

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

## Ueber den Tetanusbacillus.<sup>1</sup>

Von

Dr. med. **S. Kitasato**  
aus Tokio.

---

(Hierzu Taf. II.)

---

Seitdem Carle und Rattone<sup>2</sup> bewiesen haben, dass der menschliche Tetanus eine übertragbare Infectiouskrankheit sei, indem es ihnen gelang, durch Verimpfung des Eiters von der Infectiousstelle eines an Tetanus erkrankten Menschen bei Kaninchen über mehrere Generationen fortpflanzbare Tetanuserscheinungen hervorzurufen, haben viele Beobachter über dieses Thema gearbeitet. So hat Nicolaier<sup>3</sup> die Thatsache gefunden, dass in weitester Verbreitung in den oberflächlichen Erdschichten Bacillen existiren, welche, bei Mäusen, Meerschweinchen und Kaninchen subcutan verimpft, typischen Tetanus mit tödtlichem Ausgang hervorrufen. Bald hierauf zeigte Rosenbach,<sup>4</sup> dass die Nicolaier'schen Tetanusbacillen auch bei menschlichem Tetanus vorhanden sind, und der Nachweis dieser Bacillen ist später des öfteren für sehr verschiedenartige Fälle von Tetanus von vielen Forschern (Hochsinger, Bonome, Beumer, Ohlmüller und Goldschmidt, Morisani, Amon, v. Eiselsberg,

---

<sup>1</sup> Ueber den gleichen Gegenstand habe ich am 27. April 1889 auf dem XVIII. Congresse der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie zu Berlin eine kurze Mittheilung gemacht und entsprechende Demonstrationen angeschlossen.

<sup>2</sup> Carle und Rattone, Studio sperimentale sull' etiologia del tetano. *Giorn. dell. R. accad. d. Med. di Torino*. 1884.

<sup>3</sup> Nicolaier, Beiträge zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes. *Inaug.-Dissert.* Göttingen 1885.

<sup>4</sup> Rosenbach, Zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes beim Menschen. *Archiv für klinische Chirurgie*. 1886. Bd. XXXIV. S. 306.

Bonnardi, Beumer und Peiper, Brown, Ferrari, Giordano, Shakespeare, Rietsch, Bossano, Belfanti und Pescarolo, Raum u. A. m.) bestätigt worden.

In neuester Zeit aber wurden mehrfach Beobachtungen mitgetheilt, bei denen die Nicolaier'schen Bacillen mit Köpfchensporen im Eiter von tetanischen Kranken und Versuchsthieren vermisst wurden, wie z. B. von Widenmann<sup>1</sup> eine Behauptung, die auch von Flügge<sup>2</sup> bestätigt wurde, so dass diese Bacillen noch nicht mit aller Sicherheit für die Tetanus-erreger gelten konnten.

Eine gewisse Reserve in dieser Hinsicht musste um so mehr geboten erscheinen, als es bisher noch Niemandem gelungen war, die Nicolaier'schen Tetanusbacillen ausserhalb des thierischen Körpers in sicheren Reinculturen zu isoliren, sie als solche auf künstlichen Nährböden weiter fortzuzüchten und damit, d. h. mit Reinculturen experimentell wieder Tetanus zu erzeugen.

Um über diese wenig bestimmten und theilweise sich widersprechenden Angaben eine Aufklärung zu schaffen, habe ich unter Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Hrn. Geheimrath Prof. Dr. R. Koch, im hiesigen hygienischen Institute Versuche angestellt. Die Resultate derselben sind die folgenden:

Ein Soldat war im hiesigen Garnisonlazareth an Tetanus gestorben. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Wundeiters fand man ausser verschiedenen Mikroorganismen auch die Nicolaier'schen Bacillen, und Thierversuche mit diesem Eiter ergaben positive Resultate.

Hr. Stabsarzt Dr. E. Pfuhl hat die Güte gehabt, mir etwas von diesem Materiale zu überlassen. Ich habe damit einige Mäuse subcutan geimpft, welche schon nach 24 Stunden an typischem Tetanus erkrankten und nach 2 bis 3 Tagen starben. Bei der Section fand man nur auf die Impfstelle beschränkte Eiterherde, in denen ausser verschiedenen anderen Mikroorganismen Bacillen mit Köpfchensporen mikroskopisch nachweisbar waren. Diesen Eiter habe ich nun auf künstliche Nährböden zu übertragen versucht. Wie Nicolaier seiner Zeit angegeben hat, vermehren sich diese Bacillen, aber immer mit anderen Bacterien gemischt, auf erstarrtem Blutserum ziemlich gut, sie können ferner auch in Agar und Gelatine gedeihen, jedoch immer nur in Gesellschaft mit anderen Mikroorganismen.

Um nun diese Bacillen von den übrigen Arten zu trennen, wurden die üblichen Isolirungsmethoden angewendet und ausser den genannten

<sup>1</sup> Widenmann, Beitrag zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes. *Diese Zeitschr.* Bd. V. S. 522.

<sup>2</sup> Flügge, Anm. zu vorstehendem Beitrag. *Ebenda.* Bd. V. S. 525.

Nicolaier'schen Bacillen drei Arten anaërober Bacterien, fünf facultativ-anaërobe Arten und sieben Aërobe aus dem betreffenden Eiter isolirt, deren Beschreibung im einzelnen hier zu weit führen würde. Mit allen diesen Mikroorganismen (ausser den mit Köpfchensporen versehenen Bacillen, über deren pathogene Eigenschaften später berichtet werden wird), habe ich Uebertragungsversuche auf Thiere und zwar sowohl mit den Reinculturen der einzelnen, wie mit Mischculturen angestellt, ohne aber jemals Tetanuserscheinungen hervorrufen zu können.

Dagegen gelangte ich auf folgende Weise zu positiven Resultaten. Wenn ich Tetanuseiter auf schräg erstarrtem Blutserum oder Agar ausbreitete und bei 36 bis 38° C. im Brütapparate hielt, so fingen die sämtlichen Mikroorganismen, welche im Eiter enthalten waren, innerhalb 24 Stunden an zu wachsen; wenn ich in diesem Stadium die Cultur mikroskopisch untersuchte, so fand ich zwischen den verschiedenen Mikroorganismen hier und da jene Bacillen mit Köpfchensporen. Nach 48 Stunden waren die mit Köpfchensporen versehenen Bacillen reichlicher an Zahl. Alsdann wurde diese Cultur in ein Wasserbad, welches vorher auf 80° erwärmt war, gebracht und  $\frac{3}{4}$  bis 1 Stunde lang in demselben gelassen; mit der so behandelten Cultur, welche nur noch Sporen in lebensfähigem Zustande enthalten konnte, wurden einige Mäuse geimpft, welche sämtlich an Tetanus starben. Nachdem ich mich auf diese Weise davon überzeugt hatte, dass die Culturflüssigkeit Sporen der Tetanusbacillen enthielt, mischte ich eine Platinöse voll mit Nährgelatine und goss diese Mischung theils nach dem gewöhnlichen Verfahren auf Platten, theils in platte Glasgefässe<sup>1</sup> aus, durch welche Wasserstoff geleitet wurde. Die sämtlichen Culturen wurden dann bei einer Temperatur von 18 bis 20° C. gehalten. Erst etwa nach einer Woche fingen in dem Gefässe mit Wasserstoffzuleitung die Colonieen an sich zu bilden, während die auf



Fig. 1.

<sup>1</sup> Ein solches Gefäss (s. Fig. 1), welches von R. Müncke construirt und von mir modificirt ist, ist für das Plattenverfahren bei der Züchtung von Anaëroben recht vortheilhaft. Die Gebrauchsweise desselben ist fast dieselbe wie die des bekannten Liborius'schen Durchleitungsröhrchens. Das Gefäss ist stark abgeplattet, so dass es nur eine Dicke von 2<sup>cm</sup> hat. Die beiden Oeffnungen werden zunächst mit Watterpfropfen verschlossen und der ganze Apparat wird dann im Trockenschrank sterilisirt. Das enge Ansatzröhrchen wird darauf in der Mitte bei *b* dünn ausgezogen; dann giesst man vermittelst eines lang ausgezogenen Trichters die mit dem Impfmaterial möglichst gleichmässig gemischte, verflüssigte Nährgelatine resp. Agar 15 bis 20<sup>cm</sup> in die weite Oeffnung, worauf der Hals der letzteren bei *a* weiter ausgezogen wird. Die Nachbehandlung des Apparates, namentlich das Abschmelzen der Ansatzröhrchen ist ebenso wie die des Liborius'schen Röhrchens.

gewöhnliche Weise bereiteten Platten ganz steril blieben. Nach zehn Tagen wurde das Schälchen geöffnet, von einer derartigen Colonie Deckglaspräparate gemacht und mikroskopisch untersucht. Es waren Stäbchen, welche kleiner als die Bacillen des malignen Oedems waren und oft einzeln lagen, oft auch zu langen Fäden ausgewachsen waren. Da die betreffenden Bacillen zweifellose Anaëroben waren, habe ich von dieser isolirten Colonie weitere Culturen theils in Agar in hoher Schicht, theils im Liborius'schen Röhrchen mit Bouillon gezüchtet und Wasserstoff zugeleitet. Im Brütapparate waren bereits nach 30 bis 48 Stunden alle diese Culturen gut gewachsen; die Bouillongultur hatte sich deutlich getrübt. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand man nunmehr die Bacillen an einem Ende mit einem glänzenden Körper, einer Spore, versehen. Mit diesen Agar- bzw. Bouillongulturen, welche unzweifelhafte Reinculturen waren, wurden einige Mäuse geimpft, welche schon nach 20 Stunden an typischem Tetanus erkrankten und nach 2 bis 3 Tagen zu Grunde gingen.

Dieses Culturverfahren habe ich dann des öfteren wiederholt und dabei gefunden, dass die Tetanusbacillen mit Sicherheit isolirt werden können, wenn einige Tage lang im Brütofen gehaltene Mischculturen vom Tetanuseiter  $\frac{3}{4}$  bis 1 Stunde lang im Wasserbad auf  $80^{\circ}$  C. erhitzt und dann weiter vermittelst des Plattenverfahrens in geschlossenen Gefäßen und in einer Wasserstoffatmosphäre behandelt werden. Bemerken möchte ich hier, dass die übrigen anaëroben Bacillen, welche im Tetanuseiter vorhanden sind, zwar auch Sporen bilden; diese Dauerformen sind aber glücklicher Weise weniger widerstandsfähig gegen Hitze und gehen schon nach 30 Minuten langer Erhitzung auf  $80^{\circ}$  zu Grunde.

Ich habe ferner wiederholt Mäuse mit Erde von verschiedenen Herkunftsorten geimpft, dann, wenn dieselben an Tetanus gestorben waren, das nämliche Culturverfahren angewandt und stets ein und dieselbe mit Köpfchensporen versehene Bacillenart isoliren können, welche Versuchsthiere mit Sicherheit durch Tetanus zu tödten vermochte.

### Culturbeschreibung.

In Bezug auf die Eigenschaften der Tetanusbacillen, wie sie an Reinculturen zu beobachten sind, ist Folgendes zu bemerken: Die Tetanusbacillen sind obligat anaëroben Bacterien, sie wachsen nur bei Luftabschluss. Unter Wasserstoff gedeihen sie sehr gut, dagegen nicht unter Kohlensäure. Die Bacillen wachsen in gewöhnlichem peptonhaltigen schwach alkalischen Agar und Gelatine und verflüssigen die Gelatine allmählich unter geringfügiger Gasbildung, dagegen wird Agar und ebenso Blutserum nicht verflüssigt. Wenn man zu Agar bzw. Gelatine 1.5 bis

2 Procent Traubenzucker zusetzt, so wird das Wachstum viel schneller und kräftiger; ebenso ist die Entwicklung der Bacillen eine besonders üppige, wenn man zu Agar bezw. Gelatine 0.1 Procent indigschwefelsaures Natrium oder 5<sup>cem</sup> blaue Lackmustinctur auf 100<sup>cem</sup> zusetzt. Auch in schwach alkalischer Peptonbouillon ist das Wachstum unter Wasserstoff ein sehr gutes. Die Culturen nehmen hierbei einen charakteristischen brenzlichen Geruch an. Die Tetanusbacillen lassen sich in fortlaufenden Culturen fortzüchten, ohne dabei, wie manche andere Arten pathogener Bacterien, ihre Virulenz zu verlieren.

**Aussehen der Colonieen.** Die einzelnen Colonieen in geschlossenen Gefässen in Gelatine unter Wasserstoff gewachsen, haben auf den ersten Blick eine gewisse Aehnlichkeit mit den bekannten Colonieen des Heubacillus. Wie bei diesem ist ein massiges, dichtes Centrum von einem feinen nach allen Seiten gleichmässig entwickelten Strahlenkranz umgeben (s. Fig. 1). Nur ist die Verflüssigung der Gelatine bei den Tetanusbacillen eine sehr viel langsamere, so dass im weiteren Verlauf der Entwicklung die eben erwähnte Aehnlichkeit verloren geht. Bei älteren Colonieen sieht man das ganze Bild aus lauter einzelnen Strahlen bestehen, ähnlich einigen Schimmelpilzcolonieen.

In der Stichcultur in hoher Schicht von Nährgelatine fangen die Tetanusbacillen 1 bis 2 Finger breit unter der Oberfläche der Gelatine durch den Stichcanal nach unten an zu wachsen und bilden allmählich eine nach allen Seiten hin wolkig ausstrahlende Cultur (s. Fig. 2). Sie verflüssigen langsam die Gelatine unter Gasbildung und kommen bei den älteren Stichculturen fast bis zur Oberfläche der Gelatine empor.

**Temperaturverhältnisse.** Die Tetanusbacillen gedeihen am besten bei Temperaturen von 36 bis 38° C., Gelatineculturen bei 20 bis 25° gehalten, fangen erst nach 3 bis 4 Tagen an zu wachsen. In geschlossenen Gefässen in Gelatine unter Wasserstoff bei 18 bis 20° kommt das Wachstum erst nach einer Woche zu deutlicher Entwicklung. Unter 14° C. wachsen sie überhaupt nicht mehr. Die Bacillen bilden in den Culturen bei Brüttemperatur schon nach 30 Stunden Sporen, in Gelatinecultur bei 20 bis 25° erst nach einer Woche, wenn die untere Schicht bereits ziemlich verflüssigt ist.

### **Mikroskopische Untersuchungen der Tetanusbacillen.**

Wie bereits erwähnt wurde, bleiben die Bacillen in der Gelatinecultur bei Zimmertemperatur entweder einzeln als gerade Stäbchen mit abgerundeten Enden, oder sie bilden lange Fäden (s. Fig. 3). Im Brütapparate bilden sie schnell Sporen; die Sporen sind rund und dicker als

der Bacillenfaden und sitzen an einem Ende des Bacillus, so dass derselbe im sporenhaltigen Zustande ein stecknadelförmiges Aussehen hat (s. Fig. 4).

**Beweglichkeit der Bacillen.** Die Tetanusbacillen besitzen eine zwar deutliche, aber wenig lebhaftige Eigenbewegung. Die Beweglichkeit wird dann etwas stärker, wenn man sie auf dem heizbaren Objecttisch beobachtet. Sporenhaltige Bacillen bleiben auch hier unbeweglich.

**Färbungsverfahren.** Die Tetanusbacillen färben sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben gleich gut. Sie nehmen auch die Gram'sche Färbung an. An den sporenhaltigen Bacillen kann man auch die Ziehl'sche Doppelfärbung zur Anwendung bringen.

### **Lebensdauer der Sporen.**

Sporenhaltige Culturen, welche man an Seidenfäden angetrocknet und dann einige Tage lang im Exsiccator über Schwefelsäure, später an gewöhnlicher Luft aufbewahrt hat, sind nach mehreren Monaten noch virulent, und ebenso lange Zeit waren Sporen wirksam, welche ich mit Erde gemischt hatte, die in einem Blumentopf befindlich und mit Watte lose zugedeckt, vorher im Dampfapparate über zehn Stunden sterilisirt worden war.

### **Widerstandsfähigkeit der Tetanussporen gegen Hitze und Chemikalien.**

Die Tetanussporen sind gegen Hitze recht widerstandsfähig; einständige Erhitzung auf 80° im feuchten Zustande ertragen sie ohne Weiteres, dagegen werden sie durch einen 5 Minuten langen Aufenthalt bei 100° im Dampfapparate getödtet.

Auch gegen Chemikalien sind sie ziemlich resistent. Zehn Stunden lang in 5 Proc. Carbolsäure eingetauchte sporenhaltige Seidenfäden zeigen sich noch virulent, nach 15 Stunden sind sie aber getödtet; in 5 Procent Carbolsäure mit 0.5 Procent Salzsäure sind sie schon nach zwei Stunden unwirksam. Ebenso sterben sie ab, wenn sie über drei Stunden in 1‰ Sublimatlösung oder 30 Minuten lang in 1‰ Sublimatlösung mit 0.5 Proc. Salzsäure gelegt werden.

Eine drei Tage lang bei 36° cultivirte Bouilloncultur von 100<sup>cem</sup> Inhalt, in der sich bereits die Sporen gebildet hatten, wurde mit 10<sup>cem</sup> Chloroform gemischt, luftdicht verschlossen, wiederholt gut geschüttelt und zwei Tage lang so gehalten. Nach zwei Tagen wurde das Chloroform durch Verdunstung entfernt; es wurden drei Mäusen je 1<sup>cem</sup>, zwei

Meerschweinchen je 5<sup>ccm</sup> und zwei Kaninchen je 10<sup>ccm</sup> dieser Cultur subcutan eingespritzt. Die Mäuse und Meerschweinchen waren nach 15 Stunden an typischem Tetanus gestorben, ebenso erkrankten die Kaninchen nach 10 Stunden an Tetanus und gingen nach 20 Stunden zu Grunde. Eine frisch angelegte Cultur entwickelte sich gut. Das Chloroform kann also die Tetanussporen in der angegebenen Zeit nicht vernichten.

### Thierversuche mit der Reincultur.

Wird ein Platindraht in eine Reincultur der beschriebenen Bacillen eingetaucht und dann Mäuse subcutan geimpft, so erkrankten die Thiere regelmässig nach 24 Stunden an typischem Tetanus und gehen nach 2 bis 3 Tagen zu Grunde. Auch Ratten, Meerschweinchen und Kaninchen lassen sich inficiren, wenn man je nach der Grösse der Versuchsthiere etwas grössere Mengen der Cultur, z. B. bei Kaninchen 0.3 bis 0.5<sup>ccm</sup> einer Bouilloncultur verwendet. Die Ratten und Meerschweinchen erkranken schon nach 24 bis 30 Stunden, während bei Kaninchen die Incubationszeit etwas länger (2 bis 3 Tage) dauert.

Tauben scheinen gegen den Tetanus wenig empfänglich zu sein.

Es bedarf also nicht der Beihülfe von Fremdkörpern, wie Watte, Holzsplitter u. s. w., wie es früher bei der Verimpfung von Mischculturen nothwendig erschien, um einen sicheren Impferfolg zu erzielen.

Zu bemerken sei hier, dass die tetanischen Erscheinungen immer an dem der Impfstelle benachbarten Theile anfangen, also zuerst local sind und dann erst allmählich weiter fortschreiten. Wenn die Versuchsthiere am hinteren Theile des Körpers geimpft werden, dann zeigen sich die ersten Contracturen an den hinteren Extremitäten, wenn am Nacken geimpft wird, so werden die Nackenmuskeln zuerst ergriffen u. s. w.

Bei der Obduction der Versuchsthiere findet sich an der Impfstelle nur Hyperämie, aber keine Eiterung. An den inneren Organen sind keine Veränderungen bemerkbar. Mikroskopisch konnte ich bisher trotz genauester Untersuchungen an der Impfstelle weder Bacillen noch Sporen finden; ebenso wenig ist es mir gelungen, im Rückenmark, Nerven, Muskeln, Herzblut, Milz, Leber, Lungen, Nieren u. s. w. Bacillen nachzuweisen. Mit den Organen (Rückenmark, Nerven, Herzblut, Milz u. s. w.) konnte ich weder die Thiere tetanisch machen, noch auch die Bacillen auf Nährböden künstlich cultiviren.

Ferner wurde zwei Kaninchen nach erfolgter Trepanation in dura mater und zwei anderen in die Ohrvene mittelst Spritze je 0.5 einer Bouilloncultur eingepft. Sie erkrankten schon nach 30 Stunden schwer an Tetanus und waren nach 48 bis 60 Stunden gestorben. Bei der mikroskopischen Untersuchung, sowohl in frischen, wie auch in Schnittpräparaten konnte ich weder im Gehirn, noch im Rückenmark, oder im Blute und in anderen inneren Organen die Tetanusbacillen finden; ausserdem fielen Culturversuche mit diesen Organen negativ aus.

Die Angaben von Hochsinger<sup>1</sup> und Lampiasi,<sup>2</sup> die aus dem Blute tetanischer Kranker und Versuchsthiere Reinculturen erhalten haben wollen, scheinen mir aus den eben erwähnten Gründen fraglich zu sein.

Um zu sehen, ob und wie schnell die Tetanusbacillen im Thierkörper etwa einen besonderen Giftstoff erzeugen, habe ich Mäuse mit Tetanuscultur an der Schwanzwurzel geimpft, nach einer halben, einer, zwei, drei, vier u. s. w. Stunden die Impfstelle herausgeschnitten und die Schnittfläche mit dem Glüheisen ausgebrannt. Hierauf erkrankten schon die Mäuse, welche eine Stunde nach der Impfung so behandelt worden waren, nach 20 Stunden an typischem Tetanus, während diejenigen, bei welchen die beschriebene Operation vor Ablauf einer Stunde nach der Impfung ausgeführt worden war, am Leben blieben. Bei der mikroskopischen Untersuchung waren die Tetanusbacillen bis 8 bis 10 Stunden nach der Impfung an der Impfstelle noch nachweisbar, nach 10 Stunden waren dieselben aber dort spurlos verschwunden. In den inneren Organen war von vornherein kein einziger Bacillus nachweisbar.

Anscheinend verschwinden also die Tetanusbacillen im Thierkörper sehr schnell, nachdem sie in Reincultur verimpft worden sind; trotzdem veranlassen sie aber ganz typischen Tetanus bei den Versuchsthiere. Vermuthlich produciren die Bacillen vor ihrem Verschwinden irgend ein chemisch wirksames Gift, ein Punkt, über den von Hrn. Dr. Th. Weyl und mir gemeinschaftlich Untersuchungen angestellt worden sind, die als Nachtrag veröffentlicht werden sollen. Doch möchte ich es auch nicht für ausgeschlossen halten, dass die Bacillen, obwohl ich sie zur Zeit nicht nachzuweisen vermag, doch vorhanden sind und demnächst noch mit Hülfe verbesserter Methoden zu finden sein werden. Auch hierüber behalte ich mir weitere Untersuchungen vor.

Aus den im Vorstehenden mitgetheilten Resultaten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

<sup>1</sup> C. Hochsinger, Zur Aetiologie des menschlichen Wundstarrkrampfes. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde*. 1887. Bd. II. Nr. 6—7.

<sup>2</sup> J. Lampiasi, Ricerche sull' etiologia del tetano. *Giornale Intern. delle scienze Mediche*. Anno X.



1. Der Tetanus ist eine durch einen specifischen Bacillus verursachte Infectionskrankheit.

2. Der Erreger des menschlichen Tetanus und des Impftetanus ist eine und dieselbe Bacillenart, die identisch ist mit dem zuerst von Nicolaier beschriebenen, später von Rosenbach und Anderen bestätigten anaëroben Bacillus.

3. Dieser Bacillus kommt im Wundeiter tetanischer Menschen und Versuchsthiere vor; er bildet oft schon im Eiter Sporen, erscheint jedoch häufig auch, wenn der Eiter frühzeitig untersucht wird, als sporenfrees Stäbchen.

4. Man kann die Bacillen aus dem Eiter der tetanischen Kranken oder Thiere künstlich rein züchten und von diesen Reinculturen aus die Thiere wieder tetanisch machen.

5. Die unter einander abweichenden früheren Angaben über die Aetiologie des Tetanus und namentlich über das Aussehen der dabei beobachteten Bacterien finden in ungezwungener Weise ihre Erklärung in dem Umstande, dass der Tetanus in verschiedenen Stadien zur Untersuchung gekommen war; je schneller die Kranken oder Thiere zu Grunde gehen, um so seltener bilden die Bacillen im Eiter ihre Sporen. Die Bacillen an und für sich fehlen aber niemals; man kann aus dem sporenfreen tetanischen Eiter jedes Mal sporenbildende Tetanusbacillen künstlich cultiviren.

Bei der vorliegenden Untersuchung bin ich von meinem hochverehrten Lehrer, dem Hrn. Geheimrath Prof. Dr. R. Koch, durch Rath und Anregung wesentlich unterstützt worden, wofür ich ihm zu grossem Dank verpflichtet bin; ebenso habe ich Hrn. Stabsarzt Dr. E. Pfuhl für die freundliche Ueberlassung des Materials und Hrn. Dr. C. Fränkel für die liebenswürdige Herstellung der photographischen Bilder zu danken.

---

## Erklärung der Abbildungen.

---

(Tafel II.)

**Fig. 1.** Colonie der Tetanusbacillen auf der Gelatineplatte in reiner Wasserstoffatmosphäre. (Vergl. S. 225.) Vergrößerung 100 mal. Zeiss Apochromat 16<sup>mm</sup>, 0·30; Projectionsocular 2. Lampenlicht, offener Condensor.

**Fig. 2.** Stichcultur der Tetanusbacillen in Nährgelatine. Natürliche Grösse; aufgenommen bei diffusem Tageslicht.

**Fig. 3.** Tetanusbacillen aus einer Gelatinecultur; sporenfreie Stäbchen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergrößerung 1000 mal. Zeiss Apochromat 2<sup>mm</sup>, 1·40; Projectionsocular 2. Sonnenlicht, offener Condensor.

**Fig. 4.** Tetanusbacillen aus einer Agarcultur; sporentragende Stäbchen. Ausstrichpräparat gefärbt mit Fuchsin. Vergrößerung 1000 mal wie Fig. 3.

---