

Über die Milzbrandimpfung.¹⁾

Eine Entgegnung auf den von Pasteur in Genf gehaltenen Vortrag.

Von

Dr. R. Koch,

Geh. Regierungsrat.

Im Programm des 4. internationalen hygienischen Kongresses in Genf, welcher im September dieses Jahres stattfand, hatte Pasteur für eine der allgemeinen Sitzungen einen Vortrag über Abschwächung der Ansteckungsstoffe angekündigt. Als Mitglied des Kongresses unterließ ich es selbstverständlich nicht, diese Sitzung zu besuchen, weil ich bestimmt erwartete, wissenschaftlich verwertbare Angaben über das von Pasteur befolgte Verfahren zur Abschwächung der Milzbrandbazillen, zuverlässige Zahlen über die Verluste bei der Präventivimpfung und die Widerstandsfähigkeit der geimpften Tiere gegen die natürliche Infektion zu erfahren. Ferner war zu hoffen, daß neue wichtige Entdeckungen bezüglich der Infektionskrankheiten mitgeteilt würden. Es war bekannt geworden, daß Pasteur im Jahre zuvor sich mit Studien über das gelbe Fieber gelegentlich des Auftretens dieser Krankheit im südlichen Frankreich beschäftigt hatte und daß er seit geraumer Zeit bemüht war, die Mikroben der Lungenseuche zu entdecken.

Aber nichts von diesem bekam der Kongreß zu hören, sondern nur bekannte Dinge von der Hühnercholera, von der nouvelle maladie de la rage und in bezug auf die Milzbrand-Präventivimpfungen nur die an sich ganz wertlose Angabe, daß bis jetzt so und soviel Tausende von Tieren geimpft seien. Das einzige anscheinend Neue waren Mitteilungen über einen Parasiten, welchen Pasteur bei dem typhösen Fieber der Pferde entdeckt haben wollte, der aber, wie wir später sehen werden, unzweifelhaft ebenfalls in die Reihe der schon bekannten Dinge gehört. Alles dies diente offenbar auch nur als Unterlage für eine gegen mich gerichtete Polemik, welche nicht etwa auf das angekündigte Thema beschränkt blieb, sondern sich über alle Differenzen in unseren beiderseitigen Anschauungen bezüglich der Milzbrandätiologie erstreckte. Diese meiner Meinung nach zum größten Teil schon erledigten Fragen über die Abkühlung der Hühner, Bedeutung der Regenwürmer usw. haben für die Hygiene kein wesentliches Interesse und eine Diskussion über dieselben gehört auf keinen Fall in die allgemeine Sitzung eines hygienischen Kongresses, und zwar um so weniger, als Pasteurs Polemik nicht darauf ausging, mich durch tatsächliche Beweise zu widerlegen, sondern sich in allgemeinen Phrasen bewegte und zum großen Teil persönlich und in einem gereizten Tone gehalten war. Es erschien mir deswegen das Angemessenste zu sein, mich auf einen kurzen Protest gegen Pasteurs Angriffe zu beschränken und mir eine ausführliche Entgegnung vorzubehalten²⁾. Indem ich dieselbe hiermit der Öffentlichkeit übergebe, halte ich es für zeitgemäß, bei dieser Gelegenheit überhaupt meine Stellung zu den Pasteurschen Arbeiten

¹⁾ Leipzig 1882, Verlag von Georg Thieme.

²⁾ Die hierauf bezügliche Bemerkung in Bd. I der Verhandlungen des IV. Internationalen Hygiene-Kongresses, p. 145, lautet: M. le prof. R. Koch, de Berlin, monte ensuite à la tribune

auf dem Gebiete der Erforschung der Infektionskrankheiten darzulegen. Es bedarf wohl kaum der Versicherung, daß, wenn ich auch in vielen Punkten Pasteur widersprechen muß, ich deswegen seinen anderweitigen bedeutenden Verdiensten um die Wissenschaft meine Anerkennung nicht versage.

Ein tiefgreifender Unterschied besteht zwischen den Methoden, welche für die Erforschung der Infektionskrankheiten von Pasteur und mir befolgt werden, und es konnte schon allein aus diesem Grunde nicht ausbleiben, daß wir bei unseren experimentellen Untersuchungen zu abweichenden Resultaten gelangten.

Der von mir eingenommene Standpunkt ist, kurz charakterisiert, folgender: Es ist noch nicht bewiesen, daß sämtliche Infektionskrankheiten durch parasitische Mikroorganismen bedingt werden, und es muß deswegen in jedem einzelnen Falle der Nachweis des parasitischen Charakters der Krankheit geliefert werden. Den ersten Schritt zu diesem Nachweis bildet die sorgfältige Untersuchung aller von der Krankheit veränderten Körperteile, um das Vorhandensein der Parasiten, ihre Verteilung in den erkrankten Organen und ihre Beziehungen zu den Geweben des Körpers festzustellen. Selbstverständlich sind für diese Untersuchung sämtliche Hilfsmittel, welche die mikroskopische Technik der Neuzeit bietet, zur Anwendung zu bringen. Es sind die Gewebe und Gewebssäfte, Blut, Lymphe usw. frisch, ohne und mit Reagentien mikroskopisch zu untersuchen, sie sind dann am Deckglas einzutrocknen und mit den verschiedensten Färbungsverfahren zu behandeln; die gehärteten Objekte sind durch das Mikrotom in feine Schnitte zu zerlegen, ebenfalls zu färben und die so vorbereiteten mikroskopischen Präparate unter Anwendung zweckmäßiger Beleuchtungsmethoden und mit den besten Linsensystemen einer eingehenden mikroskopischen Prüfung zu unterwerfen. Erst nachdem man in dieser Weise sich eine gründliche Orientierung darüber verschafft hat, ob Mikroorganismen in den erkrankten Teilen vorhanden sind, an welchen Stellen sie in voller Reinheit, ob beispielsweise in Lunge, Milz, Herzblut usw., anzutreffen sind, kann versucht werden, den Nachweis dafür zu erlangen, daß diese Mikroorganismen pathogener Natur sind und daß sie speziell die Ursache für die in Frage stehende Krankheit abgeben. Sie sind zu diesem Zwecke in Reinkulturen zu züchten, und wenn sie hierdurch von allen ursprünglich ihnen noch anhaftenden Bestandteilen des erkrankten Körpers befreit sind, wenn möglich auf dieselbe Tierspezies, bei welcher die Krankheit beobachtet wurde, oder doch auf solche Tiere zurückzupfen, bei welchen die fragliche Krankheit erfahrungsgemäß unter unverkennbaren Symptomen vorkommt. Um dies an einem Beispiel zu erläutern, erinnere ich an die Tuberkulose¹⁾. Zuerst wurde durch mikroskopische Untersuchung festgestellt, daß in den erkrankten Organen durch Farbenreaktionen scharf charakterisierte Bazillen vorkommen; dann wurden diese Bazillen in Reinkulturen isoliert, indem man von solchen Stellen ausging, wo sie nicht mit anderen Bakterien vermischt und durch diese verunreinigt vorkommen; zuletzt wurde durch die Rückimpfung solcher Reinkulturen auf möglichst zahlreiche Tiere der verschiedensten Arten, deren

et prononce, en allemand, l'allocution suivante, qui est immédiatement reproduite en français par M. Haltenhoff: „Ayant appris par le programme du Congrès que M. Pasteur parlerait aujourd'hui sur l'atténuation des virus, je me suis rendu à la séance dans l'espoir d'apprendre quelque fait nouveau sur un sujet qui m'intéresse à un si haut degré. Je dois avouer en ce moment que j'ai été déçu dans mon attente et qu'il n'y a dans la communication de M. Pasteur aujourd'hui rien de neuf. Je ne crois pas utile (zweckmäßig) de répondre ici aux attaques de M. Pasteur et cela pour deux raisons: d'abord, parce que les points en litige ne rentrent qu'indirectement dans le domaine de l'hygiène proprement dite et ensuite parce que ne sachant pas bien le français et M. Pasteur ne sachant pas assez l'allemand, nous ne pourrions engager ici une discussion fructueuse. Je me réserve de répondre à M. Pasteur par la voie des journaux médicaux.“ D. Herausgeber.

¹⁾ Diese Werke, p. 403. D. Herausgeber.

Empfänglichkeit für diese Krankheit bekannt ist, die Tuberkulose von neuem erzeugt. Ein zweites sehr lehrreiches Beispiel bildet das Erysipel des Menschen. Man wußte schon längere Zeit, daß bei dieser Krankheit in den Lymphgefäßen der Haut sich konstant Mikrokokken finden. Damit war allerdings noch nicht erwiesen, daß letztere die Ursache des Erysipels sind. Nachdem es aber Fehleisen vor kurzem gelungen ist, aus exzidierten Hautstücken von Erysipelkranken, unter allen Kautelen gegen eine Verunreinigung durch andere etwa zufällig auf der Hautoberfläche abgelagerte Bakterien, jene Mikrokokken in Reinkulturen zu züchten und durch Verimpfung derselben am Menschen selbst ein typisches Erysipel hervorzurufen, kann kein Zweifel mehr bestehen, daß die Mikrokokken in der Tat die Ursache des Erysipels sind und letzteres als eine parasitische Krankheit anzusehen ist.

Von dem Gang der Untersuchung, wie ich ihn soeben gekennzeichnet habe, und der mir der einzige dem jetzigen Stande der Wissenschaft entsprechende zu sein scheint, weicht Pasteur nicht unerheblich ab.

Zunächst geht Pasteur von der Überzeugung aus, daß alle Infektionskrankheiten parasitische, durch Mikroben bedingte Krankheiten sind, und er scheint die erste der von mir aufgestellten Bedingungen, den Nachweis der Mikroorganismen und die Orientierung über ihr Vorkommen im Körper, nicht für notwendig zu halten. Denn Pasteur macht beispielsweise keine Angabe darüber, ob er bei der Erforschung der von ihm als *nouvelle maladie de la rage* bezeichneten Krankheit die Organe des an Rabies verstorbenen Kindes, welches ihm zum Ausgangspunkt seiner Infektionsversuche diente, vor allen Dingen dessen Sublingualdrüsen auf das Vorhandensein spezifischer Mikroben mikroskopisch untersucht hat. Gerade in diesem Falle wäre doch eine solche Untersuchung unerläßlich gewesen, denn es ist bekannt, daß bei Rabies die Sublingualdrüsen den Infektionsstoff enthalten und daß also die vermuteten Mikroben, da das Gewebe der Sublingualdrüsen für gewöhnlich nicht der Sitz von Bakterien ist, hier noch am sichersten in voller Reinheit anzutreffen sein würden. Pasteur aber benutzte als Impfstoff, als er versuchen wollte, die Wutkrankheit von der Leiche jenes Kindes auf Tiere zu übertragen, nicht das Gewebe der Sublingualdrüsen, sondern den Speichel selbst, von welchem bekannt ist, daß er eine Unzahl der verschiedensten Bakterien und darunter auch, wie Vulpian (Bull. de l'Acad. 29. Mars 1881) und Steinberg (National Board of Health, Bulletin April 30 th. 1881) nachgewiesen haben, selbst bei gesunden Menschen pathogene Bakterien enthält. Ebenso verfährt Pasteur mit dem sogenannten typhösen Fieber der Pferde. Er untersucht nicht die ödematösen Schwellungen der Haut und des Darmes, nicht die geschwollene Milz; wir erfahren auch nicht, ob im Blute der erkrankten oder eben gestorbenen Tiere charakteristische Mikroben vorhanden sind. Pasteur begnügt sich damit, den aus der Nase eines verendeten Tieres abfließenden Schleim zu verimpfen, welcher ohne allen Zweifel ebenso wie der Speichel durch viele andere Bakterien verunreinigt ist.

Wenn nun schon das Material, von welchem Pasteur ausgeht, nicht rein ist, und wenn es danach fraglich erscheinen muß, ob durch die Verimpfung solchen Stoffes die in Untersuchung stehende Krankheit überhaupt erzielt werden kann, so wird durch Pasteur der Erfolg des Experimentes dadurch noch mehr in Frage gestellt, daß er die Impfung nicht an einer notorisch für die Krankheit empfänglichen, sondern an der ersten besten Tierspezies, an Kaninchen vornimmt. Um überhaupt erst einmal zu erfahren, ob diese oder jene Substanz das Wutgift enthält, wird man sie doch zunächst nur auf Hunde verimpfen, und wenn eine ganz neue Pferdekrankheit ätiologisch zu erforschen ist und man nicht vorzieht, das Blut, die Milz oder dergleichen als Impfsbstanz zu wählen, sondern durchaus den durch andere Bakterien verunreinigten Nasenschleim benutzen will, dann

sollte man doch wenigstens Pferde als Versuchstiere benutzen und nicht Kaninchen, von denen noch kein Mensch weiß, ob sie an dem typhösen Pferdeieber zu erkranken vermögen und wie sich die Symptome dieser neuen Krankheit etwa bei ihnen gestalten.

Die Folgen dieser von P a s t e u r eingeschlagenen Methode der Untersuchung zeigen sich denn auch in eklatanter Weise. Bei seinen Arbeiten über Milzbrand fand P a s t e u r das Terrain schon geebnet. Man kannte schon die Milzbrandbazillen, und der Nachweis, daß dieselben die Krankheitsursache sind, war schon geliefert. P a s t e u r hatte also nur mit gegebenen Tatsachen zu rechnen, und die Schwächen seiner Methode konnten sich deswegen nicht so auffallend wie bei späteren Gelegenheiten offenbaren. Auch die Hühnercholera fand P a s t e u r durch P e r r o n c i t o und T o u s s a i n t soweit vorgearbeitet, daß er nicht leicht auf Abwege geraten konnte. Sobald aber P a s t e u r an eine ganz neue Frage herantrat und sich mit dem Kontagium der Hundswut beschäftigte, kam er infolge seiner fehlerhaften Methode sofort von seinem Ziel ab. Die Mikroben der Hundswut, welche man damals zu finden hoffte und anscheinend auch jetzt noch vergeblich sucht, fand P a s t e u r nicht; anstatt derselben wurden Bakterien gefunden, welche eine angeblich neue Krankheit verursachen sollten. Sieht man sich aber die „neue Krankheit“ etwas genauer an, dann erkennt man in ihr sehr bald die schon längst bekannte Kaninchensepticämie. P a s t e u r beschreibt den neuen Mikroben als von geringer Größe, etwas länglich, in der Mitte schwach eingeschnürt, so daß er in seinem Aussehen der Gestalt einer 8 sehr ähnlich ist. Die damit infizierten Kaninchen starben nach ungefähr 24 Stunden. Sowohl der Gestalt, als der pathogenen Wirkung an den geimpften Kaninchen nach können diese Mikroben keine anderen als diejenigen der Kaninchensepticämie sein, einer Krankheit, welche schon von C o z e und F e l t z und später von D a v a i n e, zuletzt noch von G a f f k y bei Gelegenheit seiner Arbeit über Septicämie, eingehend experimentell studiert wurde. Es ist eine eigentümliche Tatsache, welche sich beim weiteren Studium der pathogenen Bakterien immer bestimmter herausstellt, daß nämlich derjenige pathologische Prozeß, welchen wir mit dem Namen der Septicämie belegen, kein einheitlicher ist. Es gibt mehrere verschiedene pathogene Bakterien, welche bei bestimmten Tierspezies eine tödliche, unter den Symptomen der Septicämie verlaufende Krankheit bewirken. So kennen wir bereits eine durch äußerst feine Bazillen verursachte Septicämie der Mäuse, welche merkwürdigerweise Meerschweinchen niemals tötet und bei Kaninchen einen dem Erysipelas ähnlichen Prozeß erzeugt; auch eine dem Meerschweinchen eigentümliche, durch sehr kleine Mikrokokken bedingte Septicämie habe ich wiederholt beobachtet; außerdem ist die schon erwähnte Kaninchensepticämie mit ihren 8-förmigen Mikroben bekannt, welche schon vielfach durch Impfungen von Kaninchen mit den verschiedensten in Zersetzung befindlichen Substanzen erhalten worden ist. Man hat sie bis jetzt namentlich durch Verimpfungen von faulendem Blut, von Rinnsteinwasser und ähnlichen faulenden Flüssigkeiten erhalten. S t e r n b e r g konnte diese Krankheit sogar regelmäßig mit seinem eignen Speichel, obwohl er sich vollkommener Gesundheit erfreute, erzeugen und er hat sehr charakteristische photographische Abbildungen der 8-förmigen Mikroben veröffentlicht, welche er durch Verimpfung seines Speichels erhielt. Jedem Experimentator, welcher sich mit Infektionsversuchen an Kaninchen beschäftigt, müssen diese Verhältnisse bekannt sein, wenn er nicht in Irrtümer verfallen will. P a s t e u r hat dieselben nicht gekannt oder unbeachtet gelassen, sonst würde er nicht mit einer an Mikroben so reichen Flüssigkeit, wie der Speichel einer Leiche ist, Impfungen an Kaninchen, anstatt wie es in seinem Falle das einzig Richtige gewesen wäre, an Hunden, welche für septicämische Infektion sehr wenig empfänglich sind, angestellt und vor allem würde er nicht eine schon längst bekannte Krankheit als „nouvelle maladie“ bezeich-

net haben. Ganz unbegreiflich erscheint es allerdings, daß P a s t e u r, durch die Erfahrungen in diesem Falle nicht belehrt, neuerdings bei seiner Untersuchung über den Pferdetyphus in denselben Fehler gefallen ist. Es hat doch gewiß für die ätiologische Erforschung dieser Krankheit gar kein Interesse zu erfahren, daß nach Impfung mit dem Nasenschleim des toten Tieres ein Kaninchen in ziemlich kurzer Zeit stirbt; denn geradeso wie Kaninchen durch Impfung mit dem Speichel eines gesunden Menschen getötet werden können, so würde dies vermutlich auch nach der Impfung eines in Zersetzung begriffenen Nasenschleims von einem an irgendeiner beliebigen Krankheit gestorbenen Pferde der Fall sein. Man hätte doch zunächst feststellen müssen, ob nicht auch die Impfung mit dem Nasenschleim anderer Pferde oder selbst gesunder Pferde Kaninchen tötet. Alles dies wurde versäumt, und ein neckischer Zufall hat es gefügt, daß auch hier wieder der verhängnisvolle 8-förmige Mikrobe, welcher Kaninchen in ungefähr 24 Stunden tötet, zum Vorschein gekommen ist. Daß es sich auch hier wieder um dieselbe Kaninchensepticämie handelt, welche mit der von D a v a i n e beschriebenen und von P a s t e u r als nouvelle maladie bezeichneten Krankheit identisch ist, kann für den Kenner der Tierinfektionskrankheiten keinen Augenblick zweifelhaft sein. Eigentlich konnte es auch nicht anders kommen, denn das Kaninchen reagiert nun einmal, wie wir wissen, auf Impfungen mit derartigen Flüssigkeiten, sobald sie diese spezifischen Bakterien enthalten, durch Septicämie. Ich zweifle nicht, daß P a s t e u r, wenn er in dieser Weise fortfährt und in Zersetzung begriffene tierische Flüssigkeiten auf Kaninchen verimpft, noch mehrfach dem 8-förmigen Mikroben der Kaninchensepticämie begegnen und Gelegenheit finden wird, denselben der Akademie oder einem Kongreß als höchst interessante und eminent wichtige Entdeckung vorzuführen. Aber auch gesetzt den Fall, daß die Verimpfung des Pferdenasenschleims eine von den bisher bekannten künstlichen Infektionskrankheiten der Kaninchen abweichende Form ergeben hätte, so müßte ich dies trotzdem für eine Entdeckung von so untergeordneter Bedeutung halten, daß sie nicht dazu angetan ist, um einem internationalen Kongreß als wichtiger Gegenstand mitgeteilt zu werden. Gelegentlich der ätiologischen Untersuchungen, welche im Kaiserlichen Gesundheitsamte bisher ausgeführt wurden, sind allmählich gegen zehn verschiedene künstliche Tierinfektionskrankheiten aufgefunden, welche nicht durch 8-förmige Mikroben, sondern durch charakteristisch geformte und ganz eigentümliche pathologische Prozesse bedingende Bakterienarten erzeugt werden. Es schienen uns indessen weit mehr die pathogenen Mikroorganismen der natürlich vorkommenden Infektionskrankheiten das Interesse zu beanspruchen, als daß wir jeden einzelnen dieser Funde zum Gegenstand einer ausführlichen Veröffentlichung zu machen für gut befunden hätten.

Die von P a s t e u r befolgten Methoden müssen also, wie auseinandergesetzt wurde, wegen des Mangels der mikroskopischen Untersuchung, wegen der Verimpfung unreiner Substanzen und der Benutzung ungeeigneter Versuchstiere als fehlerhafte bezeichnet werden und können nicht zu zuverlässigen Resultaten führen. Wenn nun P a s t e u r ferner sich bei der Deutung der in seinen Experimenten erhaltenen Ergebnisse vom Vorurteil beeinflussen läßt und zu wunderbaren Vorstellungen über die an den Versuchstieren gefundenen Krankheits- und Leichenerscheinungen kommt, so darf ihm hieraus allerdings weniger ein Vorwurf gemacht werden. P a s t e u r ist eben kein Arzt und man kann von ihm nicht verlangen, daß er pathologische Prozesse und Krankheitssymptome richtig beurteilt. Um so mehr wäre es aber Pflicht seiner ärztlichen Mitarbeiter gewesen, ihn vor so groben Irrtümern zu bewahren, wie sie in der Auffassung der Kaninchenkrankheit zutage treten, die durch Verimpfung des Nasenschleims von Pferden erhalten wurde. Diese Pferdekrankheit gehört nach den Unter-

suchungen von Schütz zur Gruppe der erysipelatösen Prozesse und hat mit dem menschlichen Typhus absolut nichts zu tun. Auch die Krankheit, welche die Impfung des Nasenschleims hervorruft, ist, wie bereits erwähnt wurde, wegen der charakteristischen Form des Mikroben „en huit“ und der schnell tödlichen Wirkung dieses Parasiten identisch mit der gewöhnlichen Kaninchensepticämie und hat gar keine Beziehungen zum Typhus. Pasteur scheint aber, durch die Ähnlichkeit des zufällig gewählten Namens „Pferdetyphus“ verführt, sich unter derselben eine echt typhöse, möglicherweise sogar eine dem Abdominaltyphus nahestehende oder selbst identische Krankheit vorzustellen, denn er hebt mit besonderem Nachdruck hervor, daß die infizierten Kaninchen geschwollene Peyersche Drüsen und zwar vorzugsweise in der Nachbarschaft der Ileocökalklappe gehabt hätten und daß die Tiere in weniger als 24 Stunden an einem véritable fièvre typhoïde gestorben seien. Wie man dieses noch nicht einmal 24 Stunden dauernde Fieber als ein typhöses diagnostiziert hat, ist nicht angegeben; aber auch ohne weitere Erklärungen klingt die ganze Sache im höchsten Grade wunderbar, da man bis jetzt weder ein typhöses Fieber des Kaninchens, noch überhaupt ein eintägiges typhöses Fieber kennt. Dieser eintägige Kaninchentyphus gehört mit der eintägigen Kaninchen-Hundswut von Lannelongue und Reynaud und der schon einen Tag nach der Impfung durch Bazillen im Blute sich manifestierenden Schweinesyphilis, welche von Martineau und Hamonic kürzlich beschrieben ist, zu denjenigen Dingen, welche mit allen Erfahrungen und mit den herrschenden Anschauungen der Wissenschaft in grellestem Widerspruch stehen und nur geeignet sind, das Vertrauen, welches die ätiologische Forschung sich allmählich zu erwerben beginnt, wieder zu zerstören. Es würde deswegen nur dem Gedeihen dieses jungen Zweiges der Wissenschaft förderlich sein, wenn derartige Irrtümer möglichst bald berichtigt oder der Vergessenheit anheimgegeben würden, und es ist zu verwundern, daß eine so gut redigierte Zeitschrift wie die Annales d'hygiène publique in einer ihrer letzten Nummern (Nr. 9, S. 301) allen Ernstes berichtet, daß Pasteur die Typhusbakterien kultiviert habe, was in dieser Fassung bei allen Lesern die Meinung erwecken muß, als ob es sich um die Bakterien des wirklichen Typhus, d. h. des Abdominaltyphus, dabei handle.

Pasteur hat sich in seinem Genfer Vortrag bitter darüber beklagt, daß ich seine mikroskopischen Leistungen und seine Impfmethode für unvollkommen erklärt habe. Aber nach dem, was wir über seine Impfungen mit Speichel und Nasenschleim an Kaninchen und seine wiederholten Entdeckungen des Mikroben en huit erfahren haben, kann ich zu meinem lebhaften Bedauern mein Urteil, wenigstens vorläufig, noch nicht ändern.

Pasteur hat indessen nicht allein durch die Mangelhaftigkeit seiner Methoden, sondern auch durch die Art und Weise, wie er seine Untersuchungen publiziert, die Kritik herausgefordert. Bei industriellen Unternehmungen mag es erlaubt sein und ist gewiß oft durch das Geschäftsinteresse geboten, das Verfahren, welches zur einer Entdeckung führte, geheim zu halten. In der Wissenschaft herrscht aber ein anderer Brauch. Wer von der wissenschaftlichen Welt Glauben und Vertrauen beansprucht, der hat die Pflicht, die von ihm befolgten Methoden so zu veröffentlichen, daß ein jeder in den Stand gesetzt wird, jene Angaben auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Dieser Verpflichtung ist Pasteur nicht nachgekommen. Schon bei seiner Publikation über die Hühnercholera hat er seine Methode der Abschwächung lange Zeit verheimlicht und schließlich nur auf das entschiedene Drängen von Colin sich zur Bekanntmachung derselben entschlossen. Dasselbe hat sich bei der Abschwächung des Milzbrandvirus wiederholt; denn die Mitteilungen, welche Pasteur bis jetzt über die Bereitung der beiden Impfstoffe gemacht hat, sind so unvollkommen, daß es unmöglich ist, ohne weiteres sein Verfahren zu wiederholen und zu prüfen. Wer so verfährt, der darf sich nicht beklagen, wenn er in wissen-

schaftlichen Kreisen dem Mißtrauen und einer scharfen Kritik begegnet. Die Wissenschaft hat hierzu um so mehr Berechtigung, als andere Forscher auf demselben Gebiete, wie *Toussaint* und *Chauveau*, ihre Methoden ohne irgendwelchen Rückhalt veröffentlicht haben und in dieser Beziehung einen wohlthuenden Gegensatz zu *Pasteur* bilden.

Nach diesen Auseinandersetzungen, welche zeigen, daß Grund genug vorhanden ist, um die Angaben *Pasteur*s einer strengen Kritik zu unterziehen, gehe ich auf die Besprechung der zwischen *Pasteur* und mir bestehenden hauptsächlichsten Streitfragen selbst über. Dieselben beziehen sich in erster Linie auf die Milzbrandätiologie und sodann auf die Frage nach der Abschwächung des Milzbrandvirus und die künstliche Immunität gegen Milzbrand.

Was zunächst die Milzbrandätiologie betrifft, so kann ich mich hierüber um so kürzer fassen, als *Pasteur* die Einwände, welche von mir gegen seine Auffassung von der Milzbrandätiologie erhoben sind, nicht in einem einzigen Punkte durch Tatsachen zu entkräften versucht hat, sondern sich in allgemeinen Phrasen ergeht, welche an der Sache natürlich nichts ändern. In der Wissenschaft entscheiden bekanntlich die Tatsachen, aber nicht schöne und wohlgesetzte Reden.

Pasteur ist der Meinung, daß er die Ätiologie des Milzbrandes entdeckt habe, welche bekanntlich nur durch die Kenntnis der Dauersporen der Milzbrandbazillen sowie der Bedingungen ihres Entstehens, ihrer Eigenschaften und Beziehungen zum Boden, Wasser usw. begründet werden konnte. Obwohl ich kein Freund von Prioritätsstreitigkeiten bin, so liegen in diesem Falle die Verhältnisse doch zu offenbar, als daß ich mit Stillschweigen darüber hinweggehen könnte, und ich habe den *Pasteur*-schen Ansprüchen nur entgegenzuhalten, daß meine Publikation, in welcher nicht nur die Bildung der Milzbrandsporen, sondern auch alle ihre Beziehungen zur Ätiologie des Milzbrandes dargelegt sind, im Jahre 1876 erschienen ist. *Pasteur* hat zum erstenmal über Milzbrand im Jahre 1877 etwas veröffentlicht, also ein Jahr später. Eines weiteren Wortes scheint mir diese Angelegenheit nicht zu bedürfen.

Pasteur stellte dann die Behauptung auf, daß Vögel wegen der hohen Temperatur ihre Blutes immun gegen Milzbrand seien, aber durch permanente Abkühlung um einige Zentigrade für Milzbrand empfänglich gemacht werden könnten. Um diesen Satz zu beweisen, nagelte er Hühner auf ein Brett, welches in kaltes Wasser getaucht wurde. Gegen die Beweiskraft dieses Versuches hatte ich geltend gemacht, daß Hühner nicht vollständig immun seien, sondern, wie die Versuche *Oemlers* beweisen, nicht selten (11mal unter 31 Impfungen) an Milzbrand erkranken können und daß außerdem andere Vögel, z. B. Sperlinge, trotz ihrer hohen Bluttemperatur ausnahmslos durch die Impfung milzbrandig zu machen sind. *Pasteur* wirft mir nunmehr vor, daß ich sein Experiment der Hühnerabkühlung doch wenigstens hätte wiederholen sollen, ehe ich die Richtigkeit desselben bestritte. *Pasteur* hat mich hier offenbar mißverstanden, denn ich habe nicht das Tatsächliche in seinem Experiment, sondern die Deutung desselben für unrichtig erklärt und muß auch ferner bei dieser Erklärung stehenbleiben. Denn es reagieren, wie gesagt, andere Vögel trotz ihrer hohen Bluttemperatur prompt auf die Milzbrandimpfung, wovon ich mich durch vielfache eigene Versuche überzeugt habe, außerdem sind aber auch das Aufnageln der Hühner und das Eintauchen derselben in Wasser so schwere Eingriffe in die Lebensbedingungen dieser Tiere, daß nicht allein die Abkühlung auf dieselben wirkt, sondern auch andere vermutlich noch intensivere Störungen zur Geltung kommen, welche sie möglicherweise für die Infektion mit Milzbrand empfänglich machen. Ich erinnere nur daran, daß bei den Präventivimpfungen gewöhnlich die schwächlichen Tiere starben, daß also auch ohne Abkühlung

eine herabgesetzte Lebensenergie die Tiere empfänglicher für die Wirkung des Milzbrandgiftes macht. Ähnlich kann es sich auch mit den angenagelten Hühnern verhalten. Auf jeden Fall ist der Versuch nicht rein, er kann das nicht beweisen, was P a s t e u r damit beweisen will, und ich fühle deswegen keine Veranlassung, dieses nutzlose Experiment zu wiederholen.

Eine viel wichtigere Meinungsverschiedenheit besteht über das Zustandekommen der natürlichen Infektion. P a s t e u r nimmt an, daß sich in den verscharrten Milzbrandkadavern die Sporen bilden, daß letztere durch die Regenwürmer an die Oberfläche gebracht werden und mit dem Staub auf das Futter gelangen. Das Futter muß nach P a s t e u r, wenn eine Infektion zustande kommen soll, stachlig sein und die Tiere im Maule verletzen. Die Infektion geschieht dann durch eine Art Impfung von der Maulhöhle aus, und P a s t e u r will dies durch die Beobachtung beweisen, daß regelmäßig bei spontan an Milzbrand gefallen Tieren die Unterkieferdrüsen, als die der Infektionsstelle zunächst gelegenen, geschwollen seien. Dem habe ich folgendes entgegenzuhalten: Nach meinen Beobachtungen können sich auch unabhängig vom Tierkörper die Milzbrandbazillen auf abgestorbenen Pflanzenresten vermehren und ihre Sporen bilden. Sie leben daher vermutlich in sumpfigen Gegenden an der Erdoberfläche, und die Erfahrung lehrt, daß sehr häufig Tiere an solchen Stellen, wo niemals Milzbrandkadaver verscharrt wurden, infiziert werden. Das Vorkommen der Milzbrandsporen und die Gefahr der Infektion ist also nicht allein auf die Milzbrandkadaver, wie P a s t e u r meint, beschränkt. Damit wäre schon die Tätigkeit der Regenwürmer bei der Verbreitung des Milzbrandes überflüssig. Gegen die Bedeutung, welche P a s t e u r den Regenwürmern zuschreibt, sprechen aber auch noch andere gewichtige Bedenken, nämlich die niedrige Bodentemperatur in manchen Ländern, in denen der Milzbrand, wie z. B. in Sibirien, die bedeutendsten Verheerungen anrichtet. Außerdem habe ich dierekte Versuche mit Regenwürmern in Erde, welche zahlreiche Milzbrandsporen enthielt, angestellt und bin zu Resultaten gekommen, welche die Annahme P a s t e u r s nicht bestätigen. Auch die Behauptung, daß die natürliche Infektion stachlige Beschaffenheit des Futters und kleine Verletzungen in der Maulhöhle voraussetze, muß ich bestreiten auf Grund eigener Versuche, auf welche ich später zurückkomme, wenn ich die Frage erörtern werde, ob die künstliche Immunität auch gegen die natürliche Infektion Schutz verleiht.

Ich wende mich nunmehr zur Besprechung der Abschwächung des Milzbrandvirus und der damit zu erzielenden künstlichen Immunität.

Als bekannt darf ich voraussetzen, daß P a s t e u r zuerst Versuche über die Abschwächung der Hühnercholeraerregenden Mikroben angestellt und hierbei die Überzeugung gewonnen hatte, daß die Abschwächung eine Wirkung des Luftsauerstoffes sei. Er übertrug alsdann seine Erfahrungen auf die Milzbrandbazillen und es gelang ihm, diese ebenfalls in ihrer Wirkung so abzuschwächen, daß damit geimpfte Tiere die Infektion überstanden und infolge dieser vorhergehenden Impfung späteren Infektionen mit dem stärksten Milzbrandgift gegenüber sich immun erwiesen.

Um die Tiere indessen gegen die Impfung mit unabgeschwächtem Virus ohne zu große Verluste immun zu machen, bedurfte es, wie P a s t e u r fand, einer zweimaligen Schutzimpfung, nämlich einer solchen mit einem sehr stark abgeschwächten, als premier vaccin bezeichneten Stoff und einer zweiten mit dem weniger abgeschwächten deuxième vaccin.

Schon bei den ersten Erfolgen mit der Hühnercholera hatte P a s t e u r sich den weitgehendsten Hoffnungen hingegeben, und nachdem es nun gar gelungen war, eine kleine Zahl von Schafen durch Präventivimpfungen gegen Milzbrand immun zu machen,

zögerte er nicht mehr, dem Ergebnis seiner Versuche eine allgemeine Bedeutung beizulegen. Er hielt es für unzweifelhaft, daß nicht nur Schafe, sondern alle für Milzbrand empfänglichen Tierarten gegen diese Krankheit immun zu machen seien, es schien ihm ferner eine ausgemachte Sache zu sein, daß sich alle übrigen Infektionskrankheiten ebenso verhalten müßten wie Milzbrand und daß die ihnen zugehörigen Mikroben abzuschwächen und in schützende Impfstoffe zu verwandeln seien. Mit voller Zuversicht verkündete er den nahen Sieg im Kampfe gegen die Infektionskrankheiten. In diese Zeit fiel die Veröffentlichung der im Laboratorium des Gesundheitsamtes von Loeffler ausgeführten Arbeit über Immunität. Pasteur hatte sein Verfahren zur Abschwächung der Milzbrandbazillen so unvollkommen mitgeteilt, daß es erst umfangreicher eigener Studien bedurfte, um es wiederholen und nachprüfen zu können. Die Arbeit von Loeffler bezog sich deswegen mehr auf die Frage der Immunität im allgemeinen und er kam auf Grund zahlreicher Versuche an Mäusen, Kaninchen, Ratten und Meerschweinchen zu folgendem Resultat: Es gibt in der Tat Bakterienkrankheiten, deren einmaliges Überstehen das befallene Individuum immun macht; dagegen sind aber auch nicht wenige Bakterienkrankheiten bekannt, welche dasselbe Individuum in kurzen Zwischenräumen wiederholt befallen können, also keinen Schutz gegen spätere Infektion verleihen. Über Milzbrand sprach sich Loeffler dahin aus, daß den Tierarten, mit welchen er experimentiert hatte, keine Immunität gegen Milzbrand erteilt werden konnte, daß er noch keinen Versuch an Schafen angestellt habe und erst weitere demnächst auch mit diesen Tieren vorzunehmende Experimente lehren müßten, inwieweit die Hoffnungen, welche durch die Versuche Pasteurs in Pouilly-le-Fort geweckt wurden, in Erfüllung gehen würden oder einzuschränken seien. Diese dem damaligen Stande der Frage durchaus entsprechenden Äußerungen haben sich auch in der Folge als richtig erwiesen und sind durch den weiteren Verlauf der Milzbrandfrage in jeder Beziehung gerechtfertigt, wie sich aus folgender Darlegung ergeben mag.

Zunächst ist das Bestreben Pasteurs, den Verhältnissen, wie sie bei Hühnercholera und Milzbrand bestehen, eine allgemeine Geltung für sämtliche Infektionskrankheiten zu vindizieren, als mit den Erfahrungen der medizinischen Wissenschaft nicht im Einklang stehend zurückzuweisen. Loeffler hatte außer auf seine Versuchsergebnisse mit künstlichen Tierinfektionskrankheiten auch auf die Erfahrungen über Erysipelas, Gonorrhoe und Recurrens hingewiesen, welche erwiesenermaßen durch Bakterien bedingte Infektionskrankheiten sind und durch einmaliges Befallen keinen Schutz gegen neue Infektionen erteilen. Zu diesen Infektionskrankheiten, welche den Menschen wiederholt befallen können, tritt in neuester Zeit die Tuberkulose hinzu. Es hat noch kein Arzt die Behauptung aufgestellt, daß ein Mensch, welcher tuberkulös erkrankt war und z. B. an Skrofulose oder an einer fungösen Gelenksaffektion litt und davon geheilt wurde, nunmehr gegen Tuberkulose geschützt sei. Im Gegenteil lehrt die Erfahrung, daß derartigen Individuen vielmehr eine erhöhte Disposition für tuberkulöse Erkrankungen zukommt und daß sie besonders häufig später phthisisch werden. Auch von der Lepra, welche unzweifelhaft als eine Bakterienkrankheit anzusehen ist, hat man noch niemals etwas erfahren, was darauf schließen ließe, daß eine Immunität gegen diese Krankheit zu erwerben sei. Das von Pasteur als allgemein gültig angenommene Gesetz kann also nach den bisherigen Erfahrungen nicht als solches gelten.

Es ist aber ferner auch noch nicht einmal für den Milzbrand das Gesetz der Immunität in dem Umfange aufrecht zu erhalten, wie Pasteur es will. Loeffler hatte schon gefunden, daß Meerschweinchen, Ratten, Kaninchen und Mäuse nicht immun zu machen sind, und diese Tatsache ist bis jetzt von allen Experimentatoren, welche diesem Punkte ihre Aufmerksamkeit zugewendet haben, bestätigt. Gotti in Bologna

führte die Schutzimpfung außer an anderen Tieren auch an 6 Kaninchen aus und impfte sie sodann mit Milzbrandblut; sämtliche Kaninchen starben darauf an Milzbrand. Auch die von Guillebeau mit Pasteurschem Impfstoff präventiv geimpften Kaninchen starben nach Impfung mit Milzbrandblut an Milzbrand. In den Versuchen, welche Klein mit aus Paris bezogenem Impfstoffe an Meerschweinchen und Mäusen anstellte, gingen sämtliche Tiere an Milzbrand zugrunde. Im Gesundheitsamte sind sehr zahlreiche Experimente mit Milzbrandvirus, welches in den verschiedensten Graden abgeschwächt war und schließlich auch mit echtem Pasteurschem Impfstoff an Kaninchen, Meerschweinchen und Mäusen angestellt. Aber trotz aller Bemühungen ist es niemals gelungen, eins dieser Tiere gegen die Wirkung des unabgeschwächten Milzbrandgiftes immun zu machen; sie starben ausnahmslos bei den Kontrollimpfungen an echtem Milzbrand. Es kann demnach wohl als ausgemacht gelten, daß nicht alle Tiergattungen sich mit Hilfe des Pasteurschen Verfahrens immun machen lassen. Allem Anschein nach sind auch die Pferde der Schutzimpfung wenig zugänglich; denn in der Sitzung der Société centrale de médecine vétérinaire vom 8. Juni 1882 kamen viele bei der Pferdeimpfung eingetretene Mißerfolge zur Sprache und auch von anderen Seiten ist berichtet, daß Pferde die Präventivimpfungen sehr schlecht ertragen. Daß der Mensch höchstwahrscheinlich keine Immunität gegen den Milzbrand durch das Überstehen dieser Krankheit erlangt, hat schon Loeffler an einer Reihe von Beispielen erörtert. In neuerer Zeit sind noch weitere Belege hierfür durch J. de Jarnowsky geliefert, welcher in seiner eigenen Praxis 50 Milzbrandkranke zu beobachten Gelegenheit hatte und darunter zwei Kranke erwähnt, von denen der eine im Laufe von 2 Jahren zweimal und der andere während eines Zeitraums von 3 Jahren dreimal am Milzbrand erkrankte.

Eine ausgesprochene, durch Präventivimpfung erzielte Immunität ist bislang nur bei Schafen und Rindern gelungen, und es würde vorläufig nur für diese beiden Tiergattungen ein Nutzen aus der Präventivimpfung gezogen werden können. Nach Pasteurs Angaben ist die nach seinem Verfahren ausgeführte Präventivimpfung bei Schafen und Rindern so gefahrlos und gewährt einen so sichern und langdauernden Schutz, daß dieselbe der Landwirtschaft zum größten Segen gereichen müsse. In der Tat hat die praktische Verwertung des Pasteurschen Verfahrens schon in weitem Umfange stattgefunden und es fragt sich nunmehr, ob die von Pasteur gemachten Versprechungen bezüglich der Gefährlosigkeit der Impfung und seine Verheißungen des sicheren Schutzes in Erfüllung gegangen sind. Die Immunitätsfrage gipfelt augenblicklich in diesem Punkte, welcher deswegen eine ausführlichere Besprechung erfordert.

Für die Beurteilung dieser Frage lassen sich zwar schon eine große Anzahl von Experimenten verwerten, welche mit den Pasteurschen Impfstoffen an den verschiedensten Orten und von zuverlässigen Beobachtern angestellt sind, doch sind bei diesen nur praktischen Zwecken gewidmeten Experimenten einige sehr wichtige Verhältnisse mehr oder weniger unberücksichtigt geblieben und ich muß deswegen auf die im Kaiserlichen Gesundheitsamte im Laufe des letzten Jahres angestellten Versuche über Milzbrandimmunität besonderen Wert legen. Dieselben sind von mir in Gemeinschaft mit den Herren Dr. Loeffler und Dr. Gaffky ausgeführt; hier können selbstverständlich nur die Resultate derselben in Kürze angeführt werden, doch ist ihre baldige ausführliche Veröffentlichung beabsichtigt¹⁾. So stattliche Reihen von Versuchstieren wie Pasteur es mit Hilfe der ihm alljährlich zur Verfügung gestellten bedeutenden Geldsummen vermag, können wir allerdings nicht aufweisen, dennoch hoffen wir trotz der verhältnismäßig kleinen Zahl unserer Versuchstiere die Entscheidung einiger wichtigen Fragen der Milzbrandätiologie und der künstlichen Immunität erreicht zu haben.

¹⁾ Diese Werke p. 232 ff. D. Herausgeber.

Was zunächst die Bereitung der Impfstoffe betrifft, so sagt P a s t e u r nur, daß er die Milzbrandbazillen in neutralisierter Fleischbrühe bei einer Temperatur zwischen 42° und 43° kultiviere, wobei sich die Bazillen nach ungefähr 20 Tagen soweit abschwächen, daß sie zur ersten Impfung von Schafen gebraucht werden können. Über den Zeitpunkt, welcher für die Gewinnung des zweiten Vakzins der geeignetste ist, und die Eigenschaften, woran man den Grad der Abschwächung mit genügender Sicherheit erkennt, spricht sich P a s t e u r nicht mit Bestimmtheit aus, und doch kommt gerade hierauf sehr viel an. Es dürfte gewiß manchem erwünscht sein, etwas Genaueres über die Herstellung des Vakzins zu erfahren und ich werde deswegen unsere darüber gewonnenen Erfahrungen hier mitteilen. Ein sehr wesentliches Erfordernis ist ein Thermostat, welcher wochenlang ohne die geringsten Schwankungen eine gleichmäßige Temperatur beibehält. Als solchen haben wir einen von W i e s n e g g in Paris bezogenen Apparat nach d' A r s o n v a l benutzt. In diesem befinden sich bei einer Temperatur von 42,5° C die mit neutralisierter Hühnerbouillon versehenen und mit frischen Milzbrandbazillen unter den gewöhnlichen Kautelen infizierten Kölbchen, welche etwa 20 g Flüssigkeit enthalten. Jeden zweiten Tag wird aus einem Kölbchen eine Impfung an Mäusen, erwachsenen Meerschweinchen und großen starken Kaninchen ausgeführt und zugleich von derselben Flüssigkeit, welche zur Impfung diente, in Nährgelatine eine Reinkultur gemacht. Anfangs werden infolge der Impfung sämtliche Tiere an Milzbrand sterben. Nach mehreren Tagen — die Zahl derselben ist nicht in allen Versuchen gleichmäßig und differiert oft für verschiedene Gläser desselben Versuchs — wirkt die Impfung auf große Kaninchen unsicher, denn es stirbt, wenn mehrere Tiere geimpft werden, nur noch ein Teil derselben, von 3 oder 4 Kaninchen beispielsweise nur 1 oder 2, während Meerschweinchen und Mäuse sämtlich durch die Impfung getötet werden. Noch später überstehen auch die Meerschweinchen die Impfung, während Mäuse noch getötet werden. Schließlich lassen sich noch Reinkulturen von Milzbrandbazillen erzielen, welche selbst auf Mäuse ohne jeden Nachteil verimpft werden können. Morphologisch unterscheiden sich diese Milzbrandbazillen, welche ihre pathogene Eigenschaft vollständig eingebüßt haben, nicht von den virulenten Bazillen. Sie sind vollkommen unbeweglich und bilden in Reinkulturen lange Fäden in gleicher Weise wie jene. Diejenigen Kulturen, welche Mäuse töten, aber für Meerschweinchen unschädlich sind, geben den besten Stoff für die erste Impfung der Schafe ab, und diejenigen, deren Verimpfung Meerschweinchen milzbrandig macht, aber große Kaninchen nicht mehr mit Sicherheit tötet, liefern den Stoff für die zweite Impfung. Sowohl zwischen diesen Stufen als darüber und darunter liegen noch eine Menge verschiedener Abstufungen, welcher unter Umständen ebenfalls als Vakzins verwertet werden können, wenn man sich nicht mit einer zweimaligen Impfung begnügen will. Daß P a s t e u r die hier angegebenen Kennzeichen für die Stufe der Abschwächung kennt, möchte ich bezweifeln, da sonst nicht so beträchtliche Schwankungen in der Wirkung seiner Vakzins vorkommen dürften, als es der Fall ist. Ich hatte Gelegenheit einen premier vaccin von P a s t e u r zu prüfen, welcher Mäuse nicht mehr tötete, also zu schwach war, und einen deuxième vaccin, von welchem noch sämtliche damit geimpfte große Kaninchen milzbrandig wurden, welcher sich also zu stark verhielt. Klein impfte mit einem von B o u t r o u x, dem Agenten P a s t e u r s, bezogenen ersten Impfstoff 4 Meerschweinchen und 6 Mäuse; in den nächsten 48 Stunden starben 3 Meerschweinchen und alle 6 Mäuse, woraus hervorgeht, daß auch dieser Impfstoff als erster Vakzin zu stark war. In Ungarn impfte man nach einem Bericht der Wiener landwirtschaftlichen Zeitung in einem Fall 22 Schafe sofort mit dem deuxième vaccin, ohne vorher den premier vaccin angewandt zu haben; trotzdem blieben die Tiere sämtlich gesund und es ist deswegen zu vermuten, daß dieser Impfstoff als deuxième vaccin zu schwach war.

Die Temperatur, welche auf die Kulturen einwirkt, ist von größtem Einfluß auf die Zeitdauer, innerhalb welcher sich die Abschwächung vollzieht. Je näher die Temperatur an 43° kommt, um so schneller tritt die Abschwächung ein und kann schon in 6 Tagen vollendet sein. Bei 42° kann sie eine Dauer bis zu 30 Tagen erfordern. Die Prüfung der Vakzins an Mäusen, Meerschweinchen und Kaninchen ist deswegen unerläßlich. Durch längeres Verweilen der Kulturen in Zimmertemperatur verlieren sie sehr langsam immer mehr an Virulenz. P a s t e u r hat die nämliche Beobachtung gemacht und wir können sie auf Grund vielfacher Erfahrung bestätigen. Wir haben unsere abgeschwächten Kulturen in Nährgelatine weitergezüchtet, was sich sehr einfach und bequem bewerkstelligen läßt und auch erforderlichenfalls für die Beschaffung beliebig großer Quantitäten wirklich reinkultivierter Impfflüssigkeiten verwertet werden kann. Auf die Reinheit der Kultur müssen wir aus dem Grunde Gewicht legen, weil durch das Eindringen fremder Bakterien, unter denen sich auch pathogene und beispielsweise septisch wirkende befinden können, die Gefahr der Impfung mit solcher Flüssigkeit unnötigerweise erhöht wird. So scheint ein Teil der Mißerfolge, welche die Präventivimpfungen an Pferden hatten, in der Verunreinigung der Impfstoffe mit septisch wirkenden Bakterien ihren Grund gehabt zu haben, was mir um so wahrscheinlicher vorkommt, weil ich mehrere Proben der P a s t e u r schen Originalvakzins bei der mikroskopischen Untersuchung durch zahlreiche andere Bakterienformen stark verunreinigt fand.

Sowohl mit den Vakzins, welche wir uns in der erwähnten Weise selbst hergestellt hatten, als auch mit solchen, welche aus Paris von dem Agenten P a s t e u r s bezogen waren, haben wir genau nach der von P a s t e u r in bezug auf Zeit, Impfstelle, Behandlung der Spritzen usw. angegebenen Vorschrift eine Anzahl von Impfversuchen an Schafen gemacht, welche zu folgendem Ergebnis führten: Schafe ertrugen die Injektion des premier vaccin (welcher keine Meerschweinchen, aber Mäuse tötet) fast ohne Reaktion. Infolge der später vorgenommenen Injektion des deuxième vaccin starb eine Anzahl Tiere an Milzbrand. Die Verluste in Prozentverhältnissen anzugeben würde wegen der kleinen Zahl unserer Versuchstiere keinen Zweck haben. Im allgemeinen stimmten sie mit den Resultaten der Versuche in Kapuvar¹⁾ und Packisch²⁾ überein, welche beiden Versuchsreihen ich vorzugsweise zum Vergleich mit den unsrigen heranziehen will, weil sie in zuverlässiger Weise durch eigens dazu bestellte Kommissionen beobachtet und kontrolliert sind. In Kapuvar starb von 50 Schafen nach der Impfung mit premier vaccin kein Tier, nach Applikation des deuxième vaccin starben 5 Schafe an Milzbrand. Ebenso brachte die Erstimpfung in Packisch keine Verluste, nach der zweiten starben 3 von 25 Schafen an Milzbrand. Ähnliche Zahlen sind von zahlreichen anderen Impfversuchen berichtet, und die Annahme, daß die Erstimpfung keine Verluste, die zweite Impfung 10—15% Verluste ergibt, scheint den tatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen. P a s t e u r hält diese Verlustzahlen für ungewöhnlich hoch und möchte sie auf eine besondere Empfänglichkeit der zum Versuche verwendeten Schafrassen beziehen. Doch sind neuerdings auch aus Frankreich Impffresultate berichtet (von Mathieu in der Société centrale de médecine vétérinaire am 13. Juli), welche große Verluste aufweisen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Widerstandsfähigkeit der französischen und der hiesigen Schafrassen scheint demnach nicht zu bestehen. Es sind nun allerdings in Frankreich Präventivimpfungen in vielen Tausenden von Fällen mit sehr geringen Verlusten ausgeführt, doch wurden diese Tiere nicht durch einwurfsfreie Kontrollimpfung auf ihre Immunität geprüft, und es ist anzunehmen, daß dieselben mit einem zu schwachen, weniger wirksamen, dementsprechend aber auch weniger Schutz verleihen-

¹⁾ Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1882, Nr. 2.

²⁾ Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde VIII, 4 u. 5.

den Stoffe geimpft sind. Für den zweiten Versuch in Packisch, bei welchem 251 Schafe geimpft wurden, lieferte P a s t e u r, wie ausdrücklich gesagt ist, einen weniger wirksamen Impfstoff und es fiel infolgedessen nur ein Schaf an Milzbrand.

Selbstverständlich führten wir nach geschehener Präventivimpfung, und zwar in einem Falle, welchen ich hier besonders im Auge habe, drei Wochen nach der letzten Impfung eine Kontrollimpfung mit unabgeschwächtem Milzbrandgift aus. Von 6 Schafen, welche mit P a s t e u r'schem Vakzin vorschriftsmäßig präventiv geimpft waren, starb eins an Milzbrand. Zwei mit einem anderen Vakzin präventiv geimpfte Schafe blieben nach derselben Infektion am Leben. Auch diese Zahlen sind viel zu gering, um von bestimmten Verlustverhältnissen reden zu können. Aber es ist gleichwohl auffallend, daß bei der Kontrollimpfung in Packisch von 22 Schafen keins und in Kapuvar von 44 Schafen nur ein Tier milzbrandig wurde, während wir schon von 6 Tieren eins verloren. Die Erklärung hierfür scheint mir darin zu liegen, daß die Kontrollimpfungen in Packisch und Kapuvar mit einem von P a s t e u r eigens zu diesem Zweck von Paris geschickten virulenten Milzbrandstoff bewirkt sind, in unserem Versuche aber zur Kontrollimpfung ein aus hiesiger Gegend stammendes Milzbrandgift benutzt wurde, welches, wie ich annehmen muß, eine größere Virulenz besitzt als das von P a s t e u r zu den Kontrollimpfungen abgegebene.

Auf diese Vermutung haben mich außer den in unsern eigenen Versuchen gewonnenen Erfahrungen noch folgende Tatsachen geführt.

Nach einem Berichte¹⁾ des Kreistierarztes S a a k e in Wolfenbüttel, welcher auf der Domäne Salzdahlum 82 Schafe mit P a s t e u r'schem premier und deuxième vaccin impfte, erlagen der zweiten Impfung 3 Schafe, was auf eine hinreichende Stärke des Impfstoffes schließen läßt. Als dann nach 8 Wochen später 10 von diesen präventiv geimpften Schafen einer Kontrollimpfung unterzogen wurden, starben 2 an echtem Milzbrand. Auch in diesem Versuch war mit Milzbrandblut, welches einem zufällig spontan an Milzbrand gefallenem Schafe entnommen war, die Kontrollimpfung gemacht.

Ganz unzweifelhaft trat aber der Unterschied in der Wirkung des von P a s t e u r zur Kontrolle gelieferten sogenannten unabgeschwächten Milzbrandgiftes und dem von spontan an Milzbrand gestorbenen Tieren entnommenen in den Versuchen von B a s s i in Turin hervor. 6 Stück präventiv geimpfte Schafe wurden mit dem P a s t e u r'schen virulenten Stoffe geimpft und blieben gesund, 6 andere ebenfalls präventiv geimpfte Schafe wurden gleichzeitig mit dem Blut eines 2½ Stunden vorher an Milzbrand gefallenem Rindes geimpft und es starben danach 2 Tiere an Milzbrand.

Die Erklärung für diese auffallende Erscheinung möchte ich darin suchen, daß der von P a s t e u r als unabgeschwächtes Virus bezeichnete Stoff im Laufe der Zeit ebenso wie seine Vakzins, sich allmählich immer mehr abgeschwächt hat und nicht mehr seine ursprüngliche Kraft besitzt.

Immerhin zeigen sowohl die Versuche in Salzdahlum und Turin, als auch der unsrige, daß eine verhältnismäßig nicht geringe Zahl von Schafen, welche die Impfung mit einem kräftigen deuxième vaccin überstanden haben, der Impfung mit einheimischem Milzbrandgift erliegt und also nicht vollständig immun geworden ist. Um so mehr läßt sich auch erwarten, daß die Verimpfung eines schwächeren deuxième vaccin, welcher Schafe in noch geringerer Zahl tötet, auch einen entsprechend geringeren Schutz verleiht, und in der Tat stellt sich immer mehr heraus, daß diese Vermutung begründet ist. In Frankreich belief sich zu Anfang September nach den Angaben P a s t e u r's die Zahl der geimpften Schafe auf 400 000 und die der geimpften Rinder auf 40 000. Die Verluste schätzte

¹⁾ Einer brieflichen Mitteilung entnommen.

P a s t e u r auf 3 pro mille für Schafe und 0,5 pro mille für Rinder. Die Richtigkeit dieser Zahlen werde ich selbstverständlich nicht in Zweifel ziehen, aber es ist notwendig, sie mit einem Kommentar zu versehen. Man erfährt nämlich aus diesen Zahlen absolut nichts weiter, als daß eine verhältnismäßig große Zahl von Tieren die Impfung ohne Schaden überstanden hat. Das, worauf es uns aber ankommt, ob nämlich der Zweck der Impfung erreicht und ob diese Tiere wirklich immun geworden sind, darüber sagt P a s t e u r nichts. Der eigentliche Wert der Präventivimpfung würde sich aber doch nur aus Zahlenangaben über die wirklich immunisierten Tiere ergeben. Was würde man wohl von J e n n e r gesagt haben, wenn er weiter keine Vorteile von der Vakzine-Impfung zu rühmen gewußt hätte, als daß Tausende von Kindern geimpft und infolge der Impfung nur so und soviel Prozent gestorben seien? Gewiß würde nichts der Milzbrandimpfung schneller die volle Anerkennung verschaffen, als wenn man die Tausende von Tieren aufzählen könnte, welche man notorisch gegen Milzbrand geschützt hat. Das hat P a s t e u r allerdings bislang nicht vermocht. Im Gegenteil häufen sich in der letzten Zeit die Klagen über die Mißerfolge der Impfung, und die Schwächen derselben stellen sich immer mehr heraus.

Schon in einer am 8. Juni abgehaltenen Sitzung der Société centrale de médecine vétérinaire kam eine Anzahl solcher Mißerfolge zur Sprache und P a s t e u r wurde darüber interpelliert. Er erklärte, daß ihm nicht allein diese, sondern noch viele andere bekannt geworden seien. Dieselben hätten darin ihren Grund, daß der ursprünglich kultivierte Impfstoff allmählich an Virulenz verloren habe und daß die im Laufe des Winters bis Ende März dieses Jahres von ihm gelieferten Vakzins zu schwach gewesen seien. Wir erfahren hier also, daß während eines langen Zeitraums mit zu schwachem Impfstoff geimpft ist, und können uns deswegen auch nicht mehr wundern, wenn unter den Hunderttausenden von Schafen, welche im Laufe des Winters in Frankreich geimpft sind, so geringfügige Impfverluste vorkamen. Dagegen ist es befremdend, daß P a s t e u r, welcher auch die mit zu schwachem Impfstoffe geimpften Tiere sorgfältig zusammenrechnet, um mit möglichst hohen Zahlen und geringen Verlusten glänzen zu können, über die vielen ihm bekannt gewordenen Mißerfolge stillschweigend hinweggeht. Die Erklärung, welche P a s t e u r bei dieser Gelegenheit jenen Mißerfolgen zuteil werden ließ, hat sich außerdem auch schon als ein Irrtum herausgestellt. Die Impfungen hätten, wenn P a s t e u r recht gehabt hätte, vom Anfang April dieses Jahres ab einen gleichmäßigeren Effekt haben und bei einer nicht zu hohen Sterblichkeit einen möglichst kräftigen Schutz verleihen müssen. Dies ist aber nicht eingetreten, wie sich aus folgenden Notizen über einige nach dem ersten April ausgeführte Impfungen ergibt.

B a s s i in Turin impfte am 20. April d. J. zum ersten- und am 5. Mai zum zweitenmal. Bei der Kontrollimpfung mit unabgeschwächtem Milzbrand starben von 6 Schafen 2 Tiere.

Die schon erwähnte Impfung in Salzdahlum mit 2 Todesfällen auf 10 Kontrollimpfungen und einem Verlust von 4% bei der zweiten Impfung fiel in die Zeit vom 25. Mai bis 9. August d. J.

Die ebenfalls schon früher erwähnte Impfung in Ungarn, bei welcher 22 Schafe nur mit dem offenbar zu schwachen deuxième vaccin ohne jeden Nachteil geimpft wurden, fällt in den Monat Juni d. J.

Im Recueil de méd. vét. Nr. 15 d. J. ist berichtet, daß in Beauchery vom 25. April bis 8. Mai d. J. 296 Lämmer geimpft wurden, von denen nur 1 Tier zehn Tage nach der zweiten Impfung an Milzbrand starb. Offenbar war der Impfstoff zu schwach. Es starben denn auch vom 22.—24. Juni 4 von diesen Tieren an spontanem Milzbrand. Es ist dies

um so auffallender, als 80 nicht geimpfte, als Kontrolltiere dienende Hammel in dieser Zeit keine Verluste an Milzbrand hatten.

In Montpothier nahm die Impfung folgenden wunderbaren Verlauf: Am 18. April d. J. wurden 220 Hammel mit premier vaccin geimpft, danach starben 9 Tiere. Die Überlebenden erhielten am 29. April nochmals premier vaccin; es starben wieder 7 Hammel. Dann folgte am 17. Mai die Impfung mit deuxième vaccin; es starb danach 1 Hammel. Nun hätte man meinen sollen, daß nach dieser dreifachen, mit so bedeutenden Verlusten abgelaufenen Impfung die Herde gegen Milzbrand geschützt gewesen wäre. Keineswegs. Es starben vom 11. bis 13. Juni 6 Hammel an spontanem Milzbrand. Man entschloß sich deswegen, die zweite Impfung noch einmal zu wiederholen. Es geschah am 17. Juni und starben infolgedessen wiederum 5 Hammel an Milzbrand. Hier darf man wohl fragen: gibt es überhaupt eine künstliche Immunität oder taugte der Impfstoff nicht?

Auch die Impfungen in Packisch gehören in diese Periode. Der Impfstoff der ersten Versuchsreihe war entschieden zu stark, denn er bewirkte 12% Verlust. Derjenige der zweiten Versuchsreihe, welchen Pasteur als einen schwächeren bezeichnete, war, wie sich später herausgestellt hat, zu schwach, denn er schützte nicht gegen die natürliche Infektion.

Diese Beispiele dürften genügen, um zu zeigen, daß der von Pasteur nach dem 1. April d. J. gelieferte Impfstoff bald zu schwach und bald zu stark, also noch unzuverlässiger war als der im letzten Winter abgegebene Stoff.

Pasteur fühlte offenbar schon in der Sitzung der Société centrale de méd. vét. vom 8. Juni das Mißliche seiner Lage. Lieferte er einen kräftigen Impfstoff, der einen sicheren Schutz gegen Impfmilzbrand (wenigstens gegen die Impfung mit Pasteurs sog. virulentem Stoff) verleiht, dann erlagen zu viele Tiere der Impfung mit dem deuxième vaccin. Gab er aber einen zu schwachen Impfstoff, wie es im Laufe des letzten Winters der Fall war, dann wurde offenbar kein genügender Schutz erzielt. Um sich aus dieser Verlegenheit zu befreien, stellte Pasteur die merkwürdige Behauptung auf, daß es nicht nötig sei, die Schafe mit einem so kräftigen und große Verluste bedingenden Impfstoff zu behandeln, denn der Impfmilzbrand, also die künstliche Infektion, sei viel gefährlicher für die Tiere als die natürliche Infektion; um gegen letztere zu schützen, genüge ein schwächerer Vakzin. Irgendwelche Gründe, welche ihn zu dieser offenbar ganz willkürlichen und nur im Interesse der gefährdeten Schutzimpfung aufgestellten Behauptung berechtigten, vermochte Pasteur nicht beizubringen. Eigentlich hätte die Frage, ob die Tiere durch die Präventivimpfung auch gegen die natürliche Infektion geschützt werden, noch ehe die Schutzimpfung in die Praxis eingeführt wurde, erledigt werden müssen und nicht, nachdem schon Hunderttausende von Tieren mit bedeutenden Opfern geimpft sind. Denn wenn es sich nun umgekehrt verhalten sollte, als Pasteur annimmt, und die geimpften Tiere sich wohl gegen die künstliche, aber gegen die natürliche Infektion gar nicht oder doch wenigstens in ungenügender Weide geschützt erweisen sollten, was würde dann überhaupt die ganze Impfung noch für einen Nutzen haben? Da diese Frage unbedingt die wichtigste für die Entscheidung über den Wert der künstlichen Milzbrandimmunität ist, so hatten wir dieselbe bei unseren Experimenten im Kaiserlichen Gesundheitsamte von Anfang an in den Vordergrund gestellt. Es lag uns weniger daran, eine größere Zahl von Schafen gegen Impfmilzbrand immun zu machen, denn die Tatsache der künstlichen Immunität konnte, nachdem sowohl von Toussaint als von Pasteur viele Tiere wirklich immun gemacht waren, nicht mehr bezweifelt werden. Dagegen suchten wir uns vor allen Dingen über die Art und Weise Gewißheit zu verschaffen, wie die natürliche Infektion des Milzbrandes zustande kommt.

P a s t e u r nimmt, wie früher schon erwähnt wurde, an, daß die Infektion durch rauhes, stachliges Futter, welches den Tieren kleine Verletzungen im Maule beibringt, vermittelt wird. Es würde dies schließlich nur eine besondere Art von Impfmilzbrand sein. Gegen diese Auffassung sprechen verschiedene Gründe, welche ich bei einer früheren Gelegenheit ausführlich dargelegt habe. Einer Wiederholung derselben bedarf es hier indessen nicht, da ich jetzt einige Versuche zu schildern habe, welche P a s t e u r s Theorie direkt widerlegen.

Mehreren Schafen wurden mit dem Futter Milzbrandsubstanzen beigebracht, welche nur Bazillen und keine Sporen enthielten. Einige andere Schafe erhielten dagegen sporenhaltige Milzbrandmassen. Die Fütterung der Tiere geschah in der Weise, daß ein Stück von einer Kartoffel ausgehöhlt, mit dem Infektionsstoff gefüllt und dem Tiere so vorsichtig in das Maul gesteckt wurde, daß eine Verletzung der Maulschleimhaut nicht dabei vorkommen konnte. Auch das Kartoffelstück kann nicht als stachliges Futter gelten, außerdem erhielten die Schafe nur weiches Heu, so daß die von P a s t e u r vorausgesetzten Infektionsbedingungen vollständig ausgeschlossen waren. Als sporenfreie Substanz diente die frische Milz von einem an Milzbrand gestorbenen Meerschweinchen, als sporenhaltige Substanz eine auf Kartoffeln gezüchtete und in Sporenbildung begriffene Kultur von Milzbrandbazillen. Das Resultat des Versuches war folgendes: Die mit der sporenfreien Milz vom Meerschweinchen gefütterten Schafe blieben, obwohl die Fütterung noch mit anderem sporenfreiem Material wiederholt wurde, gesund. Die mit der sporenhaltigen Bazillenkultur gefütterten Schafe waren dagegen nach wenigen Tagen sämtlich an Milzbrand gefallen. Die Sektion derselben ergab einen Befund, welcher keinen Zweifel darüber ließ, daß die Infektion vom Darm aus stattgefunden hatte. In der Maulhöhle, im Schlund und in der Speiseröhre wurden überdies bei diesen Tieren nicht die geringsten Verletzungen oder Veränderungen gefunden, welche auf eine Infektion an diesen Stellen hingedeutet hätten. Die Milzbrandbazillen gehen also höchstwahrscheinlich im Magen, dessen Inhalt eine saure Beschaffenheit hat, zugrunde, während die Sporen ihn unbeschädigt passieren, im alkalischen Darminhalte auswachsen und dann in die Schleimhaut des Darmkanals eindringen. Die mikroskopische Untersuchung macht es wahrscheinlich, daß die Lymphfollikel und die P e y e r s c h e n Drüsen die Stelle der Invasion bilden.

Die eben erwähnten Schafe waren mit Milzbrandkulturen gefüttert, welche frische Sporen in reichlicher Menge enthielten. In der Folge haben wir aber auch sporenhaltige Massen verfüttert, welche länger als ein Jahr in getrocknetem Zustande aufbewahrt waren. Dieselben töteten Schafe mit derselben Sicherheit durch Milzbrand wie frische Sporen oder wie eine Impfung mit frischem Milzbrandblut. Wir hatten bei diesen Versuchen, um überhaupt erst einmal die Möglichkeit einer Infektion vom Darm aus festzustellen, nicht zu geringe Mengen von Sporenmaterial verfüttert. Es mußte indessen berücksichtigt werden, daß, wenn die natürliche Infektion vom Darm aus stattfindet, dieselbe gewöhnlich durch die Aufnahme einer sehr geringen Zahl von Sporen zustande kommen wird, welche sich in Form von Staub oder auf sumpfigen und überschwemmten Weiden mit dem Schlamm und dgl. dem Futter beigemischt haben. Aus diesem Grunde stellten wir noch folgenden Versuch an. Zehn Schafe erhielten täglich ein Kartoffelstück, in welches ein Fädchen mit Milzbrandsporen eingeklemmt war. Die aus Seide bestehenden Fädchen hatten eine Länge von kaum einem Zentimeter, waren ein Jahr zuvor mit nur sehr geringer Menge Milzbrandsporen imprägniert und in trockenem Zustande aufbewahrt. Zwei Schafe, welche als Kontrolltiere dienten, befanden sich mit jenen Tieren zusammen in demselben Stalle, wurden in derselben Weise gepflegt, erhielten aber keine sporenhaltigen Fädchen. Von den zehn gefütterten Schafen

fiel am 5., 6., 11. und 19. Tage der Fütterung je eins, insgesamt also vier Schafe an Milzbrand. Länger wurde die Fütterung nicht fortgesetzt. Die beiden Kontrolltiere waren gesund geblieben. In diesem Versuch entsprachen die in Intervallen von mehreren Tagen auftretenden Milzbrandfälle und der Sektionsbefund der gefallenen Tiere vollkommen dem Bilde des unter natürlichen Verhältnissen in einer Herde ausbrechenden Milzbrandes, und es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, daß die natürliche Infektion vorzugsweise und in der kalten Jahreszeit wohl ausschließlich durch Milzbrandsporen stattfindet, welche in kleinen Mengen mit dem Futter in den Darm gelangen und von da aus die Krankheit erzeugen. Daß bei der Fütterung mit vielen Sporen die Schafe ausnahmslos nach einigen Tagen, nach der Fütterung mit geringen Sporenmengen aber in längeren Zwischenräumen infiziert wurden, erklärt sich daraus, daß die gefütterten Sporen nicht sämtlich im Darm auswachsen, sondern zum größten Teil unverändert den Darmkanal passieren; denn der Kot von Schafen, welche mit Sporen gefüttert waren, enthielt noch eine beträchtliche Menge unausgekeimter Milzbrandsporen, wie erfolgreiche Impfungen mit dem ein Jahr lang trocken aufbewahrten Kot ergaben. Wenn die Sporen also im Darm nur teilweise zur Wirkung kommen, dann muß die Infektion um so schneller und sicherer eintreten, je größer die Menge der verfütterten Sporen ist, denn mit der Zahl der in den Darmkanal eingeführten Sporen steigt auch die Zahl der zur Keimung gelangenden.

Bei der Sektion dieser an Darmmilzbrand gefallenen, sowie einer Anzahl durch Impfmilzbrand getöteter Schafe ergab sich noch eine bemerkenswerte Tatsache. Die Anschwellung der Lymphdrüsen war eine sehr verschiedene und ließ nur in den seltensten Fällen auf den Ort der Infektion schließen. So fanden sich nach Impfungen am Hintersehenkel beispielsweise mehrfach die Kiefer- und Achseldrüsen geschwollen, und umgekehrt zeigten sich vielfach nach Milzbrand, welcher infolge von Fütterung eingetreten war, die Kieferdrüsen unverändert, dagegen eine oder beide Inguinaldrüsen geschwollen. Die Veränderungen der Lymphdrüsen schienen sich weniger nach der Infektionsstelle als nach den subkutanen Sugillationen zu richten, welche bei milzbrandigen Schafen fast nie fehlen. Die einer Sugillation benachbarten Drüsen sind immer vorzugsweise geschwollen, und da die Sugillationen am häufigsten im lockeren Zellgewebe des Halses ihren Sitz haben, so fanden wir dementsprechend auch die am Brusteingang liegenden Drüsen am häufigsten geschwollen, demnächst folgten die Achsel- und die Kieferdrüsen.

Pasteur hatte aus der häufigen Schwellung der Kieferdrüsen geschlossen, daß die Infektionsstelle in der Maulhöhle liegen müsse. Er muß bei seinen Sektionen die übrigen Drüsen wenig beachtet haben, sonst hätte ihm das eigentümliche Verhalten derselben nicht entgangen sein können, und er würde vermutlich nicht zu der irrigen Deutung jenes Befundes gekommen sein.

Nachdem somit der Modus der natürlichen Infektion festgestellt war, konnten wir daran gehen, die nach dem Pasteurschen Verfahren präventiv geimpften Tiere auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen die natürliche Infektion zu prüfen.

Es wurden zu diesem Zwecke 8 Schafe, welche präventiv geimpft waren und als Kontrolltier ein nicht präventiv geimpftes Schaf mit zuverlässig wirksamen und von spontanem Milzbrand herrührenden Stoffen geimpft. Das Kontrolltier und eins der präventiv geimpften Schafe waren nach 2 Tagen an Milzbrand gefallen. Der Umstand, daß auch eins der präventiv geimpften Schafe milzbrandig wurde, beweist, daß der zur Kontrollimpfung verwendete Stoff eine bedeutende Virulenz besaß. Diese Kontrollimpfung mit virulentem Stoffe muß zugleich als eine weitere Schutzimpfung aufgefaßt werden, und man konnte erwarten, daß bei diesen Tieren, welche zwei Präventivimpfungen und außer-

dem eine Impfung mit sehr virulenter Milzbrandsubstanz durchgemacht hatten, nunmehr das Maximum der Immunität erreicht sei.

Zwölf Tage nach der Kontrollimpfung wurden die überlebenden 7 Schafe und ein nicht präventiv geimpftes Schaf, letzteres als Kontrolltier, mit Milzbrandsporen gefüttert, und zwar waren diese Sporen in Kulturen auf Kartoffeln aus demselben Milzbrandmaterial gezüchtet, welches zur letzten Impfung der Schafe gedient hatte. Das Kontrolltier und zwei der dreifach geimpften Schafe starben innerhalb der nächsten zwei Tage am Milzbrand. Es hatte also derselbe Milzbrandstoff, welcher bei der Impfung von acht Schafen einstötete, bei der Fütterung unter sieben Schafen zweigetötet, trotzdem ihre Immunität durch die Impfung inzwischen noch erhöht war. Ich zweifle nicht, daß durch die Fütterung von Milzbrandsporen die nach Pasteurs Verfahren nur zweimal präventiv geimpften Schafe sämtlich oder doch zum größten Teil mit Milzbrand zu infizieren und zu töten sind.

Durch unseren Versuch ist der unwiderlegliche Beweis geliefert, daß die Annahme Pasteurs, die natürliche Milzbrandinfektion sei den Tieren weniger gefährlich als der Impfmilzbrand, irrig ist. Es sind im Gegenteil Schafe für die vom Darm aus stattfindende natürliche Infektion noch bei weitem zugänglicher als für den Impfmilzbrand. Wir haben gesehen, daß die Präventivimpfungen, um Schafe gegen den von Pasteur zur Kontrollimpfung gelieferten virulenten Milzbrandstoff immun zu machen, einen Verlust von ungefähr 12% bedingen. Die Immunität gegen das stärker wirkende, von spontanem Milzbrand hiesiger Gegend entnommene Gift würde ungefähr Verluste von 20% erfordern, und um Schafe gegen jede Art der Milzbrandinfektion, namentlich gegen die natürliche Infektion sicher zu schützen, müßten die Präventivimpfungen mit derartig virulenten Stoffen ausgeführt werden, daß die Verluste vermutlich noch einmal so hoch ausfallen würden.

Die von uns in bezug auf das Verhalten präventiv geimpfter Schafe gegen die natürliche Infektion gewonnenen Resultate stehen vollkommen in Einklang mit den in Kapuvar und Packisch erhaltenen, woselbst die Versuche von Pasteurs eigenem Assistenten und vor Kommissionen von Sachverständigen ausgeführt sind. Sowohl in Kapuvar als Packisch wurden jedesmal zwei Experimente gemacht. Das erste sollte den Beweis führen, daß die Schafe durch die Präventivimpfung gegen die Wirkung eines von Pasteur aus Paris geschickten virulenten Stoffes unempfindlich geworden waren. Dieser Beweis ist entschieden gelungen, allerdings mit der Einschränkung, daß die Verluste, welche die Präventivimpfung mit sich brachte, weit höher waren, als Pasteur angenommen hatte. Der zweite Versuch sollte beweisen, daß die Präventivimpfung die Tiere auch gegen die natürliche Infektion schütze; dieser Beweis ist aber, wie ich gleich vorweg bemerken will, vollständig mißlungen. Um die geimpften Schafe auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen die natürliche Infektion zu prüfen, hatten beide Kommissionen den Weg eingeschlagen, daß sie die Tiere nach der Impfung zugleich mit einer entsprechenden Anzahl nicht geimpfter Tiere auf solche Weiden bringen ließen, wo erfahrungsgemäß Milzbrand herrscht. Diese Anordnung des Experimentes ist insofern eine unvollkommene, als sie dem Zufall einen zu großen Spielraum läßt. Die Milzbranderkrankungen ereignen sich nämlich in einer Herde nicht sofort, wenn dieselbe auf eine infizierte Weide geführt wird, auch sind die einzelnen Fälle nicht der Zeit nach gleichmäßig verteilt, sondern die Seuche kann längere Pausen machen, dann sprungweise auftreten, auch könnten zufälligerweise unter den nicht geimpften Tieren Milzbrandfälle vorkommen und die geimpften verschont bleiben, ohne daß damit die Immunität der letzteren einwandfrei erwiesen sein würde, weil es sich nicht feststellen läßt, daß alle Tiere gleichmäßig, wie in dem von uns ange-

stellten Fütterungsversuch, der natürlichen Infektion ausgesetzt waren. Das Sterben der nicht geimpften Tiere an Milzbrand hätte also für die Präventivimpfung bei dieser Versuchsanordnung wenig oder gar nichts bewiesen. Die Infektion der geimpften Tiere muß dagegen einen unumstößlichen Beweis gegen P a s t e u r s Theorie liefern.

Die Versuche in Kapuvar und Packisch haben nun folgenden Verlauf genommen: In Kapuvar wurden vom 28. September bis 10. Oktober 267 Schafe mit premier und deuxième vaccin geimpft. Nach der ersten Impfung starben 3 und nach der zweiten Impfung 10 Schafe an Milzbrand. Von 221 nicht geimpften Kontrolltieren fiel in der gleichen Zeit nur 1 Schaf an Milzbrand. Nach den Verlusten zu urteilen, welche die Präventivimpfung bewirkte, war der Impfstoff ziemlich kräftig. Die 254 überlebenden geimpften Schafe und die 220 nicht geimpften wurden dann auf die gewöhnliche Weide getrieben. Nach einem in der Wiener landwirtschaftlichen Zeitung veröffentlichten Bericht vom 27. August d. J. sind bis dahin von den geimpften Schafen 2 Stück an spontanem Milzbrand und 3 Stück an einer anderen Krankheit, von den nicht geimpften 4 Stück an Milzbrand und 1 Stück an einer anderen Krankheit gefallen.

In Packisch wurden in der Zeit vom 10. bis 20. Mai d. J. 251 Schafe zweimal geimpft und 231 Schafe blieben ungeimpft. Nach der ersten Impfung starb keins der Tiere und infolge der zweiten Impfung erlag nur ein Schaf.

Zur Prüfung ihrer Immunität wurden darauf 24 von diesen präventiv geimpften Schafen mit P a s t e u r s virulentem Stoff nachgeimpft, worauf ein Schaf nach 2 Tagen und eins nach 14 Tagen an Milzbrand fiel. Die Deutung dieses letzteren Falles als Folge der Kontrollimpfung erscheint mir etwas gezwungen; denn es ist mir unter den zahlreichen Fällen von Impfmilzbrand, welche ich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, noch nie eine so lange Inkubationsdauer vorgekommen. Es dürfte dieser Fall auch schon auf Rechnung der natürlichen Infektion zu setzen sein.

Im Laufe der Monate Juli und August, also wenige Monate nach der Impfung, sind nun von den geimpften Schafen 3 an Milzbrand, 1 unter Erscheinungen, welche denjenigen des Milzbrandes gleich waren, aber wegen weit vorgeschrittener Fäulnis der Leiche eine sichere Diagnose nicht mehr gestatteten, 2 an anderen Krankheiten gestorben. Von den nicht geimpften fielen 8 Tiere an Milzbrand. Außerdem ist in Packisch von 83 Stück präventiv geimpften Rindern 1 Stück an Milzbrand gefallen¹⁾.

Der Unterschied zwischen den Verlusten der geimpften und der nicht geimpften Tiere ist in beiden Versuchsreihen so unbedeutend²⁾ und liegt bei der in diesen Versuchen gewählten Anordnung so vollständig noch innerhalb der Grenzen des dem Zufall Unterworfenen, daß von einem eigentlichen Schutz der geimpften Tiere gegen die natürliche Infektion keine Rede sein kann. Die Versuche von Kapuvar und Packisch sind also entschieden zuungunsten der P a s t e u r s chen Theorie ausgefallen.

Auch die schon früher erwähnten Versuche in Beauchery und Montpothier, über welche M a t h i e u berichtete, haben zu gleichen Resultaten geführt. In diesen Versuchen sind Vakzins verimpft, welche von P a s t e u r nach dem 1. April d. J. geliefert sind und seiner Angabe nach besonders gut sein sollen. Der Einwand, daß der Impfstoff zu schwach gewesen sei, kann demnach hier nicht zur Geltung kommen. In Beauchery wurden vom 25. April bis 8. Mai d. J. 296 Lämmer geimpft und in der Zeit vom 22. bis 24. Juni fielen davon 4 Lämmer an spontanem Milzbrand, während 80 zur selben Herde gehörige, aber nicht geimpfte Schafe keine Verluste hatten. In Montpothier

¹⁾ Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde VIII, 6, p. 468.

²⁾ Nach einer mir zugegangenen Mitteilung ist kürzlich wieder eins der präventiv geimpften Schafe in Packisch an Milzbrand gefallen, so daß die geimpften Tiere jetzt 6, die ungeimpften 8 Fälle von natürlicher Infektion aufweisen.

starben sogar nach einer dreimaligen Präventivimpfung von 203 Hammeln ungefähr einen Monat nach der letzten Impfung 6 Tiere an Milzbrand.

Es muß auffällig erscheinen, daß bis jetzt so spärliche Erfahrungen über die Immunität der präventiv geimpften Tiere gegen die natürliche Infektion mitgeteilt, wenigstens so publiziert sind, daß sie wissenschaftlich zu gebrauchen sind. Das, was von mir im Vorhergehenden zusammengestellt wurde, macht so ziemlich alles aus, was darüber zur Kenntnis gekommen ist. Die bis jetzt vorliegenden Tatsachen sprechen, wie man sieht, sämtlich gegen den Nutzen der Präventivimpfung. Daß aber noch außerdem ungünstige Erfahrungen in nicht geringer Zahl gemacht sein müssen, geht aus der schon zitierten Äußerung P a s t e u r s in der Société centr. de méd. vétér. vom 8. Juni hervor, daß ihm noch viele andere Mißerfolge bekannt geworden seien, welche in der schlechten Beschaffenheit des im Winter zur Versendung abgegebenen Vakzins ihren Grund hätten.

Damals konnte man diese Entschuldigung wohl noch gelten lassen. Seitdem haben sich aber dieselben Mißerfolge auch nach der Impfung mit später geliefertem kräftigen Impfstoff herausgestellt. P a s t e u r muß auch von diesen Tatsachen Kenntnis gehabt haben, als er seinen Vortrag in Genf hielt, er mußte namentlich den Mißerfolg des Versuchs in Packisch ebensogut schon gewußt haben, wie ich ihn damals schon kannte. Alles das hat ihn aber nicht abgehalten, in Genf von dem Versuch in Packisch nur den günstigen Verlauf der Präventivimpfung an 250 Schafen zu erwähnen, welche selbstverständlich einen so günstigen Verlauf nehmen mußte, weil sehr wenig virulente Impfstoffe zur Verwendung gekommen waren. Die damals schon bekannten Todesfälle an natürlichem Milzbrand, welche sich unter diesen Tieren ereignet hatten, verschwieg P a s t e u r. Er hat ebenso alle die in Frankreich bekannt gewordenen ungünstig für ihn ausgefallenen Erfahrungen verschwiegen und die wichtigen, doch ebenfalls von seinem Assistenten und vor einer Kommission ausgeführten Versuche in Ungarn mit keinem Worte erwähnt.

P a s t e u r befolgt also die Taktik, von seinem Experiment nur soviel mitzuteilen, als zu seinen Gunsten spricht, das aber, was ihm ungünstig ist, selbst wenn darin die Entscheidung des Experimentes liegt, zu verschweigen. Ein solches Verfahren mag für eine Geschäftsreklame angemessen sein, aber in der Wissenschaft muß dasselbe mit aller Entschiedenheit zurückgewiesen werden. An die Spitze seines Genfer Vortrages hat P a s t e u r die Worte gestellt: Nous avons tous une passion supérieure, la passion de vérité. Mit diesen Worten ist die von P a s t e u r befolgte Taktik nicht in Einklang zu bringen und er wird nicht umhin können, über diese Angelegenheit eine befriedigende Aufklärung zu geben.

Das bis jetzt vorliegende Material ist im ganzen genommen schon ausreichend, um ein bestimmtes Urteil über die nach P a s t e u r s Methode ausgeführte Milzbrand-Präventivimpfung zu gewinnen. Dasselbe würde sich folgendermaßen gestalten: Die Milzbrandbazillen können durch eine eigentümliche Behandlung abgeschwächt werden und als Impfstoff gegen virulentere Stoffe, als sie selbst in dem abgeschwächten Zustande sind, verwertet werden. Die Immunität ist nicht bei allen Tierspezies zu erreichen. Bis jetzt ist das P a s t e u r sche Verfahren anscheinend nur auf Rinder und Schafe anzuwenden. Mit diesem Verfahren sind, wenn Tiere vollständig immun gemacht und insbesondere gegen die natürliche Infektion geschützt werden sollen, bedeutende Verluste verbunden. Je geringer die Verluste bei der Präventivimpfung sind, um so geringer fällt auch der Schutz aus, welcher damit erzielt wird.

In bezug auf die praktische Verwertung sind noch einige weitere Verhältnisse von der höchsten Bedeutung: Zunächst die Frage, wie lange der Impfschutz vorhält. Hierüber sind bis jetzt noch sehr unzureichende Erfahrungen gemacht, aber P a s t e u r

nimmt an, daß die Tiere ungefähr für die Dauer eines Jahres geschützt sind und alljährlich von neuem geimpft werden müssen. Wenn dies richtig ist, dann würden die Verluste infolge der Impfung diejenigen, welche eine Folge der spontanen Krankheit sind, selbst in den am ärgsten von Milzbrand heimgesuchten Gegenden weit übertreffen. Ferner ist noch die hygienische Bedeutung der Präventivimpfung in Betracht zu ziehen. Es ist nämlich nicht zu vergessen, daß die Impfung zum Teil mit dem *deuxième vaccin* vorgenommen wird, einem Stoff, welcher imstande ist, Schafe zu töten, also in seiner unmittelbaren Wirkung auf diese Tiere dem natürlichen Milzbrandstoff nicht viel nachgibt. Es ist auch sehr wahrscheinlich, daß dieses nur mäßig abgeschwächte Krankheitsgift für den Menschen noch nicht ganz ungefährlich geworden ist. Danach muß es aber bedenklich erscheinen, ein solches Gift durch die Verimpfung auf viele Tausende von Schafen überallhin zu verschleppen, die Möglichkeit der Infektion für die nicht geimpften Tiere dadurch zu vervielfältigen und schließlich durch den Verkehr mit der Wolle und den Konsum des Fleisches von kurz zuvor geimpften Tieren Gefahren für den Menschen herbeizuführen. Ich erinnere in dieser Beziehung nur an die Schafpocken, eine Krankheit, welche mit verhältnismäßig geringen Verlusten sich verimpfen läßt, den geimpften Tieren einen sicheren Schutz verschafft und für den Menschen keine Gefahren bietet. Trotzdem ist man zu der Überzeugung gekommen, daß die Schafpockenimpfung am meisten dazu beiträgt, die Schafpocken zu unterhalten und überallhin zu verbreiten und man hat sich infolgedessen veranlaßt gesehen, dieselbe geradezu zu verbieten.

Die Pasteursche Präventivimpfung ist demnach wegen des unzulänglichen Schutzes, welchen sie gegen die natürliche Infektion gewährt, wegen der kurzen Dauer ihrer schützenden Wirkung und wegen der Gefahren, welche sie für Menschen und nicht geimpfte Tiere bedingt, als praktisch verwertbar nicht zu bezeichnen. Es soll damit nicht gesagt sein, daß die Präventivimpfung überhaupt keine Zukunft besitzt, sondern nur, daß die von Pasteur in Vorschlag gebrachte Methode an den erwähnten Mängeln leidet und deswegen unbrauchbar ist. Andere verbesserte Methoden werden vielleicht später das leisten, was man jetzt schon in voreiliger Weise von diesem unvollkommenen Verfahren erwartet hat.

So fraglich nun auch der Nutzen ist, welchen augenblicklich die Praxis von der Präventivimpfung mit dem abgeschwächten Milzbrandgift ziehen kann, so resultiert doch für die Wissenschaft ein großer Gewinn aus der Entdeckung, daß die Milzbrandbazillen abgeschwächt und als Impfstoff benutzt werden können.

Schon vor Pasteur hatte Toussaint gefunden, daß Milzbrandblut durch Behandlung mit verschiedenen Agentien, so durch Zusatz von 1% Karbolsäure oder durch Erwärmung auf 55° C, in seiner Virulenz herabgesetzt, also abgeschwächt wird und daß die subkutane Injektion eines in dieser Weise veränderten Blutes Schafe und junge Hunde gegen Impfung mit unabgeschwächtem Milzbrandgift immun macht. Damit war die Tatsache, daß das Milzbrandvirus abgeschwächt und als Mittel zur Immunisierung gebraucht werden kann, gefunden und Toussaint muß als der eigentliche Entdecker derselben bezeichnet werden. Doch war Toussaints Verfahren ein sehr unsicherés und seine Vorstellung von der Wirkung des abgeschwächten Virus eine irrigé. Während Toussaint darauf ausgegangen war, die Milzbrandbazillen aus dem Blute zu entfernen oder sie zu töten, ist es Pasteurs großes Verdienst, den Beweis geführt zu haben, daß gerade die Milzbrandbazillen denjenigen Bestandteil des Blutes bilden, welcher verändert und abgeschwächt werden muß, und daß die neuen Eigenschaften sich auch in den Nachkommen der abgeschwächten Bazillen erhalten lassen. Gerade

in diesem letzterwähnten Umstande liegt die hohe wissenschaftliche Bedeutung der Entdeckung. Es ist damit zum erstenmal in einer exakten und gegen jeden Einwand gesicherten Weise der Beweis geliefert, daß eine pathogene Bakterienart unter ganz bestimmten Bedingungen ihre pathogenen Eigenschaften verliert, ohne dabei jedoch morphologisch verändert zu werden. Diese Tatsache ist nicht allein für die ätiologische Forschung, sondern in gleichem Maße auch für die biologische Wissenschaft vom höchsten Interesse und wird unzweifelhaft zu weiteren wichtigen Entdeckungen den Weg zeigen. So groß nun aber auch P a s t e u r s Verdienst um diese wertvolle Bereicherung der Wissenschaft ist, so erscheint es doch als eine Ungerechtigkeit, daß, wenn von der Entdeckung der Abschwächung des Milzbrandgiftes und der künstlichen Immunität die Rede ist, der Name T o u s s a i n t s, wie es neuerdings regelmäßig geschieht, entweder ganz in den Hintergrund gestellt oder überhaupt garnicht erwähnt wird. Um jeden Schein der Parteinahme in dieser Sache von mir fernzuhalten, will ich nur an die Worte erinnern, welche B o u l e y, der eifrigste Anhänger P a s t e u r s, in der Sitzung der Akademie am 8. März 1881 sprach, in derselben Sitzung, in welcher B o u l e y der Akademie auch den Bericht über P a s t e u r s Abschwächungsversuche vortrug. Er sagte: „Je maintiens que M. T o u s s a i n t a le mérite d'avoir démontré, par un procédé qui lui appartient, que le virus charbonneux pouvait être transformé en virus vaccinal contre lui-même. M. T o u s s a i n t est l'inventeur de la méthode dont il s'est servi, et cette méthode, il l'a puvée efficace, et, le premier, il a résolu scientifiquement le problème de l'atténuation du virus charbonneux et de sa transformation en virus vaccinal.“

Auch das Verfahren, mittels dessen das Milzbrandvirus in einen Impfstoff verwandelt wird, ist durch P a s t e u r bedeutend verbessert worden. Im Grunde genommen macht es vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet, im Gegensatz zum praktischen Standpunkt, keinen wesentlichen Unterschied, ob mit der Präventivimpfung ein größerer oder geringerer Verlust an Tieren verbunden ist. Der Wissenschaft kommt es allein auf die Tatsache an, daß eine künstliche Immunität sich erzielen läßt. Das T o u s s a i n t s c h e Verfahren lieferte nun aber so unsichere Resultate, daß dieselben anfangs wenig beweisend erschienen, während nach der P a s t e u r s c h e n Methode der Beweis für das Gelingen der künstlichen Immunisierung in vollem Umfange erbracht ist.

Die Erklärung, welche P a s t e u r für den bei der Abschwächung der Bazillen stattfindenden Vorgang gibt, möchte ich indessen nicht für zutreffend halten.

P a s t e u r nimmt nämlich an, daß es der Einfluß des Sauerstoffs sei, welcher die Abschwächung im Laufe einer bestimmten Zeit bewirkt. Die höhere Temperatur wendet er daneben nur in der Absicht an, um die Bazillen an der Sporenbildung und Umwandlung in einen für die Wirkung des Sauerstoffs unzugänglichen Zustand zu verhindern. Nun sprechen aber manche Umstände dafür, daß weniger der Sauerstoff der Luft als höhere Temperaturgrade und außerdem eigentümliche, beim Stoffwechsel der Bakterien entstehende Produkte auf die Bazillen schädlich und abschwächend einwirken.

In bezug auf die abschwächende Wirkung der Temperatur lassen sich folgende Tatsachen geltend machen. T o u s s a i n t hatte gefunden, daß das Milzbrandblut, wenn es 10 Minuten lang auf 55° C erwärmt wird, seine Virulenz zum großen Teil verliert und in einen Impfstoff verwandelt wird. Diese Beobachtung hat C h a u v e a u weiter verfolgt und vor kurzem Mitteilungen über seine höchst interessanten Versuche gemacht. Letztere haben ergeben, daß die Abschwächung um so langsamer zustande kommt, je niedriger die auf das Milzbrandblut einwirkende Temperatur ist. Bei 52° C wird die Abschwächung in 15 Minuten, bei 50° C in 20 Minuten erreicht. Dieselbe Erscheinung

zeigt sich übrigens, worauf ich schon früher aufmerksam zu machen Gelegenheit hatte, auch bei den niedrigeren Temperaturgraden, welche von Pasteur benutzt werden; denn wir sahen in unseren Versuchen, daß sich bei 43° C die Abschwächung in 6 Tagen und bei 42° C in ungefähr 30 Tagen vollzieht. Einen weiteren Beleg für die abschwächende Wirkung der Temperatur auf pathogene Bazillen haben Arloing, Thomas und Cornévin geliefert, welche fanden, daß die Sporen der Rauschbrandbazillen (*Charbon symptomatique*), wenn sie 6 Stunden lang auf eine Temperatur von mehr als 85° C erwärmt werden, ebenfalls ihre Virulenz einbüßen und die Eigenschaften eines Vakzins gegen Rauschbrand annehmen. Schließlich ist noch eine Beobachtung von Fitz zu erwähnen: Derselbe unterwarf die Sporen des *Bacillus butyricus* (des Ferments der Buttersäuregärung) dem Einfluß höherer Temperaturen und es zeigte sich dann, daß wenn dieselben 5 Stunden lang auf 90°, oder 7 Stunden lang auf 80° erhitzt wurden, sie noch imstande waren, sich zu vermehren, aber die Fähigkeit, Gärung zu erregen, verloren hatten. Namentlich in den letzten beiden Fällen, in denen hohe Temperaturgrade auf Sporen wirkten, ist der Einfluß des Sauerstoffs als vollständig ausgeschlossen anzusehen und kann nur noch die Wärme als abschwächendes Agens in Betracht kommen.

Es hat aber den Anschein, daß, wie schon angedeutet wurde, außer der Wärme noch andere den Bakterien feindliche Stoffe die Abschwächung bewirken können. Auch in dieser Richtung verdanken wir Toussaint den ersten Anhaltspunkt, indem er zeigte, daß die Virulenz des Milzbrandblutes durch den Zusatz von Karbolsäure abgeschwächt werden kann. Die Karbolsäure — das Phenol — gehört bekanntlich zu den Stoffwechselprodukten der Bakterien und es weisen manche Tatsachen, deren Aufzählung mich hier zu weit führen würde, darauf hin, daß in gleicher Weise wie das Phenol auch andere ähnliche, beim Wachstum und bei der Vermehrung der Bakterien entstehende Produkte schwächend und das Wachstum hindernd auf dieselben Bakterien einwirken, deren Lebensprozeß sie ihre Entstehung verdanken. Je langsamer die Abschwächung der Milzbrandbazillen bei geringeren Temperaturgraden vor sich geht und je mehr Zeit ihnen zum Wachstum und zur Vermehrung gelassen wird, um so mehr muß sich die schwächende Wirkung solcher Stoffwechselprodukte neben dem Einfluß der Temperatur geltend machen.

Pasteur hat sich zur Stütze seiner Theorie von dem schwächenden Einfluß des Sauerstoffes darauf berufen, daß die Milzbrandbazillen, wenn sie bei Sauerstoffabschluß auf 42—43° erwärmt werden, ihre Virulenz behalten, während sie dieselbe unter Sauerstoffzufuhr verlieren. Hierbei läßt Pasteur aber außer acht, daß ohne Sauerstoff auch kein Wachstum der Milzbrandbazillen stattfindet, sich also jene Stoffwechselprodukte nicht bilden können und damit ein wesentliches Agens der Abschwächung wegfällt.

Einen schlagenden Beweis gegen die schwächende Wirkung des Sauerstoffes liefert schließlich noch folgende Tatsache. Wenn ein Vakzin in nicht zu langen Zwischenräumen immer wieder in neue Nährflüssigkeiten übertragen wird, dann behält er die ihm eigentümliche Virulenz unverändert bei. Läßt man ihn aber lange Zeit in derselben Nährflüssigkeit, ohne ihn weiter zu züchten, dann sinkt allmählich seine Virulenz immer mehr und kann schließlich vollkommen verlorengehen, vorausgesetzt, daß es nicht inzwischen zur Sporenbildung kam. In beiden Fällen wirkt der Sauerstoff gleichmäßig auf die Bazillen ein, und doch werden in dem einen die Bazillen abgeschwächt und in dem anderen nicht. Ich möchte mir diese Erscheinung vorläufig in der Weise erklären, daß die nicht weitergezüchteten Bazillen, welche beständig im Kontakt mit ihren eigenen Stoffwechselprodukten bleiben, durch die Einwirkung dieser letzteren abgeschwächt werden. Die nach Ablauf von wenigen Tagen immer aufs neue in eine frische Nährlösung übertrage-

nen Bazillen werden dagegen fortwährend dem nachteiligen Einfluß der sich bildenden Stoffwechselprodukte früh genug entzogen und bleiben infolgedessen unabgeschwächt, obwohl der Sauerstoff in vollkommen gleicher Weise auf sie einwirken kann wie auf die anderen Bazillen und sich beide auch übrigens unter den gleichen Lebensbedingungen befinden.

So einfach, wie P a s t e u r sich den Vorgang der Abschwächung vorstellt, ist er auf keinen Fall, und man wird, um zu einer befriedigenden Erklärung desselben zu gelangen, sehr verschiedene Momente, die Wärme, chemisch wirkende Agentien, höchstwahrscheinlich auch noch andere bisher unbekannte Bedingungen in Betracht ziehen müssen.

Zum Schluß habe ich noch einige Bemerkungen über die Abschwächung der Krankheitsstoffe im allgemeinen zu machen.

Nach P a s t e u r s Meinung ist die Abschwächung schon bei vier verschiedenen Infektionsstoffen gelungen und es kann mit Rücksicht auf diese Erfolge jetzt schon das Vorhandensein eines allgemein gültigen Gesetzes der Abschwächung und Umwandlung in schützende Impfstoffe angenommen werden, dem sämtliche pathogene Organismen unterworfen sind. Soweit kann man meines Erachtens noch nicht gehen. Bislang ist nur die Abschwächung der Milzbrandbazillen als eine unbestrittene Tatsache anzusehen. Für die übrigen von P a s t e u r hierher gerechneten Infektionsstoffe, nämlich die Mikroben der Hühnercholera, der nouvelle maladie de la rage und des Kaninchentypus bedarf es noch sorgfältiger Nachprüfungen und Bestätigungen seitens zuverlässiger Beobachter. Dieses Verlangen hat um so mehr Berechtigung, als sich zwei der oben genannten Krankheiten unzweifelhaft als mit der Kaninchensepticämie identisch herausgestellt haben und es nach den Untersuchungen von T o u s s a i n t nicht ausgeschlossen erscheint, daß selbst die Hühnercholera ebenfalls dieselbe Krankheit ist wie die Kaninchensepticämie.

Da man mich irrtümlicherweise vielfach für einen prinzipiellen Gegner der Umzüchtung pathogener Mikroorganismen gehalten hat, so möchte ich bei dieser Gelegenheit an das erinnern, was ich in den Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte (Seite 74)¹⁾ und in ähnlicher Weise auch bei anderen Gelegenheiten gesagt habe, „daß ich nämlich keineswegs ein Gegner der Lehre von der Umzüchtung einer Art in eine andere nahe verwandte Art bin und demgemäß auch die Abänderung pathogener Organismen in unschädliche und umgekehrt für möglich halte, doch muß bei der außerordentlichen Tragweite einer solchen Tatsache ein exakter Beweis derselben verlangt werden, ehe sie von der Wissenschaft als vollgültig angenommen werden kann.“ Diesen selben Standpunkt nehme ich auch jetzt noch ein und halte nunmehr, nachdem der Beweis für die Umzüchtung der Milzbrandbazillen in exakter Weise gebracht ist, dieselbe für eine feststehende Tatsache, verlange aber für weitere Umzüchtungsversuche ebenso unwiderlegliche Beweise und bin der Meinung, daß man nicht eher von einem Gesetz der Abschwächung pathogener Mikroorganismen reden kann, als bis es gelungen ist, eine größere Zahl derselben umzuzüchten. Doch ist es in betreff der weiteren Bestrebungen auf diesem Gebiet sehr zu wünschen, daß die dasselbe bearbeitenden Forscher in Zukunft mit größerer Objektivität und mit mehr Selbstkritik zu Werke gehen möchten.

Auch ist nach den bisherigen Erfahrungen dringend davor zu warnen, daß die wissenschaftlichen Ergebnisse zu voreilig in die Praxis übertragen werden. Die Hoffnungen, welche Pasteur an die Schutzimpfung der Hühnercholera knüpfte, haben sich

¹⁾ Diese Werke p. 201. D. Herausgeber.

allem Anschein nach nicht erfüllt, denn es ist nichts davon verlautet, daß von den Geflügelbesitzern die abgeschwächten Mikroben der Hühnercholera verimpft sind. Die Präventivimpfung gegen Milzbrand stellt sich ebenfalls praktisch verwertbar, wenigstens vorläufig, nicht heraus und es hat die Schutzimpfung mit abgeschwächten pathogenen Bakterien bis jetzt eigentliche Erfolge noch nicht aufzuweisen. Wenn also auf dem Kongreß zu Genf P a s t e u r als ein zweiter J e n n e r gefeiert wurde, so geschah dies wohl etwas verfrüht, und man hatte außerdem offenbar im Drange der Begeisterung vergessen, daß J e n n e r s segensreiche Entdeckung nicht Schafen, sondern Menschen zugute gekommen ist.

Sollte es in Zukunft einmal gelingen, die den Menschen unmittelbar angehenden Bakterien, von denen wir bereits die Bazillen der Tuberkulose, der Lepra, des Abdominaltyphus, die Mikrokokken des Erysipelas, die Spirochaeten des Recurrens, also eine für Abschwächungsversuche hinreichende Zahl, kennen, abzuschwächen und in schützende Impfstoffe zu verwandeln, dann erst wird die Präventivimpfung mit abgeschwächten Infektionsstoffen in Wahrheit Triumphe feiern können.
