

Veröffentlichungen
aus dem Gebiete des
Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben
von der
Medizinal-Abteilung
des
Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

Heft 23.
Kleinere Mitteilungen über Schußverletzungen.

Aus den Verhandlungen des Wissenschaftlichen Senats der Kaiser
Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen vom
3. Juni 1903.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1903

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Bibliothek von Coler-Schjerning.

1. **Kübler**, Geschichte der Pocken und der Impfung. Mit 12 Abb. und 1 Taf. 1901. 8 M.
2. **E. von Behring**, Diphtherie. (Begriffsbestimmung, Zustandekommen, Erkennung und Verhütung.) Mit 2 Abbildungen im Text. 1901. 5 M.
3. **Buttersack**, Nichtarzneiliche Therapie innerer Krankheiten. Skizzen für physiologisch-denkende Aerzte. Mit 8 Abbildungen im Text. Zweite Aufl. 1903. 4 M. 50 Pf.
4. **Trautmann**, Leitfaden für Operationen am Gehörorgan. Mit 27 Abbildungen im Text. 1901. 4 M.
5. **Hermann Fischer**, Leitfaden der kriegschirurgischen Operationen. Mit 56 Abbildungen. 1901. 4 M.
6. **N. Zuntz u. Schumburg**, Studien zu einer Physiologie des Marsches. Mit Abbildungen, Curven im Text und 1 Tafel. 8 M.
7. **Alb. Köhler**, Grundriss einer Geschichte der Kriegschirurgie. Mit 21 Abbildungen. 1901. 4 M.
8. **P. Muschold**, Die Pest und ihre Bekämpfung. Mit 4 Lichtdrucktafeln. 1901. 7 M.
9. **H. Jaeger**, Die Cerebrospinalmeningitis als Heeresenche. In ätiologischer, epidemiologischer, diagnostischer und prophylaktischer Beziehung. Mit 33 Texttaf. 1901. 7 M.
10. **Gerhardt**, Die Therapie der Infectionskrankheiten. In Verbindung mit Stabsarzt Dr. Dorendorf, Oberstabsarzt Prof. Dr. Grawitz, Oberstabsarzt Dr. Hertel, Oberstabsarzt Dr. Ilberg, Oberstabsarzt Dr. Landgraf, Generaloberarzt Prof. Dr. Martius, Stabsarzt Dr. Schulz, Oberstabsarzt Dr. Schultzen, Stabsarzt Dr. Stuertz und Stabsarzt Dr. Widemann. Mit Curven im Text. 1902. 8 M.
11. **E. Marx**, Die experimentelle Diagnostik, Serumtherapie und Prophylaxe der Infectionskrankheiten. M. 1 Textfig. u. 2 Taf. 1902. 8 M.
12. **Martens**, Die Verletzungen und Verengerungen der Harnröhre und ihre Behandlung. Auf Grund des König'schen Materials (1875—1900). 8. Mit einem Vorwort von Geh. Rath Prof. Dr. König. 1902. 4 M.
13. **A. Menzer**, Die Aetiologie des acuten Gelenkrheumatismus nebst kritischen Bemerkungen zu seiner Therapie. Mit Vorwort von Geh. Rath Prof. Dr. Senator. Mit 5 Tafeln. 1902. 5 M.
14. **A. Hiller**, Der Hitzschlag auf Märschen. Mit Benutzung der Acten der Medicinal-Abtheilung des Preussischen Kriegsministeriums. Mit 6 Holzschn. und 3 Curven. 1902. 7 M.
- 15/16. **Sonnenburg und Mühsam**, Compendium der Operations- und Verbandstechnik. I. Theil. Mit 150 Textfiguren. 1903. 4 M. (II. Theil erscheint demnächst.)
17. **Niedner**, Die Kriegsepidemien des 19. Jahrhunderts. 1903. 5 M.

Veröffentlichungen
aus dem Gebiete des
Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben
von der
Medizinal-Abteilung
des
Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

Heft 23.
Kleinere Mitteilungen über Schußverletzungen.

Aus den Verhandlungen des Wissenschaftlichen Senats der Kaiser
Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen vom
3. Juni 1903.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1903

Kleinere Mitteilungen

über

SCHUSSVERLETZUNGEN.

Aus den Verhandlungen des Wissenschaftlichen Senats der Kaiser
Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen vom
3. Juni 1903.

Bearbeitet

in der

Medizinalabteilung des Kriegsministeriums.

Mit 2 Tafeln.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1903

ISBN 978-3-662-34269-5 ISBN 978-3-662-34540-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-34540-5

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Ueber Körper-Längsschüsse. Vortrag, gehalten von Generalarzt Dr. Schjerning	1
2. Ueber die Bekämpfung des Tetanus in der Armee. Vortrag, gehalten von Generalarzt Dr. Schjerning	9
Hierzu	
Beilage A: Zusammenstellung der Tetanusfälle nach Platzpatronenverletzungen	19
Beilage B: Bericht der hygienischen Untersuchungsstation des XV. Armeekorps über den Nachweis von Wundstarrkrampferregern in Platzpatronen. Von Oberstabsarzt Dr. P. Muehold	23
Beilage C: Bericht der hygienischen Untersuchungsstation des I. Armeekorps über den Nachweis von Wundstarrkrampferregern in Platzpatronen. Von Oberstabsarzt Dr. Lösener	31
Beilage D: Bericht des hygienischen Laboratoriums der Kaiser Wilhelms-Akademie über den Keimgehalt und die Sterilisierbarkeit der zu den Platzpatronen verwandten Fließpappe. Von Stabsarzt Dr. Bischoff	43
Tafel I zu Beilage B.	
Tafel II zu Beilage D.	

Bei unsern Versuchen fanden wir die Kraft der Mantelgeschosse noch auf weite Entfernungen, bis auf 2000 m, so groß, daß sie in der Regel im stande waren, noch in dieser Distanz mehrere Körperteile zu durchdringen. Unter 654 Schußverletzungen kamen nur 3 Fälle zur Beobachtung, in denen das direkt auftreffende Geschöß bei einer Entfernung von 2000 bzw. 1600 m im Körper aufgehalten wurde.

Im Widerspruche mit diesen Beobachtungen stehen die Mitteilungen Stitt's aus dem chilenischen Kriege, daß zahlreiche Geschosse im Körper stecken geblieben seien, sowie die hiermit übereinstimmenden Erfahrungen, welche man im spanisch-amerikanischen Kriege sammelte.

Während des letzteren befanden sich z. B. kurz nach den Gefechten bei Santjago in einem Militärlazarett 147 Verwundete, unter denen bei 15 Verletzten, gleich 10,2 %, das in den Körper eingedrungene Geschöß diesen nicht verlassen hatte. Das war um so auffallender, als die Verwundungen auf verhältnismäßig geringe Entfernungen, 1 mal auf 120 m (Querschläger), 5 mal auf 2—300 m, 1 mal auf 300—500 m, 5 mal auf 500—800 m, 1 mal auf 900 m und 2 mal auf unbestimmte Entfernung stattgefunden hatten. Dabei waren die Geschosse nicht allein durch den Widerstand am Knochen aufgehalten worden, sondern in verschiedenen Fällen hatten die Weichteile genügt, um ihre lebendige Kraft zu erschöpfen.

Man stand diesen Erscheinungen zunächst ratlos gegenüber und versuchte sie auf verschiedene Weise zu erklären. Einige nahmen an, daß die zum Teil von den Amerikanern gelieferten Patronen der Spanier minderwertiges oder durch Lagerung und Transport verdorbenes Pulver enthielten. Doch haben eingehende Untersuchungen ergeben, daß zwar ein Teil der Patronen schon vor dem Schuß bis in den Pulverraum der Hülse reichende Risse besaß, durch welche die Pulverladung verschüttet sein konnte, daß aber die meisten Patronen eine volle Ladung einwandfreien Pulvers enthielten.

Andere, unter ihnen Senn, welcher den Feldzug als chief of the operating staff mitmachte, glaubten die geringe, lebendige Kraft der den Körper treffenden Geschosse darauf zurückführen zu können, daß in vielen Fällen die Projektile bereits Bäume durchschlagen oder aufgesetzt hätten, bevor sie in den Körper eindrangen. Diese Ansicht schien bestätigt zu werden durch den Umstand, daß tatsächlich die in Frage kommenden Gefechte vielfach im

tropischen Sumpfwalde stattgefunden hatten. Die später operativ entfernten Geschosse zeigten jedoch keinerlei Deformierungen, so daß es in hohem Grade unwahrscheinlich schien, daß sie bereits vor ihrem Eindringen in den Körper auf einen anderen erheblichen Widerstand gestoßen waren.

Die einzig zutreffende Erklärung ließ nicht lange auf sich warten. Man fand, daß die im Körper steckengebliebenen Geschosse diesen nicht in transversaler Richtung durchbohrt, sondern, bevor sich ihre lebendige Kraft an den durch das Körpergewebe gebotenen Widerständen erschöpfte, einen oft sehr langen Weg in longitudinaler Richtung im Körper zurückgelegt hatten.

So war bei einem der erwähnten 15 Verwundeten das Geschöß auf der Höhe der Schulter ein- und nach Verlauf durch die ganze Rückenmarksmuskulatur oberhalb des rechten Darmbeinkammes ausgetreten. Etwas unterhalb dieser Stelle war es wieder in die Muskulatur der Rückseite des Oberschenkels eingedrungen und schließlich in der Kniekehle stecken geblieben.

Es ist klar, daß derartige außerordentlich lange Schußkanäle nur entstehen können, wenn der Körper in liegender Stellung oder, vielleicht noch von einem erhöhten Punkte aus, vornübergebeugt beim Vorgehen beschossen wurde.

Man hat sich mit dieser interessanten Art von Schüssen bisher sehr wenig befaßt, obschon sie in mehrfacher Beziehung die größte Beachtung verdienen. Es ist wohl anzunehmen, daß sie in den letzten Feldzügen häufiger vorgekommen sind, als man bisher glaubte. Sie haben sich jedoch der Beobachtung entzogen, da bei einem großen Teile der so Verwundeten der Tod bereits auf dem Schlachtfelde eingetreten ist. Für eine genaue Untersuchung der Gefallenen aber, für die Feststellung der Art der Verletzung und des Verlaufs des Schußkanals hat das Sanitätspersonal nach einer Schlacht wohl nur selten Zeit gefunden.

In einem künftigen Kriege werden diese langen Schußkanäle infolge der durch die verbesserten Schußwaffen bedingten veränderten Gefechtsweise aller Voraussicht nach noch in erheblichem Maße zunehmen. Während sich in früheren Gefechten die beiderseitigen Schützenlinien in der Regel auf 400 m Entfernung gegenüberstanden, wird sich in Zukunft infolge der größeren Tragweite der modernen Gewehre eine Hauptphase des Kampfes auf 800 m und mehr Entfernung der kämpfenden Parteien von einander abspielen. Die Schützen

werden in Deckung und in liegender Stellung so lange auf einander feuern, bis auf einer Seite eine entschiedene Feuerüberlegenheit über den Gegner erzielt ist. Erst dann wird man vorgehen können.

In diesem ersten Teil des Kampfes, welcher voraussichtlich der längere ist, werden wir den langgestreckten Schußkanälen und steckengebliebenen Geschossen recht häufig begegnen. Allerdings ist nicht zu erwarten, daß die Verwundeten in großer Anzahl den Verbandplätzen und Lazaretten zugehen werden. Der größere Teil wird auf dem Schlachtfelde bleiben, da die Verletzung der in liegender Stellung dem Feuer am meisten ausgesetzten Körperteile, Kopf, Hals und Brust, in vielen Fällen den augenblicklichen Tod herbeiführt.

Der Tod wird bei den Kopfschüssen eintreten durch Verletzung lebenswichtiger Teile des Gehirns oder durch Gehirnerschütterung, bei den Hals- und Brustschüssen durch Verblutung.

Es ist überhaupt zu erwarten, daß der Verblutungstod auf dem Schlachtfelde doch eine größere Rolle spielen wird, als man bisher annahm. So zeigten von 100 auf den Schlachtfeldern gebliebenen Amerikanern über 40 Verletzungen des Halses und der Brust. Da die Shokwirkung des neuen Mantelgeschosses nur eine sehr geringe ist, so können die Gefallenen nur durch Verblutung, aus den Halsgefäßen nach außen, aus den Brustgefäßen in die Körperhöhlen, gestorben sein.

Um in die Art der Verletzungen, welche unter den geschilderten Verhältnissen entstehen, in die Beschaffenheit und den Verlauf des Schußkanals und in die Bedingungen, welche das Steckenbleiben des Geschosses im Körper veranlassen, einen genaueren Einblick zu erhalten, wurden auf Veranlassung der Medizinalabteilung entsprechend angeordnete Schießversuche vorgenommen. Geschossen wurde mit Vollladung auf 200, 600, 800 und 1350 m.

Bei diesen Versuchen ergab sich zunächst als Tatsache die außerordentliche Häufigkeit der unter diesen Verhältnissen und bei diesen Schüssen im Körper zurückgehaltenen Geschosse. Unter 10 Schüssen, welche, auf 200 m abgegeben, den Körper trafen, blieben 4, gleich 40 %, stecken. Aus 600 m Entfernung reichte unter 22 Treffern bei 8 Geschossen, gleich 36 %, die lebendige Kraft nicht aus, sie durch den Körper zu treiben. Unter 16 auf 800 m abgegebenen Treffern verließen nur 8, gleich 50 %, den Körper. Bei 1350 m Entfernung blieben unter 17 Treffern 65 % der Geschosse im Körper stecken. Im Ganzen wurde also unter 65 Treffern 31 mal, gleich 46,7 %, das Geschoß im Körper zurückgehalten.

Die Verheerungen, welche die Geschosse im Körper anrichteten, waren sehr erheblich. Traf das Projektil den Schädel, so wurde ein großer Teil desselben in eine große Zertrümmerungshöhle verwandelt. Das Geschöß drang dann, mitunter als Querschläger, nach Zertrümmerung von Rippen in die Brusthöhle, durchschlug, zuweilen unter gleichzeitiger Verletzung des Herzens, die Lunge, durchschlug nach Durchschlitung des Zwerchfells die Leber und perforierte mehrere Darmschlingen, um im Becken oder erst in der Muskulatur des Oberschenkels zur Ruhe zu kommen.

In seltenen Fällen fehlten diese starken Verwüstungen. Streifte das Geschöß den Körper, besonders die Rückseite, so waren die Verletzungen geringer und ähnlich denen bei dem verwundeten Amerikaner beschriebenen. Einige Beispiele mögen das Gesagte illustrieren.

Fall 1: Perforierender Schädelstreifschuß, Schuß durch die Brust- und Bauchhöhle, Becken und Oberschenkel. Entfernung 200 m. Das Geschöß traf den Schädel am rechten Scheitelbein und flog in der Richtung auf den linken Mundwinkel weiter. Auf dieser Strecke ist der Hirn- und Gesichtsschädel in eine große Höhle verwandelt, in welcher das linke Scheitelbein, die linke Seite des Stirnbeins, die vordere Hälfte der linken Schläfenbeinschuppe, der linke große Keilbeinflügel und das linke Joch- und Oberkieferbein zertrümmert liegen. Die äußeren Weichteile in der Nähe dieses Bezirks und die angrenzenden Teile des Gehirns sind gleichfalls zerfetzt.

Das Geschöß drang dann als Querschläger unter Zerschmetterung der linken 3. Rippe von vorn in die Brusthöhle, durchschlug den Ober- und Unterlappen der linken Lunge und das Zwerchfell, zerstörte die Milz zum größten Teil und perforierte den Dickdarm. An der inneren Seite der Bauchwand weiter laufend, zertrümmerte es unter Zerreißung des inneren Darmbeinmuskels die Beckenschaufel und drang, zahlreiche Knochensplitter mit sich führend, in die seitliche Oberschenkelmuskulatur ein, um 12 cm oberhalb des Kniegelenks, die Spitze dem Schützen zugewandt, unter der Haut liegen zu bleiben.

Fall 2: Schuß durch den Schädel und die Brusthöhle. Entfernung 200 m. Einschuß als sternförmiger Schlitz über dem linken Scheitelbein neben der Pfeilnaht.

Ausschuß von elliptischer Gestalt im 4. linken Zwischenrippenraum.

Das Geschöß hat das Schädelgewölbe in weiter Ausdehnung zertrümmert. Durch radiäre und zirkuläre Bruchlinien sind grössere und kleinere Bruchstücke losgelöst, die zum Teil über einander geschoben noch durch die Knochenhaut zusammen gehalten werden.

Der Schußkanal geht, mit zahlreichen Knochensplintern durchsetzt, durch den linken Scheitel- und Schläfenlappen des Großhirns, trifft am Felsenbein den Schädelgrund, der in weiter Ausdehnung zerschmettert ist, und verläuft, sich trichterförmig erweiternd, durch die Halsmuskulatur, wo es die großen Halsgefäße und Nervenstämme zerreißt.

Nach Durchschlagung der 1. Rippe in die Brusthöhle eingetreten, durchsetzt es den linken oberen Lungenlappen und verläßt nach Bruch der 4. und 5. Rippe den Brustkorb.

Fall 3: Schuß durch Brust, Bauch und Becken. Entfernung 200 m.

Einschußöffnung rund, unterhalb des Brustbeinendes des rechten Schlüsselbeins.

Ausschußöffnung nicht vorhanden.

Das Geschoß tritt durch den 1. Zwischenrippenraum in die Brusthöhle, durchschlägt den oberen Lungenlappen und rechten Vorhof, gelangt durch eine Oeffnung im sehnigen Teil des Zwerchfells in die Bauchhöhle, wo es die untere Leberfläche und den großen Lendenmuskel zerreißt. Es läuft dann unter Zersplitterung des Querfortsatzes des 3. Lendenwirbels an der rechten Seite der Wirbelsäule entlang, zertrümmert die rechte Beckenschaufel vollständig in größere und kleinere Stücke und bleibt erheblich deformiert im großen Gesäßmuskel liegen.

Fall 4: Schuß durch Schädel-, Brust- und Bauchhöhle. Entfernung 600 m.

Einschußöffnung rechts neben der Pfeilnaht am hinteren Rande des Stirnbeins. Keine Ausschußöffnung.

Das Geschoß zerschmettert die rechte Seite des Schädels. Scheitel-, Schläfen-, und Hinterhauptbein, der große Keilbeinflügel und die Pyramide sind in kleinste Trümmer zerschlagen.

Von der Schädelbasis aus nimmt das Geschoß seinen Weg durch die Nackenmuskulatur, zerbricht die Querfortsätze des 6.—7. Hals- und 1.—3. Brustwirbels, sowie die 1.—3. Rippe, durchsetzt in einem für 3 Finger durchgängigen Kanal die rechte Lunge, das Zwerchfell und die Leber und wird oberhalb des Blinddarms in einer Bauchfelltasche, mit der Spitze nach dem Schützen zu gerichtet, gefunden.

Fall 5: Schuß durch Schädel und Brusthöhle. Entfernung 600 m. Von der runden an der Stelle der großen Fontanelle gelegenen Einschußöffnung aus dringt das Geschoß nach Zertrümmerung des Schädeldaches durch das Groß- und Kleinhirn, verläßt den Schädel durch eine rechteckige stark zersplitterte Oeffnung des Hinterhaupt-

beins, läuft, zahlreiche Knochensplitter mit sich reißend, durch die Nackenmuskulatur an den Halswirbeln entlang, deren Querfortsätze teilweise abgebrochen werden, durchschlägt die 1.—3. Rippe und den linken oberen Lungenlappen, schlitzt den Herzbeutel und das Zwerchfell und bohrt sich zwischen der 9. und 10. Rippe in die Wand des Brustkorbes ein, wo es liegen bleibt.

Fall 6: Schuß durch Rücken, Brust- und Bauchhöhle und Becken. Entfernung 600 m.

Einschußöffnung auf der rechten Schulter über dem Ansatzpunkte der Schulterblattgräte. Kein Ausschuß.

Das Geschöß zersplittert die Schulterblattgräte, zerbricht, vom 2. Zwischenrippenraum aus rechts neben der Wirbelsäule entlang laufend, die 3. bis 6. Rippe, streift die Lendenwirbelsäule und gräbt sich unter Abtrennung der Querfortsätze eine Rinne in die Lendenwirbelkörper. Nach Durchbohrung einer Dünndarmschlinge gelangt es in den Dickdarm und dringt mit der Spitze gerade noch in den wagerechten Ast des Schambeins ein, wo es den Darm gewissermaßen festnagelt.

Fall 7. Schuß durch Schädel und Brusthöhle. Entfernung 1350 m. Einschußöffnung rechts neben der Pfeilnaht, 4 cm von ihrem hinteren Ende entfernt. Ausschußöffnung fehlt.

Das Geschöß durchschlägt die Schädeldecke, das Groß- und Kleinhirn, tritt an der rechten Seite des großen Hinterhauptloches aus der Schädelhöhle heraus, zertrümmert die rechte Hälfte der Wirbelkörper sämtlicher Halswirbel, gelangt rechts neben der Speiseröhre und hinter den großen Gefäßstämmen in den Brustraum, streift den Oberlappen der rechten Lunge an der Innenseite und bleibt hinter dem rechten Luftröhrenast liegen.

Fall 8. Schuß durch den linken Oberarm und die Brusthöhle. Entfernung 1350 m.

Das Geschöß hat das obere Drittel des Oberarms in der Richtung von oben außen nach innen unten durchsetzt und hier den Oberarmknochen in zahlreiche Bruchstücke zerschmettert. Durch die 3. Rippe in die Brusthöhle getreten, durchschlägt es die Lunge in schräger Richtung und die linke Herzkammer glatt, zerreißt die absteigende Körperschlagader und bleibt hier, schnabelförmig zugespitzt liegen. —

Aus diesen Mitteilungen ersehen wir zunächst, daß die Zahl der Geschosse, welche in dem in liegender Stellung beschossenen Körper stecken bleiben, außerordentlich groß ist. Besonders beachtenswerth ist dies bei den auf nahe Entfernungen abgegebenen Schüssen.

So haben von den Geschossen, welche aus 200 m, der nächsten überhaupt in Betracht kommenden Entfernung, am Ziele anlangten, 40 pCt. den liegenden Körper nicht zu durchdringen vermocht.

Diese Zahl wächst, wie nicht anders zu erwarten, mit der Verlängerung des von dem Geschöß durchlaufenen Weges, so daß sie unter den bei den Versuchen gewählten Entfernungen bei 1350 m ihren Höhepunkt, 65 pCt. der Treffer, erreicht.

Die Versuche ergaben ferner, daß die Zerstörungen, welche durch das Geschöß, selbst bei großem Abstände des Schützen vom Ziel, verursacht werden, noch ganz gewaltig sind; sie stehen zuweilen kaum hinter den auf nähere Entfernungen gesetzten zurück. So unterscheiden sich die unter 2 und 7 mitgeteilten Verletzungen nur unwesentlich von einander, trotzdem der erstere Schuß auf 200, der letztere auf 1350 m abgegeben wurde. Dies ist um so bemerkenswerter, als das Geschöß bei einer Entfernung von 1350 m kaum den 4. Teil der Arbeit leistet, die es bei 200 m Abstand leistet, nämlich 40 zu 186 mkg.

Bezüglich der Behandlung der Schußwunden läßt sich aus den Ergebnissen der Versuche die Lehre ziehen, daß das Aufsuchen des Geschosses im Wundkanal mit der Sonde in vielen Fällen von vornherein keine Aussicht auf Erfolg haben kann. Man sollte annehmen, daß das erste Gebot der modernen Wundbehandlung, das *noli me tangere* der Wunde, allen Aerzten in Fleisch und Blut übergegangen sei, so daß die stete Wiederholung dieses Warnungsrufes und die Darlegung der Zwecklosigkeit und Gefährlichkeit der Wunduntersuchung überflüssig wäre. Das scheint aber nicht der Fall zu sein, besonders wenn man bedenkt, daß aus den selbst in letzter Zeit zusammengestellten, für Kriegszwecke bestimmten Operationsbestecken in anderen Staaten die alte Kugelsonde noch immer nicht verschwunden ist.

Die Nachbehandlung der Verletzungen, welche mit langgestreckten Schußkanälen einhergehen, ist besonders schwierig. Liegt die entstehende lange Narbe in der Haut, so werden schwere Bewegungsstörungen nicht ausbleiben, besonders wenn sich das Narbengewebe über ein oder mehrere Gelenke hinweg erstreckt.

Verläuft der lange Wundkanal durch eine Körperhöhle mit teilweiser Verletzung der inneren Organe, so ist zu erwarten, daß noch nach geraumer Zeit durch Lageveränderung der Eingeweide, welche durch die langsam zunehmende Narbenschumpfung bedingt ist, schwerwiegende Gesundheitsstörungen eintreten werden, wenn die ersten stürmischen Erscheinungen lange abgeklungen und die sekundär entstandenen Erkrankungen lange überwunden sind.

II. Ueber die Bekämpfung des Tetanus in der Armee.

V o r t r a g ,

gehalten von

Generalarzt Dr. **Schjerning.**

Der Tetanus gehört zwar in der Armee zu den seltenen Krankheiten. Es sind gewöhnlich nur einige wenige Fälle, über die in den jährlichen Krankenrapporten berichtet wird. Aber sein außerordentlich bösartiger Charakter und die Unzulänglichkeit der therapeutischen Hilfsmittel gegenüber der einmal zu Stande gekommenen Infektion lassen es als ein besonders erstrebenswertes Ziel erscheinen, durch vorbeugende Massnahmen den unheimlichen Gast womöglich ganz aus den Reihen der Armee zu verbannen.

Wie in dem Kampf gegen alle anderen Infektionskrankheiten bildet auch bei der Bekämpfung des Wundstarrkrampfes die allgemeine Hygiene die eigentliche Operationsbasis. Der Verbesserung der allgemeinen gesundheitlichen Verhältnisse unter den Truppen ist wohl auch der erfreuliche Rückgang der Tetanus-Morbidität zu verdanken, der sich — zufolge der Kriegstatistik — bei den großen Feldheeren der modernen Kulturstaaten im Laufe des vorigen Jahrhunderts vollzogen hat, schon zu einer Zeit, der die wahre Natur der furchbaren Krankheit noch verborgen blieb und dementsprechend auch spezifische Mittel zu ihrer Bekämpfung nicht zu Gebote standen.

Im Zeitalter Friedrich's des Großen und in den Freiheitskriegen, wo die Verwundeten nach der Schlacht meist schlecht bekleidet Tage lang auf dem Gefechtsfelde liegen blieben, herrschte Tetanus in erschreckendem Umfange unter den Feldtruppen, und Bilguer berichtet, daß nach der Schlacht bei Prag nicht weniger als 1000 Verwundete daran erkrankt seien. Mit der besseren Fürsorge für den verwundeten

Soldaten und vor Allem mit der schnelleren Abräumung des Schlachtfeldes verlor die Tetanus-Infektion an Boden.

Von den Kriegen der neueren Zeit, über die uns brauchbare Zahlenangaben vorliegen, sind:

im amerikanischen Sezessionskriege

von 217000 Verwundeten 505 oder 2 ‰,

im deutsch-französischen Kriege

von 95000 deutschen Verwundeten 350 oder 3,5 ‰,

in der russischen Donauarmee 1877/78

von 51700 Verwundeten 66 oder 1,2 ‰

an Tetanus erkrankt. Freilich darf man die Bedeutung des Tetanus für die Feldheere nicht allein nach den Morbiditätsziffern beurteilen. Größer ist, der sehr ungünstigen Prognose entsprechend, sein Anteil an der Gesamtzahl der Todesfälle gewesen. Er beträgt¹⁾:

im amerikanischen Bürgerkriege . . . 14 ‰,

in der deutschen Armee 1870/71 . . . 13,5 ‰,

in der Donauarmee 12,5 ‰.

Wenn auch, wie erwähnt, zur Zeit der genannten Kriege die Ursache des Tetanus noch nicht erkannt war, wenn auch noch die jetzt überwundene Vorstellung von einer mechanischen Zerrung und Reizung der Nervenendigungen herrschte, so entstammt doch gerade den damaligen Kriegserfahrungen eine Reihe in ätiologischer Hinsicht wertvoller Beobachtungen.

Man erkannte, daß der Tetanus sich ganz unabhängig von der Schwere der Verletzung bald zu einfachen Weichteilwunden, bald zu schweren Knochenbrüchen gesellte, daß er aber allenthalben stark gequetschte, gemißhandelte oder verunreinigte Wunden bevorzugte. Man sah ihn ferner nicht selten gleichzeitig mit Typhus, Dysenterie, Hospitalbrand und anderen Seuchen auftreten und beobachtete in einzelnen Lazaretten richtige Tetanus-Epidemien, so 1866 in Horsitz, 1870 in Bingen. Auf Grund solcher Erfahrungen sprach Heiberg schon nach dem Kriege 1870/71 die Vermutung aus, daß der Tetanus durch ein Contagium sui generis erzeugt werde.

Bekanntlich ist dann der Erreger des Tetanus 1884 von Nicolaier entdeckt und 1889 von Kitasato reingezüchtet worden, beiläufig aus einem Material, das der Leiche eines im hiesigen Garnison-Lazarett I verstorbenen Grenadiers entstammte. Seitdem ist der Tetanusbazillus nach allen Richtungen hin so gründlich untersucht und

1) Die Gefallenen sind nicht mitgezählt.

studiert worden, daß er heute zu den am genauesten erforschten und am besten bekannten Krankheitserregern zählt.

Die Erwartungen aber, die sich in therapeutischer Hinsicht an seine Entdeckung knüpften — besonders seit der Herstellung des Behring'schen Heilserums —, haben sich leider nicht in vollem Umfange erfüllt. Ein abschließendes Urteil über die Heilkraft des Antitoxins ist zwar zur Zeit noch nicht möglich. Aber der allgemeine Eindruck, den gerade die Kliniker auf Grund vielfacher Mißerfolge gewonnen haben, geht doch wohl dahin, daß das Antitoxin zwar eine wertvolle Bereicherung der therapeutischen Hilfsmittel darstellt, daß ihm aber eine lebensrettende Heilwirkung im Allgemeinen nicht zuerkannt werden darf.

Auch in der Armeé ist das Antitoxin vielfach angewendet worden. Unter 96 sicher erwiesenen Tetanusfällen, die ich aus den letzten 20 Jahren habe zusammenstellen lassen, sind 25 mit Antitoxin behandelt. Davon sind 10 = 40 % geheilt. Von den 71 ohne Antitoxin behandelten Kranken sind 21 = 30 % am Leben geblieben. Das ergibt eine Differenz von 10 % zu Gunsten der Antitoxinbehandlung. Allein abgesehen davon, daß diese Zahlen zu klein sind, um ein Urteil zu gestatten, kann nicht verschwiegen werden, daß gerade bei den sehr rasch tödlich verlaufenen Fällen Antitoxin-Injektionen nicht gemacht werden konnten, weil das Mittel zu spät eintraf, und daß andererseits bei den mit Antitoxin behandelten geheilten Fällen die ersten Symptome des Tetanus durchweg erst verhältnismäßig spät nach der Verwundung auftraten, worauf sich bekanntlich von vornherein schon eine bessere Prognose gründen läßt.

Weit günstiger und übereinstimmender lauten die Urteile über die immunisierende Kraft des Serums, die man sich besonders in Frankreich, wo der Tetanus häufiger ist als in Deutschland, zu nutze macht. Auf dem letztjährigen französischen Chirurgenkongresse sprach sich eine ganze Reihe von Klinikern warm für die Präventiv-Impfung aus. Guinard wendet sie seit 9 Jahren an. Er hat seitdem nur einen Verwundeten an Tetanus sterben sehen und gerade dieser war nicht geimpft worden. Ganz gefehlt an Mißerfolgen hat es allerdings nicht, selbst dann nicht, wenn die Injektion sehr frühzeitig gemacht wurde. Reynier verlor einen Kranken nach einer Hernienoperation an Tetanus, obwohl er die prophylaktische Injektion noch auf dem Operationstisch vorgenommen hatte. Während der China-Expedition hat Oberstabsarzt Herhold im 4. Feldlazarett grundsätzlich bei allen mit Erdteilen verunreinigten Verwundungen Antitoxin verabfolgt und

Tetanuserkrankungen, die sonst in China ziemlich häufig waren, bei seinen Patienten vermieden. Vallas, der Berichterstatter über die Frage der Tetanus-Behandlung auf dem französischen Kongresse, spricht sich dahin aus, daß der Tetanus, wenn man alle Verwundeten der präventiven Serumtherapie unterwerfen würde, aus der menschlichen Pathologie verschwinden würde, wie die Pocken nach der Vakzination.

Unter der Voraussetzung, daß sich dieses günstige Urteil über die Schutzkraft des Antitoxins in der Zukunft bestätigt und weiter befestigt, wird es Aufgabe der Armeeverwaltung sein, bei Ausrüstung von Expeditionen oder im Kriegsfall dem Feldheere von vornherein größere Mengen von Antitoxin zum Gebrauch auf den Verbandplätzen und in den Feldlazaretten mitzugeben, damit wenigstens bei den stark zerrissenen und mit Erde verunreinigten Wunden — ich habe hier vornehmlich die Verletzungen durch Artilleriegeschosse im Auge — prophylaktische Serum-Einspritzungen gemacht werden können.

Von diesem Gesichtspunkte aus verdient der Plan der Errichtung einer staatlichen Anstalt für die Serumgewinnung die vollste Unterstützung seitens der Militär-Medizinal-Verwaltung. —

Was nun das Auftreten des Tetanus nach Schußverletzungen im Frieden betrifft, so muß hier das größte Gewicht bei seiner Bekämpfung in der Armee auf die Verhütung der Infektion, auf die Ausschaltung der Infektionsquellen gelegt werden müssen. Eine dieser Quellen, und, wie ich glaube, gerade die wichtigste, ist es in jüngster Zeit gelungen, aufzudecken.

Schon seit Jahren ist aufgefallen, daß sich die tetanische Infektion mit Vorliebe an Platzpatronenverletzungen anschließt. Ich habe, wie vorhin erwähnt, die Tetanuserkrankungen in der Armee aus den letzten 20 Jahren — von 1881 ab — zusammenstellen lassen. Nur solche Fälle sind in die Zusammenstellung aufgenommen worden, über die hinlänglich genaue Angaben vorliegen und bei denen das klinische Bild mit Sicherheit echten Tetanus diagnostizieren ließ. In der großen Mehrzahl der Erkrankungen, nämlich in 77 von 96, ließ sich eine äußere Verletzung als Ausgangspunkt der Infektion nachweisen. Nur 19 Fälle gehörten zu der früher als „idiopathisch“ bezeichneten Form. Von den 96 Fällen ist nun in nicht weniger als 34 die Erkrankung auf eine Verletzung mit Platzpatronen gefolgt. (Vgl. Beilage A.) Unfälle und Zufälle beim Exerzieren, bei Felddienstübungen oder beim Gewehrreinigen, aber auch freie Explosion der Patrone beim Spielen mit ihr bildeten die häufigsten Gelegenheitsursachen.

Der Zahl nach verteilen sich die Fälle, wie nachstehende Tabelle erkennen läßt, sehr verschieden auf die einzelnen Jahrgänge:

Jahr:	Platzpatronen-Verletzungen überhaupt:	Danach Tetanus:	Davon geheilt:
1881—1882:	?	1	—
1882—1884:	?	3	—
1884—1888:	?	7	2
1888—1889:	86	2	1
1889—1890:	118	6	—
1890—1892:	197	—	—
1892—1894:	229	4	1
1894—1896:	272	—	—
1896—1897:	96	—	—
1897—1898:	112	—	—
1898—1899:	80	1	1
1899—1909:	125	3	—
1900—1901:	145	3	1
1901—1902:	?	4	1
		34	7

Hiernach ist der Tetanus in den 80er Jahren ziemlich häufig nach Platzpatronen-Verletzungen aufgetreten. Dann folgt eine Zeitperiode, wo er seltener wurde und jahrelang ganz ausblieb, und endlich ist gerade in den letzten Jahren wieder eine deutliche Häufung der Erkrankungen zu verzeichnen.

Der klinische Verlauf dieser Fälle war fast durchweg ein schwerer. Bei den tödlich verlaufenen stellten sich durchschnittlich am 8. Tage, nicht selten auch schon am 6. oder 7. Tage, niemals aber später als am 13. Tage die ersten Symptome des Tetanus ein, der dann rasch, mitunter schon vor Ablauf von 24 Stunden zum Tode führte, wie beispielsweise in folgendem Falle:

„Musketier M. vom 4. Bad. Inf.-Regt. Prinz Wilhelm No. 112 in Mühlhausen i. Els. erhält am 28. August 1901 bei einer Gefechtsübung infolge von Entladung eines umfallenden Gewehres einen Platzpatronenschuß in die linke Achselhöhle. Aus der zerfetzten Weichteilwunde entleeren sich bei mäßiger Eiterung zahlreiche rote Holzsplitterchen. Das Allgemeinbefinden bleibt gut bis zum 3. September. An diesem Tage, den 7. nach der Verwundung, verspürt der Kranke gegen 3 Uhr nachmittags ein zusammenziehendes Gefühl in der Kaumuskulatur. Gegen Abend stellen sich Zuckungen im ganzen Körper ein, die während der Nacht unter rapider Verschlechterung des Allgemeinbefindens immer häufiger und heftiger werden. Um 8¹/₄ Uhr morgens tritt Cyanose des Gesichts auf, der Puls wird fadenförmig, und um 8 Uhr 35 Min. — nach nicht 18 Stunden nach dem Beginn der Krampf-

erscheinungen — erfolgt bei einer heftigen, tonischen Zuckung der gesamten Körpermuskulatur der Tod.“

Wie in diesen, so ist in den meisten anderen Fällen, unabhängig von dem Sitz der Verwundung, der Trismus das erste Zeichen der erfolgten Infektion gewesen. Doch fehlt es auch nicht an Beobachtungen, wo die Starre zuerst das verwundete Glied befiel. Der folgende Fall ist ein Beispiel dafür:

„Musketier A. vom Inf.-Regt. Vogel von Falkenstein No. 56 in Wesel erhält am 23. August 1900 beim Brigade-Exerzieren durch seinen Hintermann einen Platzpatronenschuß in den linken Oberschenkel. In der etwa talergroßen, unregelmäßig zerrissenen Wunde liegen neben Muskeltrümmern Kleiderfetzen und Holzsplitter. In den folgenden Tagen eitert die Wunde stark. Nekrotische Gewebefetzen stoßen sich ab. Jedoch bleibt der allgemeine Zustand ausgezeichnet. Am 29. August, dem 7. Krankheitstage, fällt beim Verbandwechsel ein starkes Zittern des verwundeten Beines auf, das sich bald zu schmerzhaften Streckkrämpfen steigert. Erst am folgenden Tage ist Trismus leichten Grades und Stirnrunzeln wahrzunehmen. Die Krampfanfälle gehen jetzt auch auf das rechte Bein über. Erschöpfende Schweiße stellen sich ein. Am 31. wird auch der Rumpf befallen; es bildet sich ein starker Opisthotonus aus. Nachmittags werden die Krampfanfälle in der gesamten Körpermuskulatur immer häufiger. Von 4 Uhr ab folgt Anfall auf Anfall. Schließlich liegt der Mann in tiefster Cyanose und fast ununterbrochener Starre da, und um 5 Uhr tritt der Exitus ein.

Die am letzten Tage, morgens, gemachte Antitoxin-Injektion hatte keinen ersichtlichen Erfolg gehabt.“

Bei den geheilten Fällen sind die ersten Krampfsymptome viel später, nämlich durchschnittlich erst am 16. Tage, in einem Falle sogar erst am 21. Tage, niemals aber vor dem 13. Tage in Erscheinung getreten.

Im ganzen haben von den 34 Fällen nach Platzpatronenverletzungen nur 7 einen günstigen Ausgang genommen. Das entspricht einer Mortalität von 80%, während die übrigen Fälle nur eine solche von 61% ergeben. Von den sämtlichen 65 Todesfällen unserer Zusammenstellung entfallen 27 auf Platzpatronenverletzungen, 31 auf andere Verletzungen; bei 7 Kranken waren äußere Wunden nicht nachzuweisen.

Wie erklärt sich dieser offenkundige Zusammenhang zwischen Platzpatronenschuß und Wundstarrkrampf?

Das Studium des Tetanuserregers hat gelehrt, daß bei einer Reininfektion sehr erhebliche Mengen von Sporen nötig sind, um einen krankmachenden Effekt zu erzeugen. Das gesunde Gewebe des menschlichen Körpers hat offenbar die Fähigkeit, den Tetanuserreger sehr rasch unschädlich zu machen. Erst wenn die Widerstandskraft

der Zellen durch bestimmte schädigende Momente herabgesetzt wird, gelingt die Infektion leichter. Zu diesen schädigenden Momenten gehören in erster Linie die Quetschung der Wunde und das Verweilen von Fremdkörpern in ihr. Beide Bedingungen treffen in hervorragender Weise gerade bei Platzpatronenverletzungen zu. Es handelt sich dabei fast durchweg um buchtige, zerrissene Wunden, die zur Abstoßung nekrotischer Gewebsetzen neigen und meist übersät sind von zahlreichen, dem Holzgeschoß entstammenden Splintern, die oft erst im Verlaufe von Wochen mit der Eiterung ausgestoßen werden. Die Platzpatronenwunde ist darnach zweifellos besonders prädestiniert für die tetanische Infektion. Allein zum Zustandekommen dieser gehört ein drittes, gehört der Eintritt des spezifischen Erregers. Man wird zunächst geneigt sein, an eine nachträgliche Verunreinigung der Wunde zu denken. Aber die Gefahr solcher Verunreinigungen ist in der Armee, wo berufsmäßige Hilfe fast immer sofort bei der Hand ist, gewiß geringer als unter anderen Verhältnissen. Und die Fortschritte in der geschulten Wundbehandlung, die sonst allenthalben zu Tage treten, müßten sich hier in einer Einschränkung der Zahl der Tetanusfälle dokumentieren, was nicht der Fall ist. Ferner erzeugen auch Artilleriegeschosse meistens, scharfe Gewehrgeschosse nicht selten umfangreiche zerrissene Wunden, die den Gefahren einer nachträglichen Verunreinigung nicht minder ausgesetzt sind. Und doch finden wir unter unseren 96 Tetanusfällen keinen einzigen, der auf eine der genannten Verletzungsarten gefolgt wäre¹⁾. Diese Ueberlegung macht es von vornherein wahrscheinlich, daß die Quelle der Infektion in der Platzpatrone selbst zu suchen sei.

Schon im Jahre 1890 habe ich bakteriologische Untersuchungen der Platzpatronen veranlaßt, die aber zu keinem positiven Ergebnisse führten. Als sich letzthin die Tetanus-Erkrankungen nach Platzpatronenschüssen von neuem häuften, wurden jene Untersuchungen wieder aufgenommen, und zwar in den hygienischen Untersuchungsstationen der Lazarette Straßburg i. E. und Königsberg i. P. Untersucht wurden die Platzpatronen verschiedener Regimenter und verschiedener Jahrgänge.

Die z. Zt. gebräuchliche Platzpatrone 88 besteht aus einer mit Zündhütchen versehenen Metallhülse, die vorn ein (durch Anilin) rotgefärbtes, hohles und daher leicht splitterndes Holzgeschoss trägt. Im

1) Dagegen enthält die Zusammenstellung einen Tetanusfall nach Schrottschuß aus nächster Nähe.

Innern enthält die Hülse außer dem Pulver zwei aufeinander gestülpte, je 9 mm hohe Deckpfropfen aus Fließpappe.

Auf zwei von diesen Bestandteilen der Platzpatrone richtete sich die Aufmerksamkeit der Untersucher von Anfang an in höherem Maße: auf das Holzgeschoß und auf die Fließpappepfropfen.

Der häufige Zusammenhang zwischen Holzsplittern und Tetanus ist von Alters her bekannt, und auch heute bedient man sich ja zur Erzeugung der künstlichen Infektion — im Tierexperiment — mit Vorliebe der Holzsplitter. Andererseits hat man, wie es auch in unseren Krankengeschichten vielfach ausgesprochen ist, bei Verwundeten, die später dem Starrkrampf zum Opfer fielen, häufig Tuchsetzen aus der Uniform oder anderen Kleidungsstücken in der Wunde gefunden. Als ein analoges Gewebe erschien deshalb der Fließpappepfropfen von vornherein verdächtig.

Während nun die Untersuchung des Holzgeschosses ebenso wie die der äußeren Fläche der Hülle stets ein negatives Ergebnis hatte, gelang es, in den Fließpappepfropfen virulente Tetanusbacillen nachzuweisen. Unter 35 Platzpatronen, die aus den Jahren 1890 bis 1902 stammten und in Straßburg von Oberstabsarzt Musehold untersucht wurden, erwiesen sich bei 20 d. h. 57,14 % aller Patronen die Pappepfropfen als Träger von Wundstarrkrampf-Erregern. (Vgl. Beil. B). Aehnlich fielen die Untersuchungen in Königsberg von Oberstabsarzt Loesener aus (vgl. Beil. C), und endlich wurden die gewonnenen Resultate durch eine weitere Reihe von Versuchen bestätigt, die hier im hygienischen Laboratorium der Kaiser-Wilhelms-Akademie von Stabsarzt Bischoff mit dem Rohmaterial vorgenommen worden sind (vgl. Beil. D). Die Fließpappe wird der Munitionsfabrik in Spandau von Privatfabriken in Tafeln geliefert, aus denen die Pfropfen durch eine Stanzmaschine herausgeschnitten werden. Man entnahm von 5 verschiedenen Tafeln je eine Probe und impfte damit je 3 Mäuse. 9 von den 15 Mäusen sind an Tetanus gestorben; und zwar vertheilen sich die Impfergebnisse so, dass auf jede Probe mindestens ein positives Ergebnis kommt.

Mit dem Nachweis des häufigen Vorkommens von Tetanusbazillen in Fließpappepfropfen ist auch das häufige Auftreten von Wundstarrkrampf im Gefolge von Platzpatronenverletzungen erklärt. Denn die Pfropfen werden regelmäßig ganz oder teilweise in die Wunde gelangen, da die Verletzungen stets auf sehr nahe Entfernungen entstehen. In den Krankengeschichten wird daher auch nicht selten der Fund von Ppropfteilen in der Wunde ausdrücklich hervorgehoben.

Der Platzpatronenschuß erzeugt also nicht nur Wunden, die für die tetanische Infektion besonders geeignet sind, sondern er übernimmt darüber hinaus noch selbst die Impfung dieser Wunden mit dem spezifischen Erreger.

Ich habe versucht, den Zusammenhang zwischen dem Inhalt der Platzpatrone und dem Auftreten des Tetanus noch weiter zu verfolgen, und mir die Frage vorgelegt, ob die wechselnde Häufigkeit dieser Tetanusfälle nur eine zufällige ist, oder ob sie sich etwa aus einer wechselnden Beschaffenheit der Pfpfropfen erklären läßt.

Ehe die Platzpatrone ihre jetzige Gestalt und Zusammensetzung erreichte, hat sie eine Reihe von Entwicklungsstufen zurückgelegt. Dem Modell 71 fehlte noch das Holzgeschoß. Den Abschluß der Hülse bildete ein Pfpfropfen aus mehrfach zusammengefaltetem, in ein Deckblatt eingehülltem Fließpapier. Später verlangte die mittlerweile eingeführte Mehrladevorrichtung eine Platzpatrone von der Länge der scharfen Patrone. Aus diesem Grunde setzte man 1884 auf den Fließpapierpfropfen das Holzgeschoß. Um 1890 wurde nach der Neubewaffnung des Heeres mit dem Gewehr 88 das Fließpapier durch die Fließpappe ersetzt und zwar in erster Linie, weil zur Erzeugung eines dem scharfen Schuß aus dem neuen Gewehr ähnlichen Knalls ein festergefügtes Material erforderlich war. Auffallender Weise hebt nun, wie aus der obigen Tabelle ersichtlich ist, ungefähr mit der Einführung der Fließpappe eine Periode an, in der die Tetanusfälle seltener wurden und Jahre lang ganz ausblieben, obwohl die Gesamtzahl der Platzpatronenverletzungen in diesem Zeitraum verhältnismäßig groß war. Das deutet darauf hin, daß die Fließpappe nicht infektiöser ist, als es seiner Zeit das Fließpapier war. Und in der Tat entsprach das Fließpapier seiner Herkunft und Zusammensetzung und selbst seinem äußeren Aussehen nach durchaus der Pappe. Mehr als die Form, ist vielleicht die Quantität, in der das Pfpfropfenmaterial verwendet wurde, von Einfluß auf die Häufigkeit der Tetanuserkrankungen gewesen. Wenigstens setzt gerade mit dem Jahre 1899 eine Zunahme der Tetanusfälle ein, nachdem man im December 1898 den Fließpappepfropfen verdoppelt hatte, weil das seitdem verwendete mildere und langsamer verbrennende Pulver einen festeren Abschluß erheischte. Aehnlich hatte man Ende der 80er Jahre in Rücksicht auf den Knall den Fließpapierpfropfen verdoppelt und sogar verdreifacht; und auch damals war eine Häufung der Tetanusfälle zu beobachten. Es wäre denkbar, daß ein Teil des Pfpfropfenmaterials durch die verbrennenden Pulvergase unschädlich gemacht

wird und so die Gefährlichkeit des Pfropfens mit seinem Volumen und namentlich mit seiner Höhe zunimmt. Freilich ist das nur eine theoretische Erklärung, für die objektive Beweise nicht vorliegen.

Auch die Bezugsquellen, die im Laufe der Jahre gewechselt haben, werden nicht ohne Bedeutung für die Infektiosität der Pfropfen gewesen sein.

Um die Tetanussporen des Pfropfenmaterials zu vernichten und damit die Infektion zu verhüten, kann man zwei verschiedene Wege einschlagen: Man kann entweder das Rohmaterial, aus dem die Fließpappe gewonnen wird, oder die fertige Pappe selbst desinfizieren.

Die Fließpappe wird, wie erwähnt, in Privatfabriken hergestellt, und zwar aus Hadern und Lumpen, die zu Brei zermahlen und in Bogen gepreßt werden. Das Herstellungsverfahren enthält keinen einzigen Vorgang, bei dem eine nachhaltige Abtötung der in dem Roh-Lumpenmaterial vorhandenen Keime bewirkt würde, wodurch sich der hohe Keimgehalt der Pappe — etwa 3 Millionen auf 1 qcm — zur Genüge erklärt. Es wäre nun ein Leichtes, die Lumpen vor ihrer Verwendung zu desinfizieren. Allein dann fehlte die staatliche Kontrolle und außerdem wäre im weiteren Verlauf der Verarbeitung des Rohmaterials genug Gelegenheit zur Neu-Infektion mit Wundstarrkrampferregern gegeben, z. B. in den Behältern, beim Trocknen im Freien u. s. w. Deshalb ist die Desinfektion der fertigen Pappe zweifellos vorzuziehen, vorausgesetzt, daß sie die Tetanussporen sicher zu vernichten vermag, ohne die Verwendbarkeit der Pappe bei der Munitionsbereitung zu beeinträchtigen. Die im Laboratorium der Kaiser-Wilhelms-Akademie angestellten Desinfektionsversuche haben die erfreuliche Gewißheit gegeben, daß eine 10 Minuten lange Desinfektion mit strömendem Wasserdampf den genannten Bedingungen genügt. Die Munitionsfabrik in Spandau hat die ihr übermittelten desinfizierten Proben für brauchbar erklärt.

Wenn man bedenkt, daß von allen Tetanusfällen nach Schußverletzungen im Frieden nur 1 nach einem Schrotschuß, alle anderen durch Platzpatronenverletzungen entstanden sind, so ist nunmehr, wo es gelungen ist, bei diesen die Quelle des Entstehens des Wundstarrkrampfs aufzufinden und unschädlich zu machen, mit Sicherheit eine erhebliche Abnahme des Wundstarrkrampfs in der Armee im Frieden zu erwarten.

**Zusammenstellung der Tetanusfälle nach Platzpatronenverletzungen
(aus den Krankenblättern und Jahres-Sanitätsberichten).**

Bezeichnung	Lazarett- behandlung	K r a n k h e i t s v e r l a u f
1. Musketier in Glatz	1881/82 Glatz †	Explosion beim Anschlagen des Zündhütchens. Geschwärtzte und zertetzte Wunde am Oberschenkel. Spontane Ausstoßung und operative Entfernung von Pappdeckelmassen. Am 6. Tage Trismus. Am 9. Tage Tod.
2. W., Hus. 3	9. 10. 82 bis 21. 10. 82 † Brandenburg	9. 10. 82 Schuß in den rechten Fuß, Felddienstübung. 2. Zehe teilweise zerstört. In der Wunde wird der Filzpfropfen gefunden. 18. 10. 82 (10. Tag) Trismus.
3. Husar XII. A.-Korps	18. 5. 82 bis 13. 6. 82 †	18. 5. 82 Schuß in das rechte Auge. Unglücksfall. „Bald darauf“ Facialislähmung, dann Trismus.
4. Pionier Pion. 7	1882/83 Minden †	Schuß in den rechten Oberarm. Muskulatur zerrissen. Nach Einschnitt entleeren sich Eiter, Papierfetzen und Metallsplitter. Nach 8. Tagen Trismus. Obduktion: Zwischen den Muskeln zerstreut sehr viele kleine Teilchen des Fließpapiers.
5. W., I.-R. 68	24. 6. 87 bis 13. 7. 87 † Coblenz	24. 6. 87 Schuß in den linken Handrücken bei Felddienstübung. Zerrissene Wunde. 3. Metakarpalknochen gebrochen, wurde nekrotisch. 6. 7. 87 (13. Tag) Trismus.
6. Husar Hus. 5	1884—88 Stolp †	Schuß in den rechten Oberschenkel beim Gewehrreinigen. Wunde mit zerrissenen Rändern und zertrümmertem Grunde. Phlegmone. Am 8. Tage Trismus. Tod „bald darauf“.
7. Ulan Ul. 20	1884—88 Ludwigsburg †	Schuß in die rechte Ellenbeuge. Wunde beinahe geheilt, als „am 7. Tage Trismus und Tetanus auftraten, und bald zum Tode führten“.
8. Mann in Hildesheim	1884—88 Hildesheim †	Schuß in den rechten Oberschenkel.

Bezeichnung	Lazarett- behandlung	K r a n k h e i t s v e r l a u f
9. Ulan Ul. 16	1884—88 Salzwedel †	Schuß in die rechte Hand.
10. Ulan Ul. 16	1884—88 Gardelegen Heilung	25. 9. 86 Schuß in den rechten Oberschenkel. 15. 10. 86 (21. Tag) Tetanus. 5. 11. 86 geheilt entlassen.
11. Grenadier in Frankf. a. O.	1884—88 Frankfurt a. O. Heilung	Schuß mit Mündungsdeckel durch die rechte Hand. Zertrümmerung des 3. und 4. Mittelhandknochens.
12. M., Reg. Alexander	10. 9. 88 bis 11. 10. 88 † Berlin	10. 9. 88 Schuß ins Gesicht. Augen- und Wangenverletzung. 17. 9. 88 (8. Tag) Herabhängen eines Mundwinkels, 3 Tage später Trismus. Aus den diesem Falle entnommenen Proben züchtete Kitasato zum ersten Male Tetanusbazillen in Reinkultur.
13. B., Ul. 20	5. 9. 88 bis 15. 2. 89 geh. Ludwigsburg	5. 9. 88 Schuß in die rechte Hohlhand. Unglücksfall. Als die Heilung nahezu vollendet war, Trismus, Krämpfe in den Extremitäten. Als Ganzinvalid entlassen.
14. R., I.-R. 98	27. 6. 89 bis 6. 7. 89 † Metz	27. 6. 89 Schuß in die linke Wange. Unglücksfall. Zerfetzte Wunde. 4. 7. 89 (8. Tag) Trismus, Nackensteifigkeit.
15. B., G.-R. 82	20. 7. 89 bis 29. 7. 89 † Neustrelitz	20. 7. 89 Schuß in die Gegend des rechten Schulterblatts. Felddienstübung. Geschwärtzte zerfetzte Wunde. Splitterung der Scapula. Der Pfropfen der Platzpatrone eiterte heraus. 29. 7. 89 (10. Tag) periodische Schmerzankfälle in der Schulter; dann Trismus.
16. M., I.-R. 55	7. 1. 90 bis 18. 1. 90 † Bielefeld	7. 1. 90 Schuß in die linke Hohlhand. Instruktionsstunde. 16. 7. 90 (10. Tag) Rückensteifigkeit. Antitoxin.
17. G., I.-R. 69	19. 7. 89 bis 31. 7. 89 † Trier	19. 7. 89 Schuß in die rechte Hohlhand. Felddienstübung. Zerfetzte Weichteilknochenwunde. Eiterung. 28. 7. 89 Allgemeinbefinden „vorzüglich“. 29. 7. 89 (11. Tag) Nackenschmerzen, Zungenbiß. 30. 7. 89 Trismus. In der Wunde werden Holzsplitter gefunden. Rascher Verfall. Temperatur nach dem Tode 42°.
18. W., Drag.- R. 23	28. 5. 89 bis 10. 6. 89 † Darmstadt	28. 5. 89 Schuß in die linke Wange mit Zertrümmerung des linken Unterkieferbogens. Selbstmordversuch. 5. 6. 89 (9. Tag) Genickschmerzen. Dann Trismus und allgemeine Krämpfe.
19. St., G.-R. 119	25. 1. 90 bis 1. 2. 90 † Stuttgart	25. 1. 90 Schuß in den rechten Oberschenkel, Hinterfläche; Felddienstübung. 31. 1. 90 (7. Tag) Schlingbeschwerden. 1. 2. 90 Trismus, Nackensteifigkeit.

Bezeichnung	Lazarett- behandlung	K r a n k h e i t s v e r l a u f
20. E. I.-R. 97	29. 5. 93 bis 6. 6. 93 †	29. 5. 93 .Schuß in den linken Oberschenkel. Gewehrreinen. Geschwärtzte und gequetschte Wunde. 4. 6. 93 (7. Tag) Trismus. Schluckbeschwerden.
21. H. Bayr. I.-R. 8	4. 1. 93 bis 12. 1. 93 † Metz	24. 12. 92 Schuß in die Kreuzbeingegend. Feld- dienstübung. 2. 1. 93 (10. Tag), noch vor der Lazarettauf- nahme, Trismus, Nackensteifigkeit.
22. P. I.-R. 84	5. 8. 93 bis 12. 8. 93 † Schleswig	5. 8. 93 Schuß in die Brust, rechte mittlere Axillarlinie, Lungenverletzung, Empyem (?). Trismus. 12. 8. 93 Tod.
23. E. 2. G.-U.	2. 6. 92 bis 6. 9. 92 geh. Berlin	2. 6. 92 Explosion beim Spielen mit der Patrone. Zerrissene Quetschwunde am linken Knie. Eiterung. Tuchfetzen. 19. 6. 92 (18. Tag) plötzlich Tetanus. Heftige, langdauernde Erscheinungen.
24. E. Ul. 20	1899/1900 Ludwigsburg †	Schuß in den Fuß. Am 7. Tage Trismus. Antitoxin.
25. Kanonier in Ulm	1898/99 Ulm Heilung	Schuß in die große Zehe. Der Mann ging mit der frischen Wunde über umgepflügtes Ackerland. Am 13. Tage Trismus. Amputation der Zehe, Antitoxin.
26. Q. I.-R. 56	23. 8. 00 bis 31. 8. 00 † Wesel	23. 8. 00 Schuß in den Oberschenkel vom Hinter- mann beim Exerzieren. In der Wunde zerrissene Muskelränder, Kleiderfetzen, Holzsplitter. 29. 8. 00 (7. Tag) Streckkrämpfe im linken Knie. Später Trismus u. s. w. Antitoxin.
27. L. I.-R. 16	8. 11. 99 bis 15. 11. 99 † Cöln	8. 11. 99 Schuß in den linken Oberarm. Fall beim Patrouillengang, Entladung des Gewehrs. In der erweiterten Wunde zahlreiche Holzsplitter. 14. 11. 99 (7. Tag) Trismus. Vorher schon peri- odische Schmerzen im verletzten Arm. Antitoxin.
28. von der E. Jäg. 12.	12. 7. 01 bis 23. 7. 01 † Freiberg	12. 7. 01 Schuß in die rechte Seite des Schädels. mit Fraktur des Schädeldachs. Felddienstübung. Anfangs günstiger Verlauf. 22. 7. 00 (11. Tag) Tetanus. Kein Antitoxin. 23. 7. 00 Tod.
29. M. I.-R. 112.	28. 8. 01 bis 4. 9. 01 † Mühlhausen i. Els.	28. 8. 01 Schuß in die linke Achselhöhle. Zer- setzte Wunde, aus der sich Holzsplitter entleeren. 3. 9. 01 (7. Tag) Trismus. Durst. Kein Anti- toxin.
30. W. Kür. 7	17. 9. 01 bis 12. 12. 01 geh. Gera	17. 9. 01 Schuß in den linken Oberschenkel. 30. 9. 01 (14. Tag) Nackenstarre. Antitoxin.
31. R. I.-R. 160	12. 4. 02 bis 21. 4. 02 † Bonn	12. 4. 02 Schuß in den rechten Oberarm. Exer- zieren. Zerrissene Wunde mit Pulverschwärzung. Epicondyl. ext. bloßgelegt. 19. 4. 02 (8. Tag) Trismus. Nackenstarre. Anti- toxin.

Bezeichnung	Lazarett- behandlung	K r a n k h e i t s v e r l a u f
32. Leut. v. S. I.-R. 32	16. 6. 02 bis 25. 6. 02 † Meiningen	16. 6. 02 Schuß in den rechten Unterschenkel. Felddienstübung. 22. 6. 02 Stomatitis (Sublimatirrigation). 23. 6. 02. (8. Tag) Trismus. Antitoxin keine Wirkung.
33. B. I.-R. 18	7. 9. 02 bis 14. 9. 02 † Osterode	6. 9. 02 Schuß in den rechten Unterarm. Ge- wehreinigen. Zerfetzte Wunde. Gangränöse Eite- rung. Holzsplitter. 13. 9. 02 (8. Tag) Trismus. Tod in 36 Stunden. Antitoxin kommt zu spät an.
34. H. I.-R. 81	20. 2. 02 bis 24. 4. 02 geh. Frankfurta. M.	20. 2. 02 Schuß in die Gegend des linken Schulter- blattes durch Hintermann beim Exerzieren. In der Wunde Holzteile und Papierfetzen. 7. 3. 02 (15. Tag) Trismus, Nackenstarre. Schon vorher Mattigkeit. Antitoxin.

Bericht der hygienischen Untersuchungsstation des XV. Armeekorps über den Nachweis von Wundstarrkrampferregern.

Von

Oberstabsarzt Dr. P. Musehold.

Die der hygienischen Untersuchungsstation gestellte Aufgabe war, den Ursachen der erfahrungsmäßigen Erscheinung, daß auf Schußverletzungen mit Platzpatronen im Vergleich mit anderen Verletzungen verhältnismäßig oft eine meist tödlich verlaufende Erkrankung an Wundstarrkrampf folgt, nachzuforschen; insbesondere kam es darauf an, zu ergründen, ob etwa die Platzpatronen selbst in Folge von Verunreinigung durch Erde, Staub u. s. w. bei Anfertigung und Aufbewahrung zu Trägern des Krankheitserregers (*Tetanusbazillus*) geworden sind, oder ob und welche anderen Ursachen für die Entstehung der Krankheit von Bedeutung sind, um demnach entsprechende Verhütungsmaßnahmen treffen zu können.

Bei der Anlage des Untersuchungsplans und der Versuchsanordnung im einzelnen war der Gesichtspunkt leitend, daß mit dem etwaigen Nachweis von Wundstarrkrampferregern an den Platzpatronen gleichzeitig darüber Aufschluß erlangt werden sollte, ob einzelne bestimmte Teile der Platzpatrone der häufigste Sitz der Wundstarrkrampferreger sind; in dieser Richtung war es von besonderem Interesse, zu entscheiden, ob *Tetanusbazillen* (oder deren Dauersporen) etwa lediglich durch nachträgliche Verunreinigungen an die äußeren Flächen der Platzpatronen bzw. der Metallhülse und des Holzpfropfs gelangten, oder ob das zur Anfertigung der Platzpatronen verwendete Material, namentlich der im Innern der Patrone befindliche das Pulver deckende Papppfropf, von Hause aus Träger der Wundstarrkrampferreger sei.

Neuerdings hat Körting in einem Referat über Bonnettes Arbeit „Blessure mortelle de l'abdomen par coup de feu à blanc (Fusil

modèle 1878)¹⁾, in welcher auch das häufige Vorkommen von Wundstarrkrampf nach Verletzungen mit Platzpatronen erwähnt ist, sich dahin ausgesprochen, daß seines Erachtens die Herstellung der Patrone und ihre Verwendung aus der Patronentasche eine Infektion mit Tetanusbazillen wenig wahrscheinlich mache, — daß es hingegen anders sei, wenn die Soldaten in frisch aufgeworfenen Schützengräben liegen und ihre Vorräte neben sich legen. So bestechend dieser Gedanke von vornherein erscheint, so wurde meine Aufmerksamkeit auf den Papppfropf im Innern der Platzpatrone als den möglichen Sitz der Tetanusbazillen hauptsächlich durch die Zusammensetzung dieses Materials aus Stoffabfällen, deren Herkunft kaum kontrollierbar sein dürfte, gelenkt. Nach dem mikroskopischen Bilde besteht die Masse des Papppfropfs aus gefärbten und ungefärbten wollenen und baumwollenen Fasern, denen hier und da auch Leinenfasern beigemischt sind.

Die Versuche wurden dementsprechend so angeordnet, daß in einer Versuchsreihe die von der Oberfläche des Holzpfropfs abgeschabten Splitter, mit welchen die äußeren Flächen der Metallhülse kräftig abgerieben worden waren, verwendet wurden, und daß in einer zweiten Versuchsreihe lediglich Teile des Papppfropfs verarbeitet wurden. Die Prüfung auf etwaiges Anhaften von Tetanusbazillen geschah in einfachster Weise mittels des Tierversuchs ohne vorherige Anreicherung. Als Versuchstiere wurden hauptsächlich weiße Mäuse, die gegen Tetanus erfahrungsmäßig sehr empfindlich sind, und auch Meerschweinchen benutzt; letztere zeigten sich im allgemeinen weniger empfindlich wie weiße Mäuse, gestatteten jedoch wegen ihrer Größe eine gleichzeitige Verimpfung größerer Mengen des Papppfropfs. Für die Splitterversuche wurden lediglich die empfindlicheren weißen Mäuse benutzt. Das Impfmateriale wurde bei Mäusen durch eine oberhalb der Schwanzwurzel angelegte Oeffnung, bei Meerschweinchen durch eine auf einer Bauchseite angelegte Oeffnung unter das Fell geschoben; die Impfwunde wurde mit Kollodium sorgfältig geschlossen. Die Tiere wurden in vorher sterilisierten, mit frischem Torfmull versehenen Glas- oder Steingut-Gefäßen gehalten. Bei Entfernung des Holzpfropfs aus der Patrone war eine Berührung mit den Fingern unvermeidlich; der Papppfropf wurde ohne jede Berührung mit den Fingern mittels eines ausgeglühten, starken Metalldrahts herausgeholt und unmittelbar in

1) Archives de Médecine et de Pharmacie militaires. Band 40. S. 305.
Referat: Deutsch. militärärztl. Zeitschr. 1903. XXXII. S. 54.

ein sterilisiertes Röhrchen verbracht und von dort aus mittels ausgekochter und 1 Stunde lang mit trockener Hitze von 150 ° behandelte Instrumente weiter verarbeitet. Für die Untersuchung von 55 Platzpatronen wurden 212 Tiere geimpft. Die verhältnismäßig größte Zahl der Impfungen kommt auf die Patronen 21—55, nämlich 4,6 Impfungen auf jede Patrone durchschnittlich. Dies erklärt sich daraus, daß bei den Patronen 21—55 das gesamte Papppfropfmateriale verimpft wurde, ehe das Untersuchungsergebnis als negativ bezeichnet wurde, was bei den zuerst verarbeiteten Patronen 1—20 nicht der Fall war.

Dahingegen ist bei sämtlichen Patronen die Gesamtmasse der von der Oberfläche abgeschabten feinen Holzsplitter des Holzpfropfs, mit dem vorher auch die Metallhülse abgerieben worden war, verimpft worden.

Für die Häufigkeit des Vorkommens von Tetanuserregern an den äußeren Teilen der Platzpatronen sind demnach sämtliche 55 untersuchte Platzpatronen in Rechnung zu ziehen, — für die Häufigkeit des Vorkommens der Tetanusbazillen im Papppfropf nur die Patronen 21—55.

Der Nachweis von Tetanusbazillen gelang bereits bei den zuerst untersuchten Platzpatronen Nr. 1—20; Träger der Tetanusbazillen waren der Papppfropf der Patrone 5, welche im Jahre 1898 gefertigt war, und der Papppfropf der Patrone 12, welche im Jahre 1902 ($\frac{10}{9}$) gefertigt war.

Von den weiteren untersuchten Platzpatronen No. 21—55 enthielten 20 Stück Tetanusbazillen, und zwar durchweg nur im Papppfropf; die Häufigkeit des Vorkommens von Tetanusbazillen im Papppfropf der untersuchten Platzpatronen beträgt hiernach 20 von 35, d. s. 57,14 %.

Keiner der 55 untersuchten Platzpatronen hafteten Tetanuserreger an der Hülse oder an den äußeren Teilen des Holzpfropfs an.

Für die Feststellung des Tetanus bei den Versuchstieren waren maßgebend: 1. die beobachteten Krampferscheinungen, die meist an den hinteren Extremitäten in Gestalt von Streck- und Spreiz-Spannkrämpfen, aber auch mit Beuge-Spannkrämpfen einsetzten und sich gleichmäßig über die Rückenmuskulatur und auf die vorderen Extremitäten ausbreiteten; bei manchen Tieren verliefen sie asymmetrisch, indem sie hauptsächlich die Extremitäten und die Rückenmuskulatur der einen Seite befielen: legte man das im Tetanuskrampf befindliche Tier auf den Rücken, so traten auch Zuckungskrämpfe ein; der

Schwanz der Mäuse war meist aufwärts oder seitlich hochgestellt und behielt diese Stellung vielfach auch nach dem Tode; die sogenannte Robbenstellung war nur bei einem Teil der Tiere ausgeprägt; 2. der geringfügige Befund an der Impfstelle (meist nur wenige, kleine Blutunterlaufungen) und an Milz und Leber (höchstens ein größerer Blutreichtum); 3. der mikroskopische Nachweis typischer Formen sporentragender Tetanusbazillen (endständige, im Vergleich zur Breite des Bazillenleibes sehr große, ovale Sporen) im Ausstrichpräparat, das aus dem serumdurchtränkten Papppfropf gewonnen war — vergl. die Abbildungen auf Tafel I —; 4. der Unterschied der Zeitdauer bis zum Eintritt des Todes des Versuchstieres nach der Impfung mit dem noch nicht benutzten Impfmateriäl (Infektionstetanus) — und nach der Impfung mit dem dem an Tetanus eingegangenen Tiere entnommenen Impfmateriäl (Intoxikations- und Infektionstetanus der sekundär und tertiär geimpften Tiere); 5. die erfahrungsmäßige Erscheinung, daß die Intoxikations- und Infektionswirkung des Impfmateriäls durch wenige Tierpassagen sich erschöpft; 6. die Reinkultur der Tetanusbazillen aus dem als Träger der Bazillen erwiesenen Impfmateriäl unter anaerobiotischen Bedingungen.

Sämtliche aufgezählten 6 Kriterien wurden erfüllt bei den Patronen 5 (gefertigt 1898) und 23 (gefertigt zu unbekannter Zeit). In den übrigen Fällen trafen meist die ersten 5 Kriterien (also ohne den Versuch der Reinkultur) zu; ausnahmsweise, z. B. bei Patrone 41, wurden die Kriterien zu 2, 3, 4, nämlich die Beschaffenheit der Impfstelle und der inneren Organe, der mikroskopische Nachweis typischer Tetanusformen im Ausstrichpräparat vom Papppfropf, das zeitliche Verhältnis des Verlaufs bei der primären und sekundären Infektion, — für ausreichend zur Stellung der Diagnose erachtet.

Beiläufig sei vermerkt, daß die Papppfropfe der am 19. 10. 1901 gefertigten Platzpatrone 29 und der am 29. 9. 1902 gefertigten Platzpatrone 51 sowohl Tetanusbazillen, wie auch Bazillen des malignen Oedems enthielten.

Das durch die vorstehenden Untersuchungen erwiesene häufige Vorkommen von Tetanusbazillen in den im Innern der Platzpatronen befindlichen Fließpapp-Pröpfen steht im Einklang mit dem Keimreichtum dieses Pappmateriäls überhaupt, der seinerseits im unmittelbaren Zusammenhange mit der Art des zur Herstellung der Pappes verwendeten Rohmateriäls, sowie mit dessen Verarbeitungsweise steht.

Nach Untersuchungen der zu den Patronen 21, 22, 23, 24, 25 gehörigen Papppfropfen schwankte deren Keimgehalt zwischen $\frac{1}{2}$ und

1 Million. Ein 1 qcm großes Stück aus einer Pappplatte von etwa $\frac{1}{4}$ qm Größe enthielt über 3 Millionen Keime. Die Herstellung der Pappe „aus wollenen und halbwollenen Lumpen“ geschieht auf folgende Weise:

1. Sortieren der Lumpen, Entfernung aller festen Körper und richtiges Zusammenfügen der sortierten Lumpen.

2. Zerschneiden der Lumpen auf dem Lumpenschneider.

3. Ausstauben der Lumpen durch eine mit Stäben versehene, rotierende Spindel und Siebe.

4. Zermahlen der Lumpen zu Brei im Holländer.

5. Waschen des Breies im Holländer unter stetem Zufluß von reinem und Abfluß von unreinem Wasser.

6. Filtrieren des Breies im Siebkasten.

7. Mischen des Breies mit Wasser auf die erforderliche Dichtigkeit in der Stoffbütte.

8. Schöpfen aus der Bütte mittels des Schöpfrahmens und vorläufiges Ausdrücken des Wassers.

9. Quetschen oder Abheben der Bogen aus dem Rahmen und Auflagern derselben zwischen zwei Filztüchern.

10. Pressen von 60 übereinander gelegten Bogen mittels hydraulischer Presse, bis kein Wasser mehr herauskommt.

11. Trocknen der Bogen im Sommer an der Luft, im Winter und bei nassem Wetter auf einem geheizten Trockenboden.

12. Untersuchung der Bogen nach dem Trocknen auf etwaige Unreinigkeiten.

13. Zerschneiden der Bogen mit der Pappschere.

14. Satinieren derselben mit der Satiniermaschine.

15. Untersuchung nach dem Satinieren. Harte Stellen erscheinen heller.

16. Verpacken der Pappe.

Nach den Festsetzungen der Anforderungen an Materialien pp. wird verlangt, daß die Pappe frei von allen festen Körpern, wie Holz, Steinen u. s. w., und nicht zu fest, gut gekleint, aber möglichst langfaserig sei. „Bei gelinder Biegung dürfen sich keine stärkeren Brüche zeigen.“

Die Herstellung der Fließpappe enthält demnach keinen einzigen Vorgang, bei welchem eine nachhaltige Abtötung der in dem Rohlumpenmaterial reichlich vorhandenen Keime bewirkt werden könnte. Geschehen die verschiedenen Herstellungsvorgänge in der Wärme, so sind im Gegenteil reichlich Gelegenheiten zur Vermehrung der in dem

Lumpenbrei enthaltenen Bakterien gegeben. Die mit lebhaftem Sauerstoffbedürfnis ausgestatteten Bakterien werden z. B. während der mannigfachen Preß- und Auflagerungsvorgänge Bedingungen schaffen können, unter denen die anaërobiotisch oder nur bei Sauerstoff-Abwesenheit wachsenden Tetanusbazillen sogar auszukeimen und sich zu vermehren im Stande sein werden. Ob diese Vermutung tatsächlich zutrifft, würde durch eine vergleichende Untersuchung des Rohmaterials und des fertiggestellten Pappmaterials zu entscheiden sein.

Für Unschädlichmachung der in der fertig gestellten Fließpappe enthaltenen Tetanussporen kann nur die Dampfdesinfektion in Frage kommen, da nur der Dampf das erforderliche Eindringungsvermögen und die für Abtötung widerstandsfähiger Sporen erforderliche Wirksamkeit besitzt. Es fragt sich, ob dies ohne belangreiche Schädigung der Pappe durchführbar ist. Nach den bei wollenen und baumwollenen Stoffen mit der Dampfdesinfektion gemachten Erfahrungen war diese Frage zu bejahen. Ein Desinfektionsversuch hat ergeben, daß die Fließpappe eine halbstündige Desinfektion mittels von oben nach unten strömenden gesättigten Wasserdampfes von 100° C. ohne wesentliche Schädigung verträgt, — ja daß diese Desinfektionsweise noch weiter ausgedehnt werden kann. Da die Dauerformen des Tetanusbazillus weniger widerstandsfähig wie diejenigen des Milzbrands sind, genügt zu deren Abtötung sicher eine $\frac{1}{4}$ Stunde lange Durchdämpfung der Pappe mittels Dampf der angegebenen Beschaffenheit. In dem vorliegenden Versuche war die Pappe, welche vor der Durchdämpfung in 1 qcm über 3 Millionen Keime enthielt, bereits nach 5 Minuten langer Durchdämpfung keimfrei.

Der Dampfdesinfektion des fertig gestellten Pappmaterials gegenüber bietet eine zuverlässige Desinfektion der Rohmaterialien weniger Aussicht auf durchgreifenden Erfolg, weil im Verlauf der Verarbeitung des Rohmaterials genugsam Gelegenheiten zu Neu-Infektionen mit Wundstarrkrampferregern gegeben sind, z. B. an den für die Bereitung der Pappe benutzten Behältern, beim Trocknen im Freien oder in den Trockenräumen; auch würde in Folge der unausbleiblichen erneuten Anreicherung von Keimen an dem fertig gestellten Material der Nachweis, ob tatsächlich eine zuverlässige Desinfektion des Rohmaterials vorausgegangen ist, wesentlich erschwert sein.

Bei der Durchdämpfung größerer Mengen von Pappplatten würden die Erfahrungen, welche bei der Desinfektion von Roßhaarbällen nach dem im § 2, 1 der Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 28. 1. 1899 für Roßhaarspinnereien u. s. w. zur Verhütung von Milz-

brandübertragung vorgeschriebenen Desinfektionsverfahren — halbstündige Durchdämpfung mittels gesättigten Wasserdampfes bei 0,15 Atmosphären Ueberdruck — gesammelt sind, nutzbringend zu verwerten sein, — um einmal unliebsame dem Material nachteilige Durchfeuchtungen zu vermeiden und um andererseits das Eindringen des Dampfes auch in die tiefer gelegenen Pappplatten zu gewährleisten.

Mit Rücksicht darauf, daß Hadern und Lumpen erfahrungsgemäß gelegentlich Milzbrandbazillen (bezw. die durch hohe Widerstandsfähigkeit ausgezeichneten Sporen derselben) beherbergen und daß demnach Milzbrandsporen gelegentlich auch in die aus diesem Material hergestellte Fließpappe gelangen können, empfiehlt es sich, die Dampfdesinfektion der Fließpappe in gleicher Weise auszuführen, wie sie in der angezogenen Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 28. 1. 1899 für das Rohmaterial der Roßhaarspinnereien zur Verhütung der Uebertragung des Milzbrands vorgeschrieben ist.

Die gesamten Untersuchungsergebnisse lassen sich in folgende Schlußsätze zusammenfassen:

1. Der im Inneren der Platzpatrone befindliche, das Pulver deckende Fließpapppfropf ist sehr häufig Träger von Wundstarrkrampferregern; bei einer Reihe von 35 Platzpatronen, die in den Jahren 1890—1902 (zum Teil zu unbekannter Zeit) hergestellt waren und bei denen das gesamte Papppfropfmaterial zur Untersuchung herangezogen wurde, erwiesen sich die Papppfropfe von 20 Patronen als Träger von Wundstarrkrampferregern, d. s. 57,14 %.

Bei je 10 im Jahre 1898 und im Jahre 1902 hergestellten Platzpatronen, bei denen nur ein Teil der Papppfropfe zur Untersuchung verwendet wurde, fanden sich Wundstarrkrampferreger in je einer Patrone aus jedem Jahrgange.

2. Keiner einzigen der 55 untersuchten Platzpatronen verschiedener Jahrgänge hafteten an den äußeren Flächen der Patronenhülse und des Holzpfropfs Wundstarrkrampferreger an.

3. Da Platzpatronen-Verletzungen nur durch Schüsse aus aller nächster Nähe zustande kommen — soweit nämlich Holz- und Papppfropf in sich einen gewissen Zusammenhang besitzen und eine Geschwindigkeit haben und soweit die Pulvergase wirken —, so ist durch den Nachweis des häufigen Vorkommens von Tetanusbazillen (Wundstarrkrampferreger) im Fließpapppfropf auch das häufige Vorkommen von Wundstarrkrampf im Gefolge von Platzpatronen-Verletzungen erklärt.

4. Hiernach steht zu erwarten, daß der Gefahr der Erkrankung an Wundstarrkrampf nach Platzpatronen-Verletzungen durch Verwendung eines Fließpappmaterials, das zuverlässig desinfiziert ist, wirksam begegnet werden wird.

5. Eine zuverlässige Desinfektion des Pappmaterials mittels Wasserdampfes erscheint ausführbar, da die $\frac{1}{2}$ Stunde lang mittels strömenden Wasserdampfs durchdämpfte Fließpappe den Anforderungen: „bei gelinder Biegung keine stärkeren Brüche“ noch entspricht und in diesem Sinne eine Durchdämpfung bis zu 3 Stunden verträgt.

**Bericht der hygienischen Untersuchungsstation des I. Armeekorps
über den Nachweis von Wundstarrkrampferregern in Platzpatronen.**

Von

Oberstabsarzt Dr. Lösener.

Die Versuche wurden auf Grund der Tatsache angeordnet, daß nach Schußverletzungen mit Platzpatronen im Vergleich mit anderen Verletzungen verhältnismäßig oft eine meist tödlich verlaufende Tetanuserkrankung folgt, und sollten ermitteln, ob sich durch bakteriologische Untersuchungen aufklärende Anhaltspunkte finden ließen, insbesondere ob die Platzpatronen selbst infolge von Verunreinigung bei Anfertigung und Aufbewahrung zu Infektionsträgern geworden seien oder ob und welche anderen Ursachen (Beschaffenheit der Wunden, durch die Verletzungen etwa bedingte Verunreinigungen und dergl.) für die Entstehung der Krankheit von Bedeutung wären. Zu diesem Zweck wurden der Station von jedem Infanterie-Bataillon des I. Armeekorps 5 der ältesten, aus verschiedenen Packtüten stammenden und von der Munitionsfabrik Spandau 20 Platzpatronen überwiesen. Die ältesten von den Bataillonen stammten aus dem Anfertigungsjahr 1891. Die Spandauer Platzpatronen stammten zur Hälfte aus dem Jahre 1899, zur Hälfte aus dem Jahre 1902 (10. 9. 02).

Bei der Aufstellung des Arbeitsplanes waren nachstehende Erwägungen maßgebend: Der Wundstarrkrampf wird sowohl durch die Tetanusbazillen, als auch durch deren Gifte ohne Anwesenheit der Bazillen hervorgerufen. Die Tetanuserreger finden sich in unserer Umgebung, auch im Kot von nicht tetanuskranken Tieren und Menschen außerordentlich verbreitet, besitzen in ihren Sporen große Haltbarkeit und vertragen schädliche Einflüsse lange Zeit, ebenso die Toxine, letztere aber weniger lange. Demnach war anzunehmen, daß sich die Tetanuserreger auch an den mit ihnen bei Anfertigung oder Auf-

bewahrung verunreinigten Platzpatronen bzw. einzelnen ihrer Teile eventuell Jahre lang infektionstüchtig halten und daher, in Wunden gelangt, diese infizieren können. Auf der anderen Seite war auch an eine Infizierung der Platzpatronen erst durch den Schützen zu denken, nachdem seine Hände vielleicht beim Aufwerfen von Schützengräben u. s. w. sich mit Tetanuserregern beladen hatten. Bei negativem Ausfall der Versuche hätte man eventuell mit dieser Tatsache rechnen müssen, nachdem auch andere in den Wunden selbst zu suchende Ursachen für die Tetanusinfektion nicht ermittelt waren. Nach dem positiven Ausfall der Versuche in der Untersuchungsstation des XV. Armeekorps und auch in der diesseitigen ist jedoch die Ansteckungsquelle jedenfalls anderweitig zu suchen.

Als die Versuchsergebnisse der zuerst genannten Station hier bekannt wurden, war ein Teil der Versuche schon abgeschlossen, die dann nach dem bereits aufgestellten Arbeitsplan, der auch die Sterilisierbarkeit einzelner Patronenteile berücksichtigt hatte, zu Ende geführt wurden.

Auf Grund theoretischer Erwägungen konnten alle Patronenteile bei Tetanusinfektionen mitwirken.

1. Patronenhülse und Zündhütchen: Eine Verunreinigung der Patronenhülse ist besonders durch die Fließpapppropfen und das Pulver möglich; eine Erwärmung der Hülse als guter Wärmeleiter tritt beim Abschießen nicht immer in dem Grade ein, daß alle infektiösen Keime dadurch abgetötet werden. Bei Verletzungen können aber die Patronenhülsen mit Zündhütchen nur dann in Frage kommen, wenn bei Explosionen eine Zersprengung der Hülse erfolgt. Eine solche wird nur bei verbotenen Handhabungen durch Gewalt oder bei Zerlegungsversuchen mit Werkzeugen eintreten. Explosionen werden daher zu den größten Seltenheiten gehören, sie sind beim Schießen und bei Unglücksfällen so gut wie ganz ausgeschlossen und können für die praktische Beurteilung der Platzpatronen-Verletzungen außer Betracht bleiben. Eine Zerlegung des Zündhütchens wird außerdem auch in den Artilleriewerkstätten wegen der Gefährlichkeit nicht ausgeführt und ist erst nach Herausnahme des Holzgeschosses, des Papppropfens, des Pulvers und nach Abknallen möglich, wodurch schon neue Verhältnisse geschaffen werden. Aus diesem Grunde ist von Untersuchungen der Patronenhülse mit Zündhütchen auf Keime bzw. Sterilisierbarkeit abgesehen worden.

2. Platzpatronenpulver: Dieses enthielt, wie orientierende Versuche ergaben, stets sehr viele Keime und zwar die meisten der als

Fäulniskeime bekannten Kokken, Stäbchen, Pilze, — sowohl aërobe, als auch anaërobe, aber keine wichtigeren pathogenen Keime. Das Ausgangsmaterial des Pulvers (entfettete Baumwolle) kann keimhaltig sein und seine Behandlung mit Nitrierung, Kampfer, Essigäther, Graphitierung ist nicht imstande, Keime sicher abzutöten. Ob das Pulver an sich schon immer sehr keimhaltig ist oder ob nachträglich durch die Fließpappepfropfen, die dem Pulver fest aufgepreßt werden, eine Keimübertragung stattfindet, hat sich durch die Untersuchung nicht sicher feststellen lassen. Dies spielt aber keine wesentliche Rolle, da das Pulver durch das Abschießen verbrennt, die darin vorhandenen Keime durch die Flamme abgetötet werden müssen und gröbere, im Innern keimhaltige Bröckel sich im Platzpatronenpulver nicht finden dürften. Probeversuche mit künstlich durch widerstandsfähige Sporen infiziertem Pulver haben diese Annahme bestätigt. Die infizierten Teile — selbst gröbere, mit Farbstoffen kenntlich gemachte Bröckel waren nach dem Abbrennen des Pulvers nie mehr als solche zu erkennen, auch waren alle sichtbaren Pulverreste steril. Wenn das Abbrennen des Pulvers im Innern der engen, von einer Flamme beherrschten Patronenhülse stattfindet, muß die Wirkung der Flamme noch weit energischer sein, als im freien Raum. Aus diesem Grunde wurde von der Durchführung der bakteriologischen Untersuchung des Pulvers abgesehen, ebenso wie von Prüfung seiner Sterilisierbarkeit.

3. Holzgeschöß: Dieses wird maschinell aus einem leicht zersplitternden Holz (Erlenholz) hergestellt, dann gefärbt und auf die im Uebrigen fertige Patrone aufgesetzt. Eine Infektion mit Tetanus ist bei der Art des Materials und der Herstellung unwahrscheinlich, aber immerhin nicht ausgeschlossen. Die Holzgeschosse erwiesen sich, wie zu erwarten war, stets sehr keimhaltig. Eine Verunreinigung mit Tetanus kann auch bei nicht staubfreier Aufbewahrung der fertigen Patronen eintreten. Aus diesem Grunde war eine nähere Untersuchung der Holzgeschosse auf Tetanus geboten, zumal Geschößspitter sich oft in den Wunden vorzufinden pflegen und solche holzsplittertragende Wunden häufig Eiterungen zeigen.

4. Fließpappepfropfen: Diese müssen schon nach ihrer Herkunft als besonders verdächtig erscheinen. Die Herstellungsart ist nach der von der Munitionsfabrik Spandau mitgeteilten Beschreibung folgende: die Fließpappe wird (in Privatfabriken) aus wollenen und halbwillenen Lumpen hergestellt, die abgesehen vom Sortieren, Zerkleinern, Ausstäuben nur einer Behandlung mit anscheinend kaltem Wasser aus-

gesetzt, nach Fertigstellung eines Breies gepreßt und dann an der Luft getrocknet werden. Es entstehen auf diese Art dünne Tafeln, aus denen die Pfropfen für die Patronen maschinell in der Munitionsfabrik Spandau verarbeitet und in die Patronen gebracht werden.

Daß die Fließpappepfropfen durch das Abbrennen des Pulvers und die dadurch erzeugte Hitze in nennenswertem Grade keimfrei gemacht werden, ist nicht anzunehmen. Diese Pfropfen sind stark zusammengepreßt, haben eine erhebliche Dicke und könnten höchstens an der Berührungsstelle mit dem Pulver nach dessen Abbrennen in dünnster Schicht keimfrei werden.

A. Vorversuche.

Um die den genannten Patronenteilen etwa anhaftenden Tetanus-erreger trotz der zahlreichen übrigen, diesen Nachweis erschwerenden Bakterien sicher ermitteln zu können, mußten nach verschiedenen Richtungen Vorversuche angestellt werden. Abgeschwächte Tetanus-erreger, um die es sich hierbei sehr wohl handeln konnte, lassen sich zuweilen durch den Tierversuch nur schwer nachweisen, namentlich wenn daneben andere Keime in großer Zahl vorhanden sind. In solchen Fällen können die Tetanus-erreger, die beim Menschen in Wunden oder durch Gewalteinwirkungen örtlich geschädigte Körperstellen gebracht, vielleicht noch Wundstarrkrampf erzeugen, bei Versuchstieren oft nur unter günstigen Verhältnissen und spät zur Wirkung kommen, wenn andere tierpathogene Keime die Versuchstiere schon vorher getötet haben. Um diese Keime möglichst auszuschalten, ist Erhitzen des zu prüfenden Materials auf 80° vorgeschlagen; hierdurch wird aber auch Tetanus zuweilen geschwächt und erzeugt dann bei Tieren nur noch einen chronischen Tetanus, der oft genug der Diagnose entgehen muß. Nach Thalmann (*Zeitschrift für Hygiene*, Bd. 33, S. 419) gehen Tiere, die mit so vorbehandeltem Tetanus geimpft sind, nach vielen Wochen unter Abmagerung, ohne Tetanus zu zeigen, zu Grunde oder erholen sich auch schließlich wieder. Diesseitige Versuche mit einstündiger Erhitzung von Tetanussporen selbst bis zu 100° haben allerdings eine derartige Schwächung nicht erkennen lassen, immerhin mußte von der genannten Vorbehandlung wegen der schlechten Erfahrungen Anderer abgesehen werden, zumal sie auch die Abtötung vieler tierpathogener Keime nicht sicher erreichte.

Ferner ist behauptet worden, daß abgeschwächter, durch Tier-

versuch nicht mehr nachweisbarer Tetanus noch durch Plattenverfahren festzustellen wäre. Das anaerobe Plattenverfahren erwies sich nicht als durchführbar, da die begleitenden Bakterien aus der Fließpappe und dem Holzgeschoß auch bei starker Verdünnung und trotz Vorbehandlung des Ausgangsmaterials durch Erwärmung die angelegten Platten derart überwucherten, daß selbst reichlich eingebrachter Tetanus nur selten durch die Plattenkultur festzustellen war. Zu diesen und den später zu beschreibenden Kontrollversuchen wurde ein Tetanusstamm verwendet, der Mäuse und Meerschweinchen je nach der Menge in 1—3 Tagen tetanisch machte und tötete. Da durch die Platte außerdem die an den Patronenteilen etwa haftenden Toxine des Tetanus nicht nachweisbar waren, wurde das Plattenverfahren für die Versuche nicht gebraucht.

Dann war die Kultur in flüssigen Nährböden zu prüfen, in denen Tetanus seine Toxine bilden und auch, wenn es sich im Ausgangsmaterial um Toxine handelt, konservieren kann. Durch den Tierversuch konnten diese Toxine, die in den kleinsten Mengen Tetanus erzeugen, dann nachgewiesen werden. Ob nun und in welchem Umfange die Toxinbildung bei Gegenwart von anderen Bakterienarten zu stande kommen würde, mußte erst festgestellt werden. Zu diesem Zwecke wurden künstlich mit kleinsten Mengen von Tetanussporen infizierte Pappe und Holzteile in sauerstofffrei gehaltene Bouillonkolben (Zuckerbouillon) gebracht und 7 Tage bei 37 ° aufbewahrt. Die durch Bakterienwachstum sehr stark getrübe Flüssigkeit wurde dann durch Porzellanfilter getrieben und Mäuse sowohl mit dem Filtrat, als auch mit dem Rückstand in kleinsten Mengen geimpft, in denen die Wirkung der Produkte anderer Bakterien zurücktreten mußte, falls Tetanustoxine vorhanden waren. Die Tiere wurden zuweilen schon nach zwölf Stunden tetanisch, ein Unterschied in der Wirksamkeit des Filtrats und des Rückstandes, bei dem wohl die den Bakterienleibern noch anhaftenden Toxine mitspielen, wurde nicht gesehen. Die im übrigen noch von anderen Seiten angegebenen, recht zahlreichen Kulturmethoden für Anaerobier erwiesen sich für die vorliegenden Zwecke nicht als günstig.

Die Patronenteile kamen auf Grund dieser Vorversuche sowohl auf Versuchstiere ohne Vorbehandlung, als auch in anaerob gehaltene Bouillonkulturen, wovon dann wieder Tiere geimpft wurden. Anfänglich wurde nur mit den am meisten tetanusempfänglichen weißen Mäusen gearbeitet, dann aber, als der Vorrat zu Ende ging, auch ein Ersatz nicht beschafft werden konnte, zu Meerschweinchen gegriffen,

die auch noch recht empfänglich sind, sich aber als nicht gerade zweckmäßig erwiesen.

B. Untersuchung der Platzpatronen:

1. Packmaterial: Die Platzpatronen kommen nach der Vorschrift zu 5 Stück in einen Rahmen, etwa 10 Rahmen in eine Packtüte, diese in Packgefäße, Patronenkasten oder -Kisten. In dieser Verpackung sollen sie bis zum Gebrauch liegen bleiben. Bei dieser Art der Verpackung und Aufbewahrung ist eine nachträgliche Infektion von außen, wobei nur das Holzgeschöß für die Platzpatronen-Verletzungen praktisch in Frage kommen könnte, nicht besonders wahrscheinlich und wäre nur durch infizierte Finger beim Einpacken oder bei Herausnahme aus der Verpackung oder durch Staub möglich. Die der Station zugegangenen Patronen lagen meist in Rahmen, zuweilen waren sie lose verpackt. Verunreinigungen ließen sich an den Patronen durch äußerliche Prüfung nicht nachweisen, auch ergab sich ein Anhaltspunkt nicht, daß die Patronen etwa unzweckmäßig verpackt wären.

2. Platzpatronen: Im ganzen standen 180 Platzpatronen zur Verfügung, von denen auf Grund der obigen Ausführungen nur die Holzgeschosse und Fließpappepfropfen auf Tetanuserreger untersucht wurden. Die Zerlegung der Patronen geschah unter aseptischen Kautelen und entsprechenden Vorsichtsmaßregeln zur Verhütung von Explosionen und dergl. Wie orientierende Plattenaussaaten — aërob und anaërob — ergaben, fanden sich an diesen Teilen die meisten der Fäulnisbakterien, besonders *Bacterium coli*, *Proteus*, *Fluorescens*, große Kokken, Strepto- und Staphylokokken, Pilze und ähnliche. Ein besonderer Unterschied zwischen den einzelnen Patronen und den einzelnen Jahrgängen bestand bezüglich der Keimarten und ihrer Zahl nicht. Bei den Pappepfropfen war die Keimzahl stets sehr hoch, weniger Keime fanden sich an den Holzgeschossen, zwischen beiden stand das Pulver, über dessen Keimgehalt schon vorn berichtet ist. Aus den Fließpappepfropfen der Patronen wurde fast stets eine milzbrandähnlich wachsende Kultur erhalten, die aber nicht tierpathogen war. In den seitens der Munitionsfabrik Spandau eingesandten Pappetafeln waren, wie hier vorweg berichtet werden soll, die gleichen Bazillenarten, aber nicht die milzbrandähnlichen enthalten. Auf den anaërob gehaltenen Platten, die von diesen Pappetafeln angelegt waren, wurden aber zuweilen Stäbchen mit endständigen Sporen

(Trommelschlägerform) gefunden, wenn man Präparate aus den immer überwucherten Platten anlegte. Mäuse, die mit den Stellen der Kultur geimpft wurden, an denen die Trommelschlägerformen am dichtesten standen, blieben aber gesund, ohne tetanisch zu werden. Die Trommelschlägerbakterien in Reinkultur zu erhalten, gelang nicht.

a) Untersuchung der Fließpappepfropfen der Platzpatronen auf Tetanus: Teile der Fließpappe aus den Platzpatronen der Infanterie-Regimenter und der Munitionsfabrik Spandau wurden teils auf Mäuse, teils auf Meerschweinchen übertragen.

An typischem Tetanus (Verbiegung des Rumpfes, Nachschleppen des rechten, dann des linken Beines mit nach oben stehender Sohle oder ruderförmige Bewegung der Beine beim Laufen, dann tetanische Krämpfe bei jeder Erschütterung, starrer Schwanz) gingen ein: 1. Eine mit Pappepfropfen von I/44 (Herstellungsjahr nicht angegeben), geimpfte Maus, die 2 Tage nach der Impfung tetanische Erscheinungen bekam und am 3. Tage an Tetanus starb. Im Eiter an der Impfstelle fanden sich typische Tetanusbazillen. 2. Ein mit Pappepfropfen von II/3 (Herstellungsjahr 1899) geimpftes Meerschweinchen. Am 5. Tage nach der Impfung wurde es tot aufgefunden, ohne vorher Tetanus gezeigt oder eine Eiterung an der Impfstelle geboten zu haben. Die Kadaverstellung ließ auch nicht auf Tetanus schließen. Die Sektion ergab keinen Anhaltspunkt für die Todesursache, die inneren Organe waren keimfrei. In Präparaten aus dem Saft an der Impfstelle fanden sich aber verdächtige Trommelschlägerformen, so daß 2 Mäuse mit dem Blut des Meerschweinchens geimpft wurden, die dann am 2. Tage nach der Impfung tetanisch wurden und am 4. Tage an Tetanus eingingen. Hierdurch war erwiesen, daß das mit dem Ausgangsmaterial geimpfte Meerschweinchen Tetanuserreger beherbergt hatte. 3. Ein mit Pappepfropfen von II/146 (Herstellungsjahr nicht angegeben) geimpftes Meerschweinchen, das am 2. Tage nach der Impfung starb, nachdem es vorher nur etwas Nackensteifigkeit gehabt hatte. Im Eiterabszeß an der Impfstelle wurden milzbrandähnliche Stäbchen gefunden, die inneren Organe waren keimfrei. Auf Agarplatten vom Eiterabszeß wuchs nur *Prodigiosus*, dagegen wurden 2 weiße Mäuse und 1 graue Maus, die mit dem Eiter und Gewebssaft des verendeten Meerschweinchens geimpft waren, am Tage nach der Impfung tetanisch und starben an Tetanus am 3. Tage. Es war also auch hier wieder Tetanus erwiesen.

Von den übrigen Versuchstieren starben noch, ohne Tetanus-

erscheinungen geboten zu haben, 2 Meerschweinchen und 2 Mäuse 2 bzw. 5 Tage nach den Impfungen; weder durch Präparat, noch Kultur, noch durch neue Impfungen von Mäusen mit dem Gewebssaft wurde Tetanus oder eine andere bekannte Infektionskrankheit bei den gestorbenen Tieren erwiesen. Die übrigen Tiere dieser Versuchsreihe blieben am Leben und wurden 7 Wochen lang auf Tetanus beobachtet; Abmagerungen der Tiere traten nicht ein, ebenso wenig fanden sich an ihnen irgend welche auf Tetanus hindeutende Anzeichen. Ein großer Teil der Meerschweinchen bekam Eiterabszesse an den Impfstellen; die hieraus gefertigten Präparate zeigten tetanusähnliche Formen nicht.

Ferner wurden von den Fließpapppropfen der Platzpatronen mehrerer Regimenter Bouillonkolben geimpft, diese 7 Tage lang unter Sauerstoffausschluß bei 37° gehalten. Die mit dem Filtrat der Kulturen bzw. dem Filtrerrückstand geimpften Mäuse blieben während einer 7 wöchigen Beobachtungszeit gesund.

b) Untersuchung der Holzgeschosse auf Tetanus: Diese wurden in der gleichen Weise untersucht wie die Fließpapppropfen. Die Beobachtung der Versuchstiere, die sämtlich am Leben blieben, gab Anhaltspunkte nicht, daß Tetanus vorgelegen hat.

C. Untersuchung der Fließpappetafeln auf Tetanus.

Teile der Tafeln wurden auf 12 Mäuse übertragen, die bei wochenlanger Beobachtungszeit Tetanus nicht darboten und gesund blieben. Ebenso negativ war der Befund bei Uebertragung von Pappeteilchen auf anaërob gehaltene Bouillon und nachträglicher Impfung von Mäusen.

Fließpapppropfen und Holzgeschossteile der Platzpatronen wurden von durchschnittlich 3 Patronen jeden Bataillons und von sämtlichen von der Munitionsfabrik Spandau eingesandten untersucht. Wenn bei diesen Versuchen nur in 3 Fällen der Nachweis der Tetanuserreger erbracht wurde, so ist dabei zu berücksichtigen, daß immer nur kleine Mengen der Pappe auf die Tiere bzw. Nährböden gelangen konnten. Bei Verwendung einer größeren Anzahl von Versuchstieren würden jedenfalls noch mehr positive Befunde erhalten sein. Die Notwendigkeit der Sterilisierung der Fließpappe ist daher ohne weiteres gegeben.

D. Desinfektionsversuche.

Die verhältnismäßig geringe Widerstandskraft der Tetanuserreger gegen trockene und feuchte Hitze, sowie gegen Chemikalien (Sublimat, Silbernitrat, Wasserstoffsperoxyd u. s. w.) ist bekannt und wurde auch bei Nachprüfungen an den Kontrolltetanuskulturen bestätigt. Eine Anwendung von Chemikalien zur Desinfektion der Fließpappe bzw. ihres Ausgangsmaterials (Lumpen) ist jedoch nicht zu empfehlen, weil die Desinfektionslösungen in die ungleich starken und festen Lumpen bzw. in die fertige Pappe zu ungleichmäßig eindringen werden. Trockene Hitze, welche Tetanussporen in Reinkultur schon nach 5 Minuten tötet, kann ebenfalls nicht in Frage kommen, da das Gewebe zu stark beschädigt und dann für den fraglichen Zweck nicht mehr brauchbar sein wird; Pappe oder Lumpen fingen bei Versuchen äußerlich schon zu kohlen an, ehe die eingebrachten Tetanuskeime abgestorben waren. Es bleibt also nur die Desinfektion in heißen Wasserdämpfen oder in heißem Wasser übrig.

Es war nunmehr festzustellen, ob die Lumpen bzw. die fertigen Pappetafeln hierdurch litten und welche Zeit nötig war, um die infektiösen Keime im Innern dieses Materials abzutöten. Entscheidend für die Dauer der Desinfektionseinwirkung sind die Anforderungen, welche man an diese stellt; will man nur Tetanus abtöten, kann die Dauer eine kurze sein, will man widerstandsfähigere pathogene Keime, z. B. Milzbrandsporen, welche in Lumpen unkontrollierbarer Herkunft sehr wohl vorhanden sein und sich bei Verletzungen durch Platzpatronen geltend machen können, sicher abtöten, muß die Einwirkungsdauer eine längere sein. Von Milzbrandinfektionen bei den in Frage stehenden Verletzungen ist diesseits nichts bekannt, die Möglichkeit einer solchen Infektion aber gegeben.

Nach dieser Richtung hin wurden folgende Versuche angestellt, und zwar zunächst an den fertigen Pappetafeln, die bei ihrer Weichheit und geringen Dicke der Desinfektion mit Dämpfen sehr zugänglich sein müssen, während Auskochen in heißem Wasser sie so angriff, daß sie nach dem Trocknen hart und brüchig, daher für ihre weitere Bestimmung unbrauchbar wurden. Virulente Milzbrandsporen, die Mäuse schon nach 24 Stunden milzbrandkrank machten, wurden in die Mitte der Pappetafeln mittelst feiner Löcher geschoben, nachdem sie vorher noch in einhüllende Mittel (Schleim, Gelatine) gelegt waren; ferner wurden die so widerstandsfähigen Staphylokokken

(pyogenes aureus, frische Kultur aus Eiterabszess), auf Papier ange-trocknet, auf die gleiche Art in feine Löcher der Pappetafeln ge-schoben und die Löcher dann fest zgedrückt. Schon nach 15 Mi-nuten Aufenthalt im Dampftopf der Station waren bei wiederholten Prüfungen sämtliche Testobjekte abgetötet, wie Bouillon- und Agar-kulturen (Beobachtungszeit 8 Tage) und Tierversuche zeigten, während 10 Minuten für Milzbrand nicht genügten, aber für Staphylokokken aus-reichten. Die Temperatur des Dampfapparates (Modell von Lauten-schläger: Einströmen des Dampfes von oben, wenig Kondenswasser) schwankte zwischen 101 und 103°. Tetanussporen an Seidenfäden, die unverpackt in 3 Minuten abstarben, waren in der Pappe schon nach 5 Minuten stets abgetötet. Das Ergebnis gleichartiger Ver-suche in dem Autoklaven des hygienischen Instituts mit Druck von einer Atmosphäre (121,5°) und zwei Atmosphären (135°) war nicht wesentlich günstiger.

Stücke der Pappetafeln wurden ferner ungeimpft dem Dampf ausgesetzt, um dessen schädigende Wirkung auf das Material fest-stellen zu können. Nach 5 Minuten Aufenthalt im Dampfapparat der Station waren die Stücke kaum feucht, trockneten nach wenigen Stunden an der Luft und zeigten dann anscheinend keine andere Be-schaffenheit als die nicht durch Dampf behandelte Pappe. Aufent-halt im Dampftopf zwischen 10 und 15 Minuten machte sie schon stark feucht, so daß völliges Austrocknen ohne Hilfsmittel auch nach Tagen nicht eintrat; ein Auslegen auf dem erwärmten Wäsche-trocknenboden des Lazarets stellte aber ihre ursprüngliche Beschaffen-heit anscheinend wieder her; längere Dampfbehandlung vertrugen die Tafeln nicht, da sie nach dem Trocknen zu fest und zu brüchig ge-worden waren.

Es gibt nun aber eine Reihe von Milzbrandsporen, welche un-verpackt erst nach 10—20 Minuten durch Dampf abgetötet werden. Die Dampfbehandlung von Tafeln, in denen Milzbrand vermutet wird, würde darnach auf 30 Minuten auszudehnen sein, also auf eine Zeit, welche das Material der Tafeln nicht verträgt. Die Möglichkeit, unter diesen Zeitraum herunterzugehen, wird am Schluß des Berichtes er-örtert werden. Will man nur die Tetanuserreger (Sporen und Toxine) abtöten, reichen nach Vorstehendem schon 5 Minuten aus; da aber in den Pappetafeln gelegentlich festere, dem Dampf nicht so gut zu-gängliche Stellen vorkommen dürften, würde eine Ausdehnung der Dampfeinwirkung auf 10 Minuten auch hierbei empfohlen werden

müssen. Die Sterilisierung der Pappe ist aber unnötig, wenn man vorher die Lumpen desinfiziert, aus denen sie hergestellt wird.

Milzbrand- und Tetanussporen wurden in die Mitte von dicken Bündeln von wollenen und halbwollenen Lumpen gebracht, welche nach fester Umschnürung noch eine Dicke von 5 cm hatten. Diese Bündel kamen verschieden lange Zeit in siedendes Wasser; Tetanus war dann schon nach 10 Minuten, Milzbrand aber erst nach 20 Minuten abgetötet. Mit Rücksicht auf die größere Widerstandsfähigkeit gewisser Milzbrandstämme würde aber der Aufenthalt der Lumpen in siedendem Wasser auf 30 Minuten auszudehnen sein, was stets genügen muß, wenn man die Lumpen schon zerkleinert und auseinandergezogen in das siedende Wasser einlegt. Eine Schädigung der Lumpen ist hierdurch nicht zu erwarten, da sie auch bei der bisherigen Herstellungsart lange Zeit mit Wasser behandelt worden sind. Wollene Stoffe werden durch langes Kochen zuweilen filzig, ein Nachteil, der für die weitere Verarbeitung der Lumpen nicht in's Gewicht fallen dürfte. Der Zusatz von Desinfektionslösungen zum Wasser ist wegen der sicheren Wirkung des siedenden Wassers allein überflüssig und würde nur die Herstellungskosten erhöhen; die Dauer des Auskochens würde durch chemische Zusätze auch nicht wesentlich abgekürzt werden. Eine Desinfektion der Lumpen durch heißen Dampf empfiehlt sich nicht, da ihre Verteilung in Dampfapparaten sich schwer durchführen lassen wird. Die Ausbreitung muß eine sehr sorgfältige sein, um den Dämpfen den Zutritt zu allen Abschnitten der Lumpen zu gestatten.

Wenn man also auch die widerstandsfähigsten Keime in den Lumpen abtöten will, würde ein halbstündiges Auskochen in siedendem Wasser genügen, während diese Zeit erheblich (auf 10 Minuten) abzukürzen wäre, wenn nur die Abtötung der Tetanuserreger beabsichtigt wird.

Die Lumpen werden in Privatfabriken verarbeitet, welche die fertige Pappe an die Munitionsfabrik Spandau abliefern. Die Desinfektion kann demnach schon in den Fabriken oder in Spandau an den fertigen Tafeln vorgenommen werden. Das Verfahren der Sterilisierung der letzteren mit Dampf macht die Beschaffung von entsprechenden Apparaten und Trockenvorrichtungen und einen größeren Zeit- und Arbeitsaufwand nötig, das Auskochen der vorher etwas zerkleinerten und verteilten Lumpen kann aber mit der jetzt üblichen Herstellungsweise, vielleicht auch in den vorhandenen Apparaten vereinigt werden. Von ausschlaggebender Bedeutung ist hierbei die Frage,

ob in den Privatbetrieben eine genügende Kontrolle nach dieser Richtung hin durchzuführen ist. Wenn sich deren Durchführung als unzureichend erweist, bliebe nur die Desinfektion der fertigen Tafeln in Spandau übrig. Zur Durchführung der Dampfdesinfektion genügen gewöhnliche, ohne besonderen Ueberdruck arbeitende Dampfapparate, die wenig Kondenswasser erzeugen und zweckmäßig eine Vorrichtung besitzen, welche nach Herauslassen des Dampfes ein Trocknen der Pappetafeln im Apparat selbst ermöglichen.

Nach Esmarch (Hygienische Rundschau. 1902. S. 961) läßt sich die Einwirkungsdauer heißer Dämpfe und auch deren Temperatur bei Luftabsaugung wesentlich herabsetzen, wenn man dem Wasser Desinfektionsmittel, besonders Formalin hinzufügt. Dies scheinbar sehr brauchbare Verfahren, welches Milzbrandsporen bei Verwendung von 2 % Formalinlösung (statt reinen Wassers) und bei Luftabsaugung schon bei einer Temperatur von 70 ° und einer Einwirkungsdauer von 5 Minuten abtöten soll, konnte hier nicht nachgeprüft werden, weil selbst im hygienischen Institut Apparate mit den nötigen Vorrichtungen dazu nicht vorhanden waren. Wenn sich dies Verfahren auch bei der Desinfektion der Pappetafeln bewährt, würde selbst den strengsten Anforderungen — Abtötung von Milzbrandsporen — genügt werden können.

Andere Teile der Platzpatronen einer Desinfektion zu unterwerfen, erscheint unnötig; es würde auch nur das Holzgeschoß in Frage kommen, dessen Ungefährlichkeit sich aber bei den diesseitigen Versuchen herausgestellt hat. Das Holz würde zudem bei Einlegen in Desinfektionslösungen, oder bei Dampfbehandlung durch die Feuchtigkeit leiden, auch trockene Hitze würde das Material schädigen. Die vorgeschriebene Aufbewahrung der Patronen schützt diese bis zu einem gewissen Grade vor Verunreinigung, nur empfiehlt sich die Verpackung in möglichst reinen und staubfreien Packeten.

Der zweifelsfreie Nachweis von Tetanuserregern in den Fließpappepfropfen macht eine gründliche Reinigung aller derjenigen Räume, Maschinen und Werkzeuge nötig, in denen die Fließpappetafeln bisher hergestellt bzw. weiter für die Platzpatronen verarbeitet sind. Bei der großen Widerstandsfähigkeit der Tetanussporen ist anzunehmen, daß sie noch an einzelnen der genannten Gegenstände haften und daher auch auf die nach den neuen Erfahrungen hergestellten Teile übertragen werden können. Ebenso würde mit den gebrauchten Patronenhülsen zu verfahren sein, welche zu weiterer Verwendung gefüllt werden sollen.

Bericht des hygienischen Laboratoriums der Kaiser Wilhelms-Akademie über den Keimgehalt und die Sterilisierbarkeit der zu den Platzpatronen verwandten Fließpappe.

Von

Stabsarzt Dr. **Bischoff.**

Bei ihren Untersuchungen von Platzpatronen auf Tetanuserreger hatten Oberstabsarzt Musehold und Lösener gefunden, daß von den Teilen der Platzpatronen lediglich die beiden Fließpappepfropfen, welche zwischen der abgebrochenen Pulverladung und dem Holzgeschloß eingeschaltet sind, Tetanuserreger enthalten. Ersterer hat von 35 Platzpatronen die Fließpappepfropfen auf Mäuse bzw. Meer-schweinchen verimpft und bei 20 von den 35 ganz verimpften Fließpappepfropfen Tetanuskeime nachweisen können.

Für diesen hohen Gehalt an Tetanuserregern war von vornherein die wahrscheinliche Erklärung die, daß in die Fließpappe Tetanus-sporen von dem Rohmateriale übergehen, zumal die Pappe aus Lumpen gewonnen wird, die weder Temperaturen, noch irgend welchen Des-infektionsverfahren unterworfen werden, welche eine Abtötung der Tetanuserreger bewirken könnten. Allein es war auch nicht unmöglich, daß bei der Verarbeitung zu den Pfropfen und dem Einbringen dieser in die Platzpatronen die Infektion erfolgte. War letztere An-nahme an sich unwahrscheinlich, so wurde ihre Haltlosigkeit sogleich durch eine Besichtigung des Betriebes in der Munitionsfabrik erwiesen. Die Aufbewahrung der Fließpappe ist eine so sorgfältige, die Her-stellung der Patronen eine so geregelte, daß bei dem peinlich sauberen maschinellen Betriebe in der Munitionsfabrik überhaupt eine Infektion mit Tetanuskeimen nicht denkbar ist, eine derartig hochgradige In-fektion aber, daß etwa 57 % aller Platzpatronen Tetanuskeime ent-halten, vollkommen ausgeschlossen erscheint. Die bakteriologischen

Untersuchungen der Fließpappetafeln stimmen denn auch mit den bei der Untersuchung der Platzpatronen gemachten Befunden sehr gut überein.

A. Bakteriengehalt der Fließpappe.

1. Untersuchung mittels Kulturverfahrens.

Um über den Bakteriengehalt der Fließpappe im allgemeinen ein Urteil zu gewinnen, wurden 0,07 g in sterilisiertem Achatmörser mit 10 ccm steriler Kochsalzlösung verrieben und mit bestimmten Mengen der Aufschwemmung Agarplatten gegossen. Diese wurden im Brutschrank bei 37° 5 Tage gehalten und dann die Kolonienzahl mit Hilfe des Mikroskops festgestellt. Unter diesen Bedingungen wurden für 1 g Fließpappe 8—9 Millionen Keime ermittelt. Da hier nur die bei 37° und unter Luftzutritt wachsenden Keime zur Entwicklung gebracht sind, so ist die Zahl der in der Fließpappe überhaupt enthaltenen Keime noch höher. Sind diese Keime zum größten Teil auch unschädliche Saprophyten, so wurden doch durch das Plattenverfahren auch Bakterien ermittelt, welche für den Menschen nicht belanglos sind. *Staphylococcus pyogenes aureus*, Kolibakterien und *Proteus* wurden wiederholt isoliert, so daß Teile der Fließpappe, die in Wunden gelangen, zu Entzündungen und Eiterungen Veranlassung geben werden.

Tetanuserreger direkt durch den Kulturversuch in der Fließpappe nachzuweisen, mißlang nach dem von Kitasato angegebenen Verfahren (Vorkultur auf schräg erstarrtem Agar 2 Tg. bei Bruttemperatur, 1stündiges Erwärmen auf 80°, Anlegen von Agarplatten und Halten dieser unter Sauerstoffabschluß), was wohl darauf zurückzuführen ist, daß Buttersäurebakterien, deren Sporen denen des Tetanusbazillus an Widerstandskraft nicht nachstehen, in bei weitem größerer Zahl bei der Vorkultur zur Entwicklung kamen als Tetanusbazillen.

Für die anaerobe Züchtung wurde ein Apparat¹⁾ (vgl. Tafel II) benutzt, welcher eine möglichst vollkommene Verdrängung des Sauerstoffs erlaubt und bequemer zu handhaben ist als der gewöhnlich übliche Botkin'sche Apparat. Er besteht aus einem zylindrischen, mit aufgeschliffenem, leicht gewölbten Deckel versehenen Gefäße von 20 cm Höhe und 12 cm Durchmesser. 4 cm oberhalb des Bodens ist die Wand des Gefäßes mit einem Tubusansatz ver-

1) Der Apparat wird von der Firma P. Altmann, Luisenstraße 52 in den Handel gebracht.

sehen, desgleichen trägt der Deckel in der Mitte einen Tubus. Auf dem Boden des Gefäßes steht eine Krystallisierschale, welche bis zum unteren Rande der Tubusöffnung reicht. Ueber dieser Schale ist ein Gestell zur Aufnahme der Platten bezw. Röhrrchen angeordnet. Der seitliche Tubus ist durch einen Kautschukstopfen verschlossen, in den oberen Tubus ist ein hohler, nach unten offener Stopfen eingeschliffen, der in ein mit eingeschliffenem Glashahn versehenes Glasrohr ausläuft. Durch den Kautschukstopfen im seitlichen Tubus münden drei Glasröhrrchen, von denen zwei leicht nach unten gebogen sind, in den Glaszylinder über der Krystallisierschale. Nach außen tragen die Glasröhrrchen mit Schraubquetschhähnen versehene kurze Gummischläuche. Die Benutzung des Apparates zur anaeroben Züchtung geschieht folgendermaßen: Nachdem das Gestell mit den Kulturplatten besetzt, in dem Gefäß untergebracht und der aufgeschliffene Deckel nach Anfeuchten der Schlifffläche aufgesetzt ist, wird das zum Tubus im Deckel führende Glasröhrrchen mit einer Wasserstoffbombe oder einem Kipp'schen Apparat, das gerade Röhrrchen im Kautschukstopfen im seitlichen Tubus mit einer Wasserstrahlluftpumpe verbunden. Es wird nunmehr eine Zeit lang Wasserstoff¹⁾ durch den Apparat getrieben. Nachdem auf diese Weise der größte Teil der Luft aus dem Apparate entfernt ist, wird der Wasserstoffstrom unterbrochen, die beiden bisher offenen Röhrrchen im Kautschukstopfen mittelst der Schraubquetschhähne geschlossen und die Wasserstrahlpumpe in Tätigkeit gesetzt. Wird von dem zwischengeschalteten Vakuummanometer ein Vakuum bis auf ca. 15 cm Quecksilber angezeigt, so wird der Unterdruck durch Oeffnen des Wasserstoffstromes ausgeglichen, hierauf wieder ein Vakuum erzeugt, wieder zerstört, und dies mehrmals wiederholt. Kann man annehmen, daß auf diese Weise auch die in den Petrischalen enthaltene Luft durch Wasserstoff ersetzt ist — wann dies anzunehmen ist, lehrt nach wenigen Versuchen die Erfahrung — so wird nochmals ein Vakuum erzeugt. Nunmehr wird durch die beiden im Inneren des Apparats leicht nach unten gebogenen Glasröhrrchen 10prozentige Pyrogalllösung bezw. reine Natronlauge aspiriert. Das hiernach noch vorhandene Vakuum wird durch Einströmenlassen von Wasserstoff fast völlig zerstört. Voll-

1) Wird der Wasserstoff mittelst Kipp'schen Apparates durch Uebergießen von Zink mittelst Schwefelsäure gewonnen, so sind die üblichen Vorsichtsmaßregeln zur Reinigung des Wasserstoffs unerlässlich, während der in Bomben bezogene Wasserstoff sogleich verwendet werden kann und nur zur Kontrolle der Ausströmgeschwindigkeit durch eine Drechsel'sche Flasche zu leiten ist.

kommen darf das Vakuum nicht aufgehoben werden, weil sonst später bei der Aufbewahrung im Brutschrank Ueberdruck auftreten und dadurch der Verschuß des Deckels gesprengt werden würde. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, mit der Zerstörung des Unterdruckes nur so weit zu gehen, daß ein an den Druckschlauch angeschlossener gewöhnlicher Gummischlauch sich eben zu runden begann.

War das Durchleiten des Wasserstoffs lange genug fortgeführt und der Sauerstoff aus dem Apparate verdrängt, so wird sich die Pyrogalllösung nach dem Mischen mit der Natronlauge nur unbedeutend bräunen und nicht die schwarze Färbung annehmen, wie sie es bei Sauerstoffgegenwart tut. Sie ist dann also auch fähig noch die letzten Spuren Sauerstoff, welche etwa in dem Apparat noch zurückgeblieben sind, zu binden, so daß somit eine absolute Anaërobie gewährleistet ist.

Mit Hilfe dieses Apparates ist es verhältnismäßig leicht gelungen, aus dem Sekret an der Impfstelle bei Mäusen, welche nach Impfung mit Fließpappe an Tetanus eingegangen waren, Tetanusbazillen zu züchten.

2. Tierversuche.

Leichter ausführbar als das Kulturverfahren und sicherer zum Ziele führte der Tierversuch. Die Impfungen wurden an weißen Mäusen ausgeführt. Diesen wurde, nachdem die Gegend der Impfstelle von Haaren befreit war, unter die Rückenhaut mittels ausgeglühter Pinzetten ein erbsen- bis bohnen großes Stück Fließpappe gebracht. Die Wunde wurde hierauf teils mittels Naht und Kolloidumverband, teils durch letzteren allein verschlossen. Die Mäuse wurden hierauf in gründlich gereinigte Glasgefäße, deren Boden mit sterilisierten Sägespänen bedeckt war, gesetzt.

Die Diagnose wurde in den Fällen, wo der klinische Verlauf der Erkrankung besonders typisch war, wo Krämpfe und die bei Mäusen so typische Tetanusstellung (Robbenstellung) beobachtet wurden, auf Grund dieser Beobachtung und des mikroskopischen Nachweises von Tetanusbazillen gestellt. Starben die Tiere über Nacht, ohne daß zuvor Tetanuserscheinungen beobachtet waren, so wurde auf Grund der Tetanusstellung bei sicherem mikroskopischem Nachweis von Tetanusbazillen die Diagnose Tetanus gestellt. War die Robbenstellung nicht ausgesprochen oder gelang es nicht mit Sicherheit, im Ausstrichpräparate des Sekretes an der Impfstelle Tetanusbazillen mikroskopisch nachzuweisen, so wurde von dem Sekrete auf Mäuse weiter-

geimpft. Diese gingen stets an Tetanus ein, so daß alle verendeten Mäuse auch an Tetanus gestorben sind. Wiederholt wurde auch die Reinkultur der Tetanusbazillen ausgeführt, was mittels des oben beschriebenen Apparates meist unschwer gelang. Nur wenn auch in dem Sekret an der Impfstelle Buttersäurebazillen in großer Zahl vorhanden waren, gelang die Reinkultur erst nach wiederholter Passage durch den Tierkörper. Da die Bakterien im Tierkörper Sporen bilden, war eine Vorkultur auf Agar nicht erforderlich, sondern es wurde vom Sekret in Zuckeragar von 80° überimpft und dieser bis zum Ausgießen zu Platten eine Stunde auf 80° gehalten.

Zur Orientierung, ob auch in der in Originalpackung von der Munitionsfabrik bezogenen Fließpappe Tetanuserreger vorhanden sind, wurden zunächst 15 Mäusen geringe Mengen Fließpappe unter die Rückenhaut verimpft. Von diesen Tieren starb eine am vierten Tage, nachdem bei ihr die Erscheinungen des Tetanus beobachtet waren. Im Ausstrichpräparat wurden den Tetanusbazillen gleichende Stäbchen mit Köpfchensporen gefunden. Bei Weiterverimpfung des Wundsekretes auf drei neue Mäuse erkrankten diese nach 24 Stunden an Tetanus und gingen daran in wenigen Stunden ein. Auch die Reinkultur der Tetanuserreger gelang, so daß an deren Vorhandensein nicht mehr gezweifelt werden konnte.

Die anderen geimpften 14 Mäuse blieben zunächst gesund, erst nach fünf bis sechs Wochen traten bei vier Mäusen Tetanuserscheinungen auf. Die Krämpfe waren in der Intensität wechselnd, zeitweilig trat scheinbar eine Besserung auf. Die Mäuse litten eine zwei, eine drei, zwei sogar 4 Tage lang an Krampfanfällen, welche allmählich eine gewisse Steigerung aufwiesen, und gingen dann in einem derartigen Anfall ein. Bei der Sektion wurden Tetanusbazillen im Wundsekret nachgewiesen. Die Weiterverimpfung auf Mäuse hatte stets ein positives Ergebnis. Daß bei diesen 4 Mäusen erst so spät Tetanus zum Ausbruch kam, muß darauf zurückgeführt werden, daß bei diesen ersten orientierenden Versuchen nur geringe Mengen Fließpappe zur Verimpfung kamen, es mußte zunächst zu einer erheblicheren Vermehrung der Tetanusbazillen im Tierkörper kommen, ehe Krampferscheinungen ausgelöst wurden. Ähnliche lange Inkubationszeiten und chronischer Verlauf der Erkrankung sind auch von anderer Seite¹⁾ bei der Verimpfung geringer Mengen von Tetanuserregern beobachtet worden.

1) Thalmann, Zur Aetiologie des Tetanus. Ztschr. f. Hyg. Bd. 33. S. 387 ff.

Nachdem somit dargetan war, daß auch in der in Originalpacketen aus der Munitionsfabrik erhaltenen Fließpappe Tetanus-erreger vorhanden sind, galt es, ein Urteil zu gewinnen, in welchen Mengen diese Keime in der Fließpappe vorkommen.

Aus zwei verschiedenen Packeten wurden 0,92 g, bzw. 2,15 g Fließpappe auf 15 bzw. 34 Mäuse verimpft. Von den 15 Mäusen starben 8, von den 34 Tieren 20 an Tetanus. Hieraus würde sich ergeben, daß in ersterem Falle in 0,115 g, in letzterem in 0,108 g Fließpappe, durchschnittlich mithin in 0,11 g Fließpappe genügend Tetanussporen enthalten sind, um eine Maus an Tetanus eingehen zu lassen. Das Gewicht der beiden Fließpappepfropfen, welche in einer Platzpatrone enthalten sind, wurde zu ca. 0,35 g festgestellt. Hiernach müssten, eine gleichmäßige Verteilung der Tetanuskeime vorausgesetzt, in den Fließpappepfropfen jeder Platzpatrone Tetanus-erreger enthalten sein. Da immer nur geringe Mengen von den Fließpappepfropfen in die Wunde gerissen werden, so ist es bei der verhältnismäßig nicht besonders hohen Empfänglichkeit des Menschen für Wundstarrkrampf erklärlich, daß trotz der günstigsten Bedingungen, welche in den zerrissenen Platzpatronenwunden für die Tetanus-erreger gegeben sind, nicht nach jeder Verwundung mit Platzpatronen Wundstarrkrampf auftritt. Immerhin dringt nicht ganz selten mit Stückchen der Fließpappepfropfen bei Verwundungen mit Platzpatronen die für Auslösung des Wundstarrkrampfes erforderliche Zahl von Tetanuskeimen in die Wunde, wie die verhältnismäßig häufigen Erkrankungen an Tetanus nach derartigen Verletzungen lehren. Diese Komplikation ist um so höher zu bewerten, als sie in der Mehrzahl der Fälle zu einem tödlichen Ausgang geführt hat, wo die Verwundung selbst das Leben nicht gefährdete. Ein Schutz gegen diese so verhängnisvollen Infektionen scheint mithin geboten, er kann nur durch eine Sterilisation der Fließpappe gegeben werden.

B. Desinfektion der Fließpappe.

Als das Natürlichste erscheint es, die Lumpen vor ihrer Verarbeitung zur Fließpappe einer gründlichen Desinfektion zu unterwerfen und dadurch die Gefahr zu beseitigen. Da aber die Fließpappe nicht in staatlichen Betrieben hergestellt, sondern von der Privatindustrie bezogen wird, so hat die Militärbehörde hierauf nicht den erforderlichen Einfluß. Es könnte somit nur eine Desinfektion der fertigen Fließpappe in der Munitionsfabrik in Frage kommen.

Zur Zeit werden in der Munitionsfabrik Spandau nach gemachten Mitteilungen täglich 250000 Platzpatronen angefertigt, wozu 40 Pakete Fließpappe erforderlich sind. Die Pakete haben eine Größe von $50 \times 40 \times 20$ qcm, sie enthalten je 50 Tafeln Fließpappe. Bei diesen großen Mengen, welche täglich verarbeitet werden, kann als Desinfizienz lediglich der strömende Wasserdampf in Frage kommen. Einweichen in einer desinfizierenden Flüssigkeit mit nachfolgendem Trocknen ist vollkommen ausgeschlossen, auch eine Desinfektion mittels Formaldehyd mußte, abgesehen von der bisher nicht genügenden Sicherheit einer Vernichtung sämtlicher Keime, als zu umständlich und zeitraubend von der Hand gewiesen werden.

Die Versuche, mittels Dampf die Pappe zu sterilisieren, wurden in der Fabrik der Firma Rietschel & Henneberg ausgeführt, und zwar in dem am meisten verbreiteten Apparate dieser Firma, dem H_3 -Apparat, welcher an die Fabrik-Dampfleitung angeschlossen war. Der Dampf, welcher in der Leitung ca. 5 Atmosphären Spannung hatte, wurde durch Drosselung auf die erforderliche Spannung von 0,2 Atmosphären gebracht.

Es kam darauf an, in möglichst einwandfreier Weise darzutun, daß eine Desinfektion der Fließpappe durchführbar ist, ohne daß hierdurch bei der Verarbeitung der Fließpappe Schwierigkeiten auftreten. Es wurden daher von der Munitionsfabrik in Spandau mehrere Pakete Fließpapier bezogen. Die Pappe wurde teils in ganzen Paketen, teils in einzelnen Tafeln in den Desinfektionsapparat gebracht, ferner wurde die Dauer der Wasserdampfeinwirkung und der Ventilation nach beendeter Desinfektion variiert. Die desinfizierte Pappe wurde sodann ohne Angabe, wie sie behandelt war, der Munitionsfabrik zur Feststellung der Verarbeitungsfähigkeit wieder zugesandt.

Der Verlauf der Desinfektionsversuche war im einzelnen folgender:

1. Desinfektionsversuch vom 29. 4. 03.

Die Proben wurden auf durchlochte Eisenbleche, welche in mittlerer Höhe im H_3 -Apparat angeordnet waren, gelegt, und zwar:

- A. 10 Tafeln senkrecht lose neben einander gestellt,
- B. 8 Tafeln übereinander gelegt,
- C. Tafeln einzeln auf die Bleche gelegt,
- D. Tafeln einzeln senkrecht gestellt.

Es wurde 15 Minuten vorgewärmt, dann Dampf in die Kammer geleitet und, nachdem sämtliche Luft aus dem Apparat durch den Dampf verdrängt war, — dies wird dadurch erkannt, daß das im

Dampfabflußrohr angebrachte Thermometer 100 ° C. anzeigt — 15 Minuten lang in den Desinfektionsraum gelassen. Hierauf wurde der Dampf wieder in die Heizkörper im unteren Teile des Apparates geleitet und der Desinfektionsraum zum Trocknen der Fließpappe 30 Minuten ventiliert. Sodann wurden die Objekte dem Apparat entnommen.

2. Versuch vom 29. 4. 03.

An den ersten Versuch wurde ein zweiter angeschlossen, bei dem die Fließpappe in ganzen Packeten auf die Eisenbleche ausgelegt wurde. Die Proben unterschieden sich in der Art, daß bei

F die Packpappe an den Flächen der Ballen (also entsprechend den langen Kanten der Tafeln) entfernt war, ohne die Umschnürung zu lösen,

G und H die Verpackung und Umschnürung völlig erhalten blieb

Es wurde wieder 15 Minuten lang vorgewärmt, dann von der Zeit an gerechnet, wo das Thermometer im Dampfabflußrohr 100 ° zeigte, 30 Minuten lang desinfiziert, F und G nach dem Desinfizieren 1 Stunde lang im Apparat nachgetrocknet, H dagegen 6 Stunden.

Von diesen verschiedenen Proben der beiden Versuche wurde eine größere Zahl Tafeln der Munitionsfabrik zugestellt, um die Verarbeitungsfähigkeit zu prüfen. Der Sendung wurde als Kontrolle eine Probe E beigefügt, welche nicht desinfiziert war. Um jede Voreingenommenheit auszuschließen und festzustellen, daß etwaige Schwierigkeiten bei der Verarbeitung der desinfizierten Proben auf die Desinfektion zurückzuführen seien, wurde der Munitionsfabrik nicht mitgeteilt, wie die Proben behandelt waren.

Das Ergebnis der Prüfung wurde durch Schreiben vom 6. 5. 03 mitgeteilt, welches lautete:

„Die mit A—H bezeichneten Proben Fließpappe haben sich ohne Schwierigkeit zu Propfen verarbeiten lassen. Auch das Einsetzen der Pfropfen in die Hülsen ließ sich ohne Anstand bewerkstelligen. Die Proben E und F kommen der nicht desinfizierten Fließpappe am nächsten.“

Da die Munitionsfabrik nicht wußte, in welcher Weise die Proben behandelt waren, so ist daraus, daß die nicht desinfizierte Probe erkannt wurde, zu schließen, daß durch das Desinfizieren eine gewisse Veränderung der Pappe bedingt ist, so daß diese sich etwas weniger gut verarbeiten läßt. Nur die Probe F, bei welcher die Packung an den Flächen der Ballen entfernt war, stand gegen nicht desinfizierte

Pappe nicht zurück. Die geringere Güte der Proben A—D und H bestand, wie später mündlich mitgeteilt wurde, darin, daß diese Proben zu trocken waren, wodurch der Abfall größer wurde.

Es wurde dann noch ein dritter Desinfektionsversuch ausgeführt, bei dem drei ganze Ballen in den Apparat gebracht wurden, und zwar war bei

A das Packet völlig geschlossen,

B die Umhüllung mit Schlitzten versehen,

C die Umhüllung aufgeschlitzt und die Umschnürung durchschnitten.

Es wurde 20 Minuten vorgewärmt, 30 Minuten desinfiziert und eine Stunde nachgetrocknet.

Die Prüfung der Proben in der Munitionsfabrik führte zu nachstehendem Ergebnis:

„Die Pappe aus A und C war gleich gut; die aus B fühlte sich fester und auch feucht an.

Zwei Bogen aus Packet B wogen 172 und 185 g vor dem Trocknen, 157 und 171 g nach dem Trocknen.

Also 15 bzw. 14 g Unterschied.

Das maschinelle Einbringen der aus den 3 Proben gefertigten Pfropfen in die Platzpatronen war gleichmäßig gut.“

Somit hatten alle drei Versuche ergeben, daß das Verarbeiten mit dampfdesinfizierter Fließpappe Schwierigkeiten nicht macht, daß die in ganzen Packeten desinfizierte Pappe der undesinfizierten Fließpappe am nächsten kommt.

Um festzustellen, ob die 30 Minuten währende Einwirkung eines Dampfes von 0,2 Atm. — gerechnet von dem Augenblick an, zu welchem das Thermometer in dem Dampf-Abflußrohr 100° anzeigt — die Abtötung der Tetanuserreger in den Paketen gewährleistet, wurden mit Tetanussporen imprägnierte Holzsplitter teils oberflächlich auf einzeln liegende Pappetafeln, teils an der Oberfläche und in der Tiefe der Packete untergebracht. Die Sporen hatten die übliche Widerstandsfähigkeit der Tetanusdauerformen, sie wurden im strömenden Dampf in 5 Minuten abgetötet. Die Holzsplitter wurden dann nach der Desinfektion Mäusen unter die Haut gebracht. Es zeigte sich, daß an allen Holzsplittern, mochten sie in einzelnen Pappetafeln, mochten sie an der Oberfläche oder in der Mitte ganzer Packete untergebracht sein, die Tetanussporen abgetötet waren, indem keine der mit ihnen geimpften Mäuse an Tetanus erkrankte.

Daß durch eine Desinfektion der Fließpappe vor der Verarbeitung

der Betrieb in der Munitionsfabrik erheblich belastet würde, ist nicht anzunehmen. Es werden nach mündlicher Mitteilung täglich vierzig Pakete Fließpappe verarbeitet. Diese lassen sich in einem sogenannten H_2 -Apparat, der 1,3 cbm nutzbaren Desinfektionsraum bietet, auf einmal desinfizieren. Die Beschickung des Apparates, das Vorwärmen der Objekte, Desinfizieren, Nachtrocknen und Entleeren dauert ca. 3 Stunden. Es dürfte daher auf keine Schwierigkeiten stoßen, an einem Tage drei Desinfektionen auszuführen, so daß der Apparat wöchentlich nur zweimal in Tätigkeit gesetzt zu werden brauchte. Bei Beschaffung eines H_3 -Apparates, der 2,7 cbm nutzbaren Rauminhalt hat, würde wöchentlich sogar nur an einem Tage desinfiziert werden müssen. Welche Größe für die Munitionsfabrik die geeignetste ist, muß von dieser selbst entschieden werden.

Schlußsätze.

1. Die Untersuchung der aus der Munitionsfabrik Spandau bezogenen Fließpappe hat ergeben, daß in dieser Wundstarrkrampf-Erreger in großer Zahl vorhanden sind, so daß in den Pfropfen fast jeder Platzpatrone Tetanussporen enthalten sein dürften.
2. Eine Desinfektion der Fließpappe mittels Dampf ist durchführbar, ohne daß die desinfizierte Pappe bei der Verarbeitung Schwierigkeiten bietet.
3. Der Betrieb in der Munitionsfabrik wird durch die Desinfektion der Fließpappe nicht wesentlich belastet.

Erläuterung zu Tafel I.

- Fig. 1. In verdünnter Ziehl'scher Lösung warm gefärbter Ausstrich vom Fließpapppfropf einer Platzpatrone (nach Passage durch Maus). 1000fach.
- Fig. 2. Ausstrich vom Fließpapppfropf einer Platzpatrone (nach Passage durch Maus); in verdünnter Ziehl'scher Lösung warm gefärbt. 1000fach.
- Fig. 3. Tetanus-Reinkultur aus dem Fließpapppfropf derselben Platzpatrone. Ausschnitt aus einer achttägigen Agar-Stich-Kultur, zackenförmige periphere Ausläufer des Sticks, sowie die Büschelform des Wachstums zeigend. 50fach.
- Fig. 4. Tetanus-Reinkultur aus derselben Patrone, wie in Fig. 3, jedoch 200fach.
- Fig. 5. Tetanus-Reinkultur aus dem Fließpapppfropf derselben Platzpatrone. Ausstrich einer 3tägigen Bouillonkultur mit wohl erhaltenen Kettenverbänden der im Beginn der Sporenbildung stehenden Bazillen. Im Präparat waren die Sporen rot, die Bazillen blau gefärbt. 1000fach.
- Fig. 6. Tetanus-Reinkultur aus dem Fließpapppfropf derselben Platzpatrone. Mit Ziehl'scher Lösung warm gefärbter Ausstrich eines büschelförmigen Ausläufers einer 8tägigen Agar-Stich-Kultur, fast ausschließlich Sporen zeigend, die zum Teil in kettenförmigen Verbänden erhalten sind. 1000fach.
- Fig. 7. In Agar gewachsene einzelne Kolonie von Tetanus mit Tochterkolonie aus dem Fließpapppfropf einer anderen Platzpatrone (nach Passage durch Maus). 100fach.
- Fig. 8. Ausstrich vom Fließpapppfropf einer weiteren Platzpatrone (nach Passage durch Maus). 1000fach.

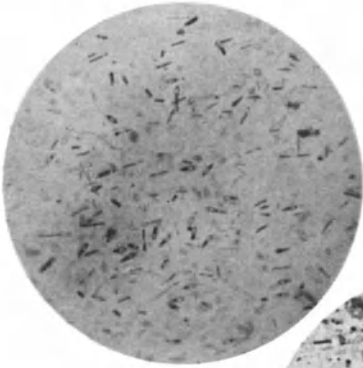


Fig. 1.

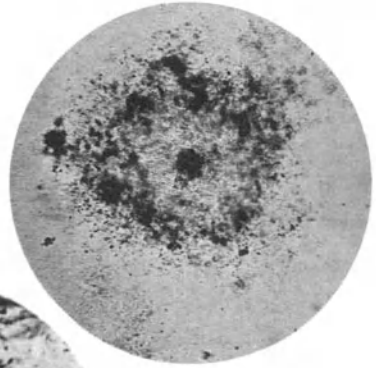


Fig. 7.

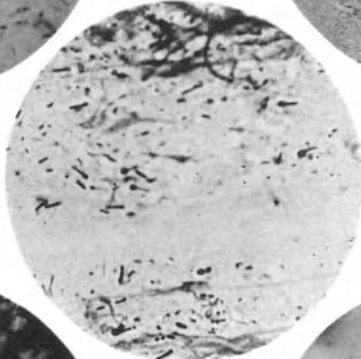


Fig. 8.

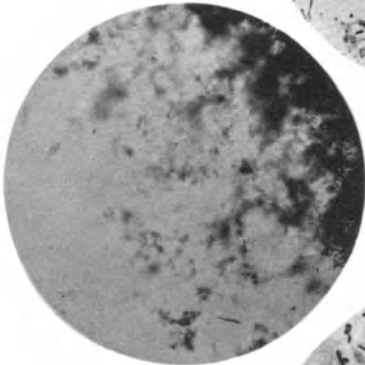


Fig. 4.

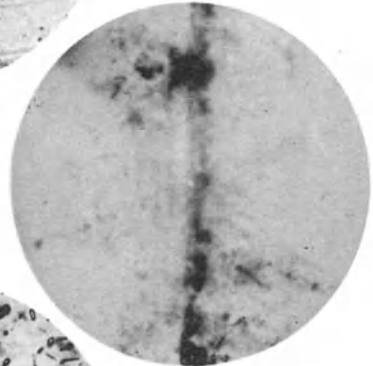


Fig. 3.

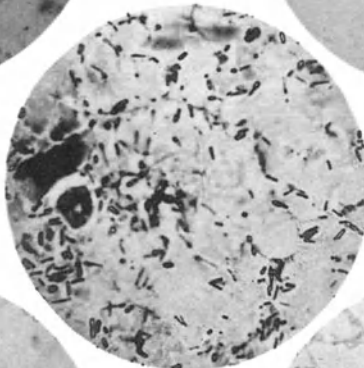


Fig. 2.

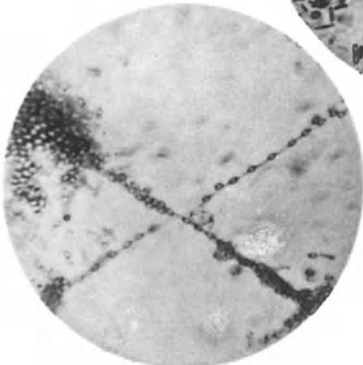


Fig. 6.

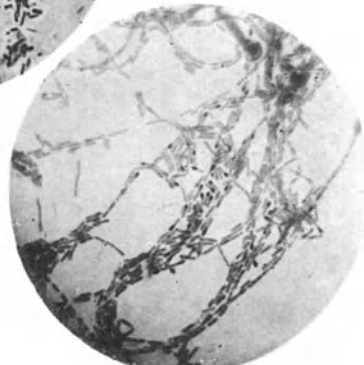


Fig. 5.

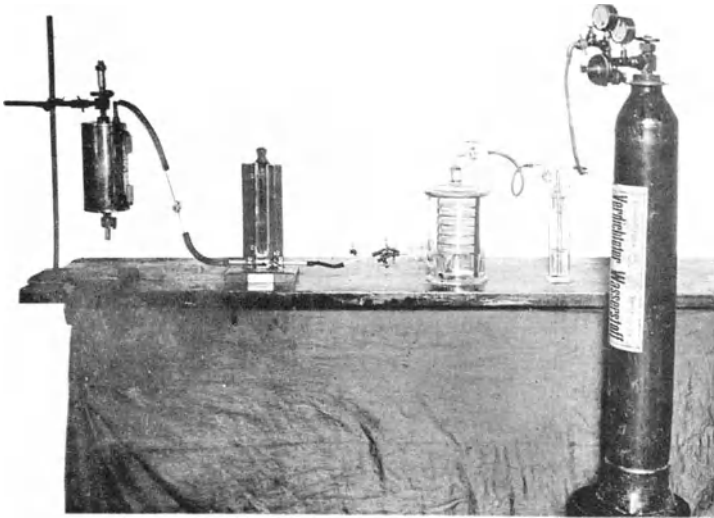
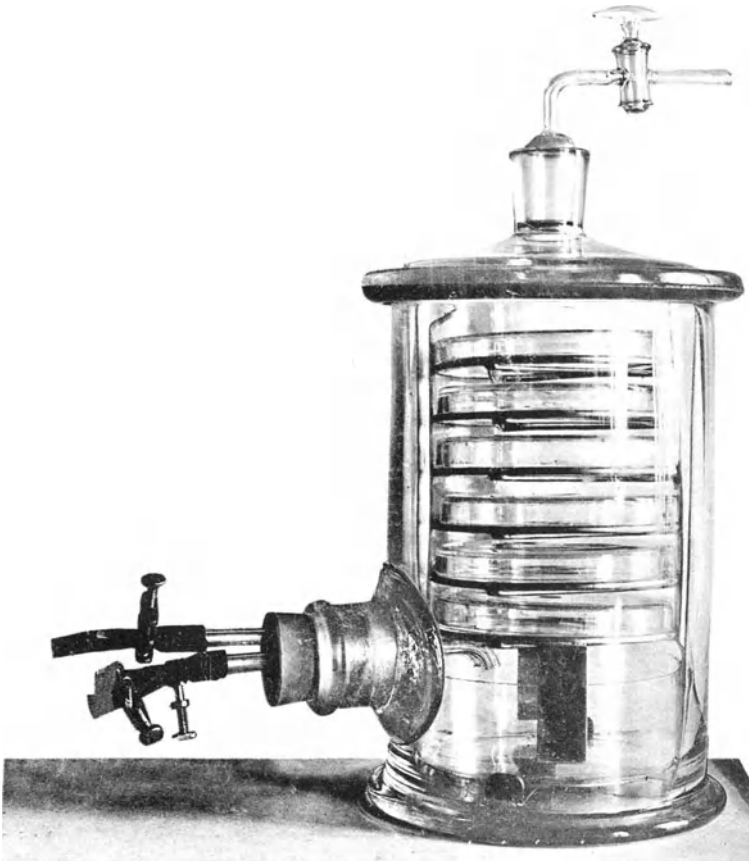


Fig. 1.



Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

(Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.)

Veröffentlichungen

aus dem Gebiete des **Militär-Sanitätswesens.**

Herausgegeben von der Medicinal-Abtheilung des Königlich
Preussischen Kriegsministeriums.

1. Heft. Historische Untersuchungen über das Einheilen und Wandern von Gewehrkugeln von Stabsarzt Dr. A. Köhler. gr. 8. 1892. 80 Pf.

2. Heft. Ueber die kriegschirurgische Bedeutung der neuen Geschosse von Geh. Ober-Med.-Rath Prof. Dr. von Bardeleben. gr. 8. 1892. 60 Pf.

3. Heft. Ueber Feldflaschen und Kochgeschirre aus Aluminium bearb. v. Stabsarzt Dr. Plagge und Chemiker G. Lebbin. gr. 8. 1893. 2 M. 40.

4. Heft. Epidemische Erkrankungen an acutem Exanthem mit typhösem Charakter in der Garnison Cosel von Oberstabsarzt Dr. Schulte. gr. 8. 1893. 80 Pf.

5. Heft. Die Methoden der Fleischconservirung von Stabsarzt Dr. Plagge und Dr. Trapp. gr. 8. 1893. 3 M.

6. Heft. Ueber Verbrennung des Mundes, Schlundes, der Speiseröhre und des Magens. Behandlung der Verbrennung und ihrer Folgezustände von Stabsarzt Dr. Thiele. gr. 8. 1893. 1 M. 60.

7. Heft. Das Sanitätswesen auf der Weltausstellung zu Chicago bearbeitet von Generalarzt Dr. C. Grossheim. gr. 8. Mit 92 Abbildungen. 1893. 4 M. 80.

8. Heft. Die Choleraerkrankungen in der Armee 1892 bis 1893 und die gegen die Cholera in der Armee getroffenen Massnahmen bearbeitet von Stabsarzt Dr. Schumburg. gr. 8. Mit 2 Abb. im Text und 1 Karte. 1894. 2 M.

9. Heft. Untersuchungen über Wasserfilter von Oberstabsarzt Dr. Plagge. gr. 8. Mit 37 Abbildungen. 1895. 5 M.

10. Heft. Versuche zur Feststellung der Verwerthbarkeit Röntgen'scher Strahlen für medicinisch-chirurgische Zwecke. gr. 8. Mit 23 Abbildungen. 1896. 6 M.

11. Heft. Ueber die sogenannten Gehverbände unter besonderer Berücksichtigung ihrer etwaigen Verwendung im Kriege von Stabsarzt Dr. Coste. gr. 8. Mit 13 Abbildungen. 1897. 2 M.

12. Heft. Untersuchungen über das Soldatenbrot von Oberstabsarzt Dr. Plagge und Chemiker Dr. Lebbin. 1897. 12 M.