoniakalischer Lösung elektropositiv gegen Kupfer und Nickel und so hat denn in Versuch 4,4a. die Berührung mit einem Stückchen Zink genügt, um die Lösung von Kupfernickel ganz zu verhindern. In Versuch 5 schlug sich natürlich das gelöste Kupfer und Nickel auf dem Zink nieder.

In weitaus den meisten Fällen wird wohl ein öfteres Behandeln des Laufinnern mit dem oben beschriebenen, oder einem ähnlichen, ammoniakhaltigen Oel genügen um die Laufzüge von Kupferansatz genügend frei zu halten. Sollte der Kupfernickelansatz jedoch stärker werden, so empfiehlt sich seine Entfernung durch eine Lösung von Zinkoxydammoniumtartrat in Salmiakgeist. Diese Verbindung ist zwar nicht im Handel zu haben, doch kann man sich für den Hausgebrauch in einfacher Weise diese Flüssigkeit herstellen. Zu einem Kubikcentimeter einer gesättigten Zinksulfatlösung gibt man soviel Salmiakgeist als zur Auflösung des sich anfangs bildenden Niederschlages nötig ist, und setzt dann noch etwa zweimal soviel Salmiakgeist und zwei bis drei Kriställchen Seignettesalz zu. Diese Flüssigkeit gießt man in den an einem Ende verkorkten Lauf und läßt sie über Nacht in demselben. Am nächsten Morgen wird alles Kupfer und Nickel gelöst sein und die entleerte Flüssigkeit eine dunkelblaue Farbe zeigen. Sehr wichtig ist bei Anwendung dieses Mittels ein nachträgliches sehr energisches Reinigen des Laufes, da etwa zurückbleibendes Zinkoxyd den Stahl sehr rasch zum Rosten bringen würde. Am besten gießt man noch einmal reinen Salmiakgeist durch den Lauf, dann ein oder zweimal Wasser, reibt ihn schließlich trocken und fettet ein.

Zum Schluße noch einige allgemeine Bemerkungen über das «Wie» und «Wann» man Schußwaffen reinigen soll. Zunächst möglichst bald nach dem Gebrauch; dies gilt vor allem beim Gebrauch von rauchlosem Pulver. Ein gezogener Büchsenlauf mit rauchlosem Pulver beschossen, und 24—48 Stunden ungeputzt bei Seite gestellt, verliert dadurch mehr an Wert als durch die Abnutzung, die er durch Abgabe von mehreren Hundert Schuß erleidet. Zunächst wird der Lauf durch durchgetriebene Werg- oder Wattstopfen oder Wollappen trocken und rein gerieben, zuletzt unter Zuhilfenahme von Oel, bis der letzte Pfropfen rein bleibt. Dann fettet man das Laufinnere mittelst eines der erwähnten Waffenöle gut ein. Zum Reinigen benutzt man zweckmäßig die bekannten Laufbürsten und -Wischer. Da diese jedoch sehr rasch verschmutzen und dann nur sehr schwer zu reinigen sind, möchte ich nachstehend ein kleines Hilfsmittel

empfehlen, das sich nach meinen Erfahrungen sehr gut bewährt hat. Man kauft sich in einer Apotheke für einige Centimes eine Rolle Verbandgase, deren Breite der Länge der Laufbürste entspricht. Davon schneidet man kleine Stücke ab und umwickelt damit die Laufbürste. Das Gazestück nimmt allen Schmutz auf, kann jedesmal erneuert werden, und die Bürste selbst bleibt rein. Die Kosten sind ganz minim und werden durch den Minderverbrauch an den relativ teuern Bürsten mehr als aufgewogen. Die reinweiße Gaze gibt zudem eine gute Kontrolle ab, ob der Lauf wirklich rein und frei von Pulverrückständen ist.

Sehr wichtig ist es, daß das zum Verhüten der Nachschläge benutzte Waffenöl auch wirklich die ganze innere Laufoberfläche bedeckt. Um dieses sicher zu erreichen, verfahre ich wie folgt: In den Lauf führe ich etwa 3 ctm. tief einen dichten Wattestopfen ein, gieße darauf eine ca. 0,5 bis 1 cm hohe Schicht. Waffenöl und setzte darauf einen mit diesem Oel getränkten zweiten Wattepfropfen. Das Ganze wird dann mittelst des Putzstockes durch den Lauf getrieben.

Verwendet man zum Einfetten gewöhnliches Oel und Fett, so empfiehlt es sich, ein bis drei Tage später das Reinigen und Einfetten zu wiederholen. Das Reinigen und Einfetten soll bekanntlich immer von der Patronenkammer aus geschehen, und nicht von der Laufmündung aus, damit diese nicht durch das häufige Reiben usw. erweitert, und dadurch die Schußleistung des Gewehres verändert werde. Es wird allgemein empfohlen, eingeölte Gewehre mit der Mündung nach unten zu stellen, damit das abfließende Oel nicht in die Schloßteile gelange. Ich kann vor dieser Vorschrift nur warnen. Einmal schadet den Schloßteilen etwa hineingelangendes Oel nichts, im Gegenteil, dann aber nimmt durch das allmähliche Abfließen des Oeles die Dicke der Oelschicht von unten nach oben ständig ab. Es würde also bei diesem Verfahren schließlich gerade die Stelle des Laufes, wo das Rosten am ehesten auftritt, das Ende der Patronenkammer, die dünnste Oelschicht und damit den geringsten Rostschutz aufweisen. Zudem würde sich das Oel an der Laufmündung in Tropfen und Verdickungen ansammeln, wodurch für den ersten Schuß ganz außerordentliche Abweichungen der Trefflage sich ergeben würden.

Es weist dies schon darauf hin, daß man stets vor dem Schießen erst den Lauf von Fett befreien, trocken reiben soll. Es gilt dies besonders bei der Verwendung von Mantelgeschossen, die ja bekanntlich nie gefettet werden dürfen, da sie sonst ganz erhebliche Abweichungen von der normalen Trefflage geben. Und genau dasselbe muß natürlich der Fall sein, wenn der Lauf

eingefettet war, natürlich nur für den ersten Schuß. Aber auf eben diesen kommt es ja in den meisten Fällen, besonders auf der Jagd, vor allem an.

Ueber die «äußere Toilette» der Waffe habe ich bereits das nötige gesagt. Zum Einölen der Schloßteile verwendet man das dort angegebene, oder ein sonstiges indifferentes, nicht eindickendes Oel (Knochenöl, Paraffinöl usw.) das man eventuell durch Zusatz von etwas Petroleum dünnflüssiger machen kann.

Will man eine Waffe längere Zeit unbenutzt aufbewahren, so nimmt man zweckmäßig zum Einfetten des Laufinnern statt der dünnflüssigen Oele ein konsistenteres Fett, Vaseline, oder besser ein Gemisch von Vaseline mit Waffenöl. Sehr praktisch ist auch das von der amerikanischen Firma Marble empfohlene Verfahren, besonders für Büchsen kleineren Kalibers, eine mit Fett oder Oel getränkte wollene oder baumwollene Schnur von der Dicke des Kalibers hindurchzuziehen und in dem Laufe zu belassen.

Mit Abwehrmitteln gegen den tückischsten Feind der Waffen wären wir also genügend versehen, und es genügt sie rechtzeitig und richtig anzuwenden, um ein Rosten mit Sicherheit zu verhindern. Und hierauf kommt bekanntlich alles an, denn ein Heilmittel für dieses Uebel gibt es kaum. Hat sich einmal irgendwo Rost festgesetzt, so wird schon ein chirurgischer Eingriff nötig, d. h. der Rost muß mechanisch entfernt und die Stelle wieder so gut wie möglich poliert werden; ohne Narbe wird es wohl in den seltesten Fällen abgehen.

Luxemburg — Druck von P. Worré-Mertens