

UNIVERSITÄT FREIBURG I. BR.

---

ÖFFENTLICHE FEIER  
DER ÜBERGABE DES  
REKTORATS

am 12. Mai 1928

---

Rede des antretenden Rektors

**Geh. Reg.-Rat Prof. Paul Uhlenhuth**

Dr. med. et med. vet. h. c.

Die Bedeutung des Tierexperiments für die Medizin,  
besonders für die Erforschung des Wesens, der  
Erkennung und Bekämpfung der Seuchen.

---

Bericht des abtretenden Rektors

**Prof. ord. Friedrich Brie**

✱

1928

Preßverein Freiburg i. Br. G. m. b. H.

KA

87

1214

Rede des antretenden Rektors  
GEH. REG.-RAT PROF. PAUL UHLENHUTH  
Dr. med. et med. vet. h. c.

---

Hochansehnliche Versammlung, liebe Kommilitonen!

Groß und gewaltig, hoch und ideal sind die Aufgaben und Ziele der hygienischen Wissenschaft, die ich als Lehrer und Forscher zu vertreten die Ehre habe. Ist sie doch dazu berufen, eines der kostbarsten Güter, die Gesundheit, zu schützen und zu schirmen und alle ihr drohenden Gefahren mit der ganzen Macht der ihr zu Gebote stehenden Mittel zu bekämpfen.

Zu einem solchen Kampf fordern uns vor allem heraus jene größten Feinde des Menschengeschlechtes, die zu allen Zeiten, im Krieg und im Frieden, ihre grausame Ernte unter den Völkern gehalten haben. Das sind die Seuchen. Noch bis vor wenigen Jahrzehnten stand man ihnen ratlos und machtlos gegenüber, da man die Ursache nicht kannte.

Diese mit Hilfe besonderer Methoden als spezifische lebende Mikroorganismen erkannt, und zugleich in seiner Werkstätte die Waffen zum Kampf gegen diese Erreger geschmiedet zu haben, ist das unsterbliche Verdienst von Robert Koch, den wir Deutsche mit freudigem Stolz den Unsern nennen dürfen.

Viel zu wenig beachtet und gewürdigt ist die fundamentale Bedeutung, die dem Tierexperiment bei der Erforschung der ansteckenden Krankheiten zukommt. Es dürfte daher eine dankbare Aufgabe sein, in großen Zügen und an einzelnen Beispielen uns zum Bewußtsein zu bringen, was der Tierversuch für die Erforschung des Wesens, für die Erkennung und Bekämpfung der Seuchen geleistet und was ihm unsere Wissenschaft auch sonst zu verdanken hat.

Da sich meine eigene Lebensarbeit als Forscher auf dem Tierversuch aufbaut, sei es mir gestattet, auch dieser dabei zu gedenken. —

Wollen wir die gewaltigen Fortschritte unserer Wissenschaft, denen Robert Koch den Stempel seines schöpferischen Geistes aufgeprägt hat, richtig würdigen und zeigen, wie hilfreich der Tierversuch sich dabei erwiesen hat, so müssen wir uns im Geiste 50 Jahre zurückversetzen — in die Morgendämmerung bakteriologischer Forschung.

Damals bildete die Bakteriologie, wie R. Koch in seiner Antrittsrede in der Berliner Akademie der Wissenschaften ausgeführt hat,<sup>1</sup> nur einen winzigen Abschnitt der Botanik, die kaum ein Dutzend Arten von pflanzlichen Mikroorganismen umfaßte.

Fast der einzige, der sich damit ernstlich beschäftigte, und der die Bakterien systematisch zu ordnen versuchte, war der Breslauer Botaniker Ferdinand Cohn, während andere von einer Trennung der Bakterien in wohlcharakterisierte Arten überhaupt nichts wissen wollten. Nägeli, einer der bedeutendsten Botaniker jener Zeit, unterschied zwar zwischen Fäulnis- und Contagienpilzen, nahm aber an, daß diese in kurzer Frist wechselseitig ineinander übergehen und „bald die Säuerung der Milch, bald die Fäulnis der Eiweißstoffe, bald die Zersetzung des Harnstoffes bewirken und bald Diphtherie, bald Cholera, bald Typhus, bald Rückfallfieber erzeugen können“. Wie Nägeli, so war auch der berühmte Chirurg Billroth der Anschauung, daß distincte Bakterienarten nicht beständen. Er glaubte vielmehr, daß die bei den verschiedensten Wundinfektionskrankheiten gefundenen Bakterien, die er „Coccobakteria septica“ nannte, ein und derselben Bakterienart angehörten, die je nach ihrem Fundort sich dem Körper anpassen<sup>2</sup>.

So dachte man damals über die krankmachenden Mikroorganismen, trotzdem bereits Louis Pasteur durch seine epochemachenden Arbeiten bei den verschiedenen Gärungen ganz bestimmte kleine Lebewesen festgestellt hatte. Selbst die Entdeckung von Spirochaeten im Blut bei Rückfallfieberkranken durch Obermeier vermochte die Lösung der Spezifitätsfrage nicht zu fördern, da ihr Vorkommen allein noch nichts bewies und die Tierversuche zunächst erfolglos waren. Alles drehte sich um die Frage: „Gibt es wohlumgrenzte Arten von Bakterien, gibt es spezifische Krankheitserreger, oder gibt es nur eine Art mit unbegrenzter Vielgestaltigkeit und Wandelbarkeit?“

Hier beginnen die berühmten Arbeiten des damaligen jungen Kreisphysikus in Wollstein Robert Koch. Da sehen wir den vielbeschäftigten Arzt, ganz auf sich selbst angewiesen, in seinem

---

<sup>1</sup> R. Koch: Antrittsrede in der Berliner Akademie der Wissenschaften 1. Juli 1909; s. D. m. W. 1909, Nr. 29.

<sup>2</sup> s. Abel: Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Infektion usw., Hdb. d. path. Mikroorganismen von Kolle-Kreus-Uhlenhuth, Bd. I.

bescheidenen Laboratorium, das er von seinem Sprechzimmer durch einen Vorhang abgetrennt hatte, bei der Arbeit an seinem neuen Mikroskop, das ihm seine Frau dank besserer Einnahmen aus der Praxis zum Geburtstage geschenkt hatte. Die Ursache des Milzbrandes, der in seinem Kreise unter dem Rindvieh herrschte, galt es zu erforschen. Schon lange hatte man im Blute milzbrandkranker Tiere glashelle stäbchenförmige Gebilde gesehen (Pollender, Brauell, Davaine). Ob das aber lebende Erreger oder kristallinische Ausscheidungen waren, blieb ungeklärt. — Wie war das zu entscheiden? Waren es lebende Erreger, so dachte Koch, so müßten sie sich vermehren und ihr Wachstum und ihre Entwicklung sich verfolgen lassen.

Das Tierexperiment brachte ihm die Entscheidung. Denn wenn er, in Fortsetzung der Versuche von Davaine, mit dem stäbchenhaltigen Blut Mäuse impfte, so gingen sie regelmäßig zugrunde und bei weiterer Fortimpfung in Passagen konnte er immer wieder die tödliche Krankheit erzeugen, und in der Milz dieser Tiere fand er immer wieder diese Stäbchen. Es waren also lebende vermehrungsfähige Mikroorganismen. Diese verfolgte er unter dem Mikroskop auf einem heizbaren Objektisch. Er sah, wie sie zu Fäden auswuchsen und im Innern Sporen bildeten, und wie diese Sporen in frischen Nährsubstraten wieder zu Fäden auswuchsen und den gleichen Entwicklungsgang durchmachten. Und mit solchen Sporen konnte er wieder bei Mäusen Milzbrand hervorrufen, nicht aber mit anderen Bakterien.

So war es mit Hilfe des Tierexperimentes zum ersten Male gelungen, einen spezifisch pathogenen Mikroorganismus als Erreger einer Infektionskrankheit nachzuweisen.

Ehe R. Koch im Jahre 1876 diese Arbeit veröffentlichte, fuhr er nach Breslau, um die Ergebnisse seiner Untersuchung Ferdinand Cohn zu demonstrieren. Der Eindruck, den diese Demonstration des bis dahin völlig unbekanntem Wollsteiner Physikus auf ihn gemacht hat, muß ein überwältigender gewesen sein. Ohne Hut auf dem Kopfe stürmte er hinüber in das pathologische Institut und rief seinen dort tätigen Kollegen Cohnheim und Weigert zu: „Nun lassen Sie alles stehen und liegen und kommen Sie schleunigst zu mir herüber; da ist ein junger Landarzt, der hat Dinge über den Milzbrand gesehen und kann sie uns zeigen, die wahrlich unerhört sind. Ich glaube, daß Koch uns alle noch einmal mit weiteren Entdeckungen überraschen und beschämen wird.“

Und diese ließen nicht lange auf sich warten, denn bald (1878) schien seine zweite berühmte Arbeit über die Ätiologie der Wundinfektionskrankheiten. Beim Studium dieser Krankheiten war er mangels geeigneter Krankheitsfälle auf das Tierexperiment angewiesen. Es gelang ihm durch Einspritzung putrider Stoffe bei Mäusen und Kaninchen die wichtigsten Wundinfektionskrankheiten (Septicaemie, Pyaemie, progressive Eiterung, Gangrän, Erysipel) zu erzeugen, sie immer wieder von Tier zu Tier weiter zu verimpfen und für jede Krankheit spezifische scharf charakterisierte Bakterien festzustellen. Es zeigte sich in geradezu überraschender Weise, daß es keinen besseren Reinkulturapparat gibt, als den Tierkörper, indem es ihm gelungen war, aus dem im faulen Blut vorhandenen Gemisch von Bakterien eine ganz bestimmte Art, die allein im Tierkörper zur Entwicklung kommt, frei von fremden Keimen rein zu gewinnen. Ja, er war sogar imstande, zwei verschiedene pathogene Arten durch den Tierkörper voneinander zu trennen, Mäusesepticaemiebazillen, die mit den Necrose verursachenden Kokken in der weißen Maus sich entwickelten, gediehen nicht in der Feldmaus, in der nur die letzteren zu wachsen imstande waren.

So hat R. Koch auch durch diese Untersuchungen mit Hilfe des Tierexperimentes spezifisch unabänderliche Arten krankmachender Bakterien festgestellt.

Nachdem Robert Koch dann die bakteriologische Methodik, die Präparation, Färbung und mikroskopische Optik (Abbé) weiter ausgebaut und vor allem gezeigt hatte, daß man aus Bakteriengemischen auf festen erstarrungsfähigen Nährböden die spezifischen Arten auch außerhalb des Tierkörpers in Reinkultur isolieren und mit diesen wieder Tiere in charakteristischer Weise infizieren konnte, war mit einem Male die Bahn frei für die weitere ätiologische Erforschung der Infektionskrankheiten. Wie reife Früchte fielen — um mit seinen eigenen Worten zu reden — ihm und seinen Mitarbeitern die Entdeckungen in den Schoß.

Es folgte die Entdeckung des Tuberkelbazillus und des Cholerabazillus (durch Koch selbst), des Typhusbazillus, des Erregers der Diphtherie, des Rotzes, des Rotlaufs, der Influenza, der Ruhr, des Tetanus, der Pneumonie, der Pest und wie sie alle heißen. Und bei all diesen wichtigen Entdeckungen, die sich weiterhin auch auf die tierischen Mikroorganismen, die Protozoen und auf das unsichtbare, filtrierbare Virus erstreckten, hat wiederum das Tierexperiment hilfreiche Dienste geleistet,

besonders für das Studium des Wesens der Krankheit und der Biologie ihrer Erreger innerhalb und außerhalb des Tierkörpers.

Wenn ich es mir auch versagen muß, das im einzelnen näher auszuführen, so muß hier doch als Schulbeispiel der größten aller Entdeckungen auf diesem Gebiet gedacht werden, der Entdeckung des Tuberkelbazillus, die Robert Koch — als Regierungsrat in das Kaiserliche Gesundheitsamt berufen — in der denkwürdigen Sitzung der Berliner Physiologischen Gesellschaft am 24. 3. 1882 in geradezu klassischer Weise vortrug. War schon durch Versuche von Villemain, Cohnheim und Salomonsen gezeigt, daß die Tuberkulose auf Tiere übertragbar ist, so herrschte über die Art und das Wesen des Erregers noch tiefes Dunkel. Mit verschiedenartigem Tuberkulosematerial impfte er Meerschweinchen und konnte immer wieder dasselbe typische Krankheitsbild mit gleichen pathologischen Veränderungen feststellen. Durch neue Färbungsmethoden gelang es ihm dann, in den veränderten Geweben stets die gleichen feinen Stäbchen aufzufinden und sie auf besonderen neuen Nährböden (Blutserum) rein zu kultivieren und mit den Reinkulturen bei Tieren konnte er immer wieder Tuberkulose erzeugen.

Damit hatte er mit Hilfe des Tierversuchs den Beweis erbracht, daß diese gewaltigste, das Menschengeschlecht dezimierende Krankheit eine bazilläre, also eine vermeidbare Krankheit ist, gegen die mit Erfolg anzukämpfen, nunmehr die Aussicht eröffnet war. Ohne das Tierexperiment wäre diese segensreiche Entdeckung nie möglich gewesen.

Wie nützlich sich der Tierversuch auch in letzter Zeit für die Erforschung des Wesens einer Infektionskrankheit erwiesen hat, möchte ich Ihnen auf Grund eigener Forschungsergebnisse noch an einem anderen Beispiel zeigen.

Im Sommer 1915 traten im Armeegebiet der 7. Armee, deren beratender Hygieniker ich war, an der Aisnefront zahlreiche Fälle von ansteckender Gelbsucht (Weil'sche Krankheit)<sup>1</sup> auf, eine Seuche, die unter schweren Allgemeinerscheinungen häufig zum Tode führt und deren Ursache und Wesen völlig unbekannt war. Nachdem alle in unserem Feldlaboratorium zusa-

---

<sup>1</sup> s. Uhlenhuth und Fromme; Zusammenfassender Artikel über Weil'sche Krankheit im Handbuch der path. Mikroorganismen von Kolle-Kreus-Uhlenhuth, Bd. VII (im Druck).

men mit Fromme unter den schwierigsten Verhältnissen unruhiger Kampftage ausgeführten Versuche, den Erreger kulturell oder mikroskopisch nachzuweisen, erfolglos geblieben waren, führte uns der Tierversuch zu einem vollen Erfolg. Es gelang uns durch Einspritzung von Blut frisch erkrankter Soldaten bei Meerschweinchen, die wir zu vielen Hunderten requiriert und in einem Gewächshaus untergebracht hatten, das typische Bild der Gelbsucht zu erzeugen und in Passagen weiterzuimpfen (s. auch Hübener und Reiter).

In der Leber der an der Krankheit zugrunde gegangenen Tiere konnten wir dann (im gefärbten und lebenden Präparat) den Erreger in Gestalt einer sehr feinen schraubchenförmigen Spirochaete von einem ganz neuartigen Formentypus auffinden, den wir *Spirochaeta icterogenes* genannt haben und der unabhängig von uns fast zu gleicher Zeit auch von den Japanern in ihrem Heimatland entdeckt worden ist. Nachdem es uns dann — ebenso wie Ungermann — gelungen war, Reinkulturen in Serumwasser zu erzielen, konnten wir damit wieder Meerschweinchen krank machen und in diesen wieder den Erreger nachweisen, so daß damit wieder der Beweisring geschlossen war. So konnte die Ursache der Weil'schen Krankheit lediglich durch den Tierversuch aufgeklärt werden, und wenn wir heute besonders in zweifelhaften Krankheitsfällen, wo die Gelbsucht noch fehlt, eine sichere Diagnose stellen wollen, so ist hier in erster Linie der Tierversuch entscheidend. Durch umfangreiche weitere Untersuchungen, die wir im Felde und später in der Heimat anstellten, konnten die Biologie des Erregers, die Ausscheidung aus dem Körper, die Infektionswege bis ins einzelste klargelegt werden und wir konnten schon im Felde auf Grund weiterer Tierversuche, wie wir noch sehen werden, ein Serum gegen diese Krankheit herstellen, das bei der Bekämpfung dieser Seuche eine wichtige praktische Bedeutung erlangt hat.

Auch unsere Vermutung, daß die Krankheit durch Ratten übertragen wird, die bekanntlich mit unseren Soldaten in den tiefen Stollen und Unterständen vielfach in Symbiose lebten, wurde durch den Tierversuch von japanischen Forschern, sowie von uns selbst in positivem Sinne entschieden, indem durch Verimpfung von Urin und Nierengewebe anscheinend gesunder Ratten Meerschweinchen in etwa 15 % der Fälle an typischer Gelbsucht erkrankten. Das war an der Front, in Straßburg und Berlin so, und ist auch hier bei den Freiburger Ratten der Fall. Und auf der ganzen

Welt hat man diese Beobachtung bestätigt, daß die Ratten vielfach mit ihrem Urin die virulenten Erreger dieser Krankheit verbreiten.

Noch ein anderes interessantes Ergebnis hat der Tierversuch bei diesen Forschungen gezeitigt. In Friedenszeiten ist diese Krankheit in verschiedenen Garnisonen nach dem Baden in bestimmten Flüssen beobachtet worden. Das veranlaßte uns, im Wasser nach diesen Spirochaeten zu suchen. Wir fanden mit Zülzer solche morphologisch vollkommen identische Spirochaeten in verschiedenen Gewässern, sogar in den Zapfhähnen der Wasserleitungen (in Berlin und auch hier in Freiburg), die aber bei Verimpfung auf Meerschweinchen zunächst ganz harmlos waren und auch biologisch zunächst erhebliche Unterschiede aufwiesen. Es ist uns dann (mit Zülzer und Herrmann, sowie Großmann) in einigen Fällen gelungen, in lange fortgezüchteten Serumkulturen und vor allen Dingen durch Passagen im Meerschweinchen diese harmlosen Spirochaeten in pathogene mit den typischen Eigenschaften der Weilspirochaeten umzuwandeln (wie auch Zülzer und Bärman). Vermutlich kommen ähnliche Umwandlungen in der Natur auch in den Ratten vor, die solche Wasserspirochaeten in sich aufnehmen. Das gleiche trifft auch vielleicht beim Menschen zu, eine Frage, die für die Entstehung der Seuchen eine eminente Bedeutung beansprucht, denn es ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß die Erreger von Seuchen sich phylogenetisch aus harmlosen Saprophyten entwickelt haben. Ein Beweis dafür erscheint mir durch unsere Tierexperimente erbracht. So hat sich auch in dieser Beziehung der Tierversuch als außerordentlich fruchtbar erwiesen. Bemerkt sei noch, daß neuerdings von meiner Mitarbeiterin Fräulein Dr. Zülzer auch in reinem Flußwasser in Sumatra ohne Beziehungen zu Ratten primär virulente Weilspirochaeten durch den Tierversuch nachgewiesen worden sind.

Auch das Wesen einer anderen Gruppe von Krankheiten, die für die Volksgesundheit von allergrößter Bedeutung sind und von denen manche früher für ansteckend gehalten wurden, ist durch das Tierexperiment restlos aufgeklärt worden.

Bekannt und gefürchtet war hauptsächlich in den Reis essen den Ländern (China, Indien, Japan) die Beri-Beri, eine mit schweren Nervenentzündungen, Lähmungen, Wassersucht und allgemeinem Kräfteverfall einhergehende Krankheit, die besonders im russisch-japanischen und im Balkankriege zahlreiche Opfer ge-

fordert hat. Machtlos stand man dieser Krankheit gegenüber, weil man ihr Wesen nicht kannte.

War es eine Infektionskrankheit, eine Vergiftung oder was war die Ursache? Der Tierversuch gab die Antwort. Es war der bekannte holländische Tropenhygieniker Eykman, der mit einem Schlage die Sachlage klärte. Er beobachtete bei Hühnern in einem Spital eine Krankheit, die mit der Beri-Beri des Menschen größte Ähnlichkeit zeigte. Nun konnte er feststellen, daß die Hühner seit einiger Zeit statt mit rohem, ungeschältem, mit gekochtem geschältem Reis aus der Spitalküche gefüttert worden waren. Gab er dann solchen Hühnern kleinste Mengen von ungeschältem Reis oder Reiskleie, so konnte die Krankheit geheilt und auch der Ausbruch der Krankheit verhindert werden. Das Fehlen einer lebenswichtigen Substanz in geschältem Reis war also, wie der Tierversuch zeigte, die Ursache.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Skorbut, einer durch schwere Haut- und Schleimhautblutungen, Blutarmut, Gelenkschmerzen und Schwäche charakterisierten Krankheit, die bei Säuglingen unter dem Namen der Möller-Barloffschen Krankheit bekannt ist. Axel Holst konnte, als er Meerschweinchen mit Getreidekörnern oder mit Brot fütterte, eine Krankheit erzeugen, die mit dem menschlichen Skorbut weitgehend übereinstimmte. Durch geringe Zufuhr von frischen Vegetabilien, Zitronen- und Apfelsinensaft oder Preßsaft von Rüben konnte diese Krankheit geheilt werden.

Auf Grund weiterer Tierversuche an Ratten und Hunden kam man dann weiterhin zu der Erkenntnis, daß die englische Krankheit — Rachitis — sowie eine bestimmte Augenerkrankung, besonders der Kinder, die zur Erblindung führen kann, auf den Mangel bestimmter Stoffe in der Nahrung beruht und daß das Fehlen besonderer Nahrungsstoffe auch das Wachstum und die Fortpflanzung beeinträchtigt, ja sogar Unfruchtbarkeit (Evans) bedingt. Fünf solcher akzessorischer Nahrungsstoffe, die wir Vitamine nennen, sind bisher bekannt. Wenn sie auch zum großen Teil vorläufig chemisch noch wenig charakterisiert sind, so kann man das antirachitische Vitamin, wie die Untersuchungen von Pohl und Windaus gezeigt haben, durch Bestrahlung aus dem Ergosterin herstellen und auch in der Milch durch die Höhensonne anreichern.

Die eminente Bedeutung dieser Stoffe, die wir, wie gesagt, hauptsächlich in frischen grünen Gemüsen, Obst, auch

in Milch, Butter, Fisch, Lebertran zu uns nehmen und die schon in ganz minimalen Mengen wirksam sind, wäre ohne Tierversuch niemals richtig erkannt worden. Für ihren Nachweis ist allein der Tierversuch entscheidend.

Zur Beruhigung ängstlicher Gemüter sei aber ausdrücklich betont, daß der Bedarf an Vitaminen bei frei gewählter Kost auch ohne unser Zutun gedeckt wird. Anders bei Massenernährung oder Ernährung des Säuglings. Und wenn heutzutage die Mütter ihren Säuglingen Spinat, Zitronensaft oder Tomaten geben, so tun sie das in der durch den Tierversuch gewonnenen Erkenntnis, daß die Vitamine imstande sind, sie gegen Skorbut, Rachitis und andere Krankheiten zu schützen.

## II.

Meine Damen und Herren! Wenn wir uns nun weiterhin der zweiten Frage zuwenden und uns vergegenwärtigen, was der Tierversuch für eine richtige, frühzeitige Erkennung der ansteckenden Krankheiten geleistet hat, so müssen wir feststellen, daß er sich hier als überaus wertvoll und in vielen Fällen als unentbehrlich erwiesen hat. Das sahen wir schon bei der Weil'schen Krankheit und sahen es beim Milzbrand, der bei Mensch und Tier auch hier in Baden nicht selten beobachtet wird im Zusammenhang mit der Borsten- und Lederindustrie, wobei ausländische Felle und Tierhaare verarbeitet werden, die bekanntlich häufig mit Milzbrandbazillen behaftet sind.

Wenn das zu untersuchende Material nur wenig Milzbrandbazillen enthält oder diese durch Fäulnisbakterien überwuchert sind, so ist der Tierversuch an der Maus vielfach das einzige Mittel, um die Milzbrandbazillen nachzuweisen und damit die Grundlage für medizinale- und veterinärpolizeiliche Maßnahmen.

Von ähnlicher Bedeutung ist der Mäuseversuch bei der bakteriologischen Feststellung des so gefürchteten Wundstarrkrampfes.

Beim Rotz der Pferde, der, auf den Menschen übertragen, eine sehr gefährliche Krankheit darstellt und wo der direkte Nachweis des Erregers in dem blutigen Sekret der Nase und in den pustulösen Geschwüren selten gelingt, ist der Meerschweinchenversuch oft von unschätzbarem Wert. Nach geeigneter Impfung erkranken diese Tiere an typischen Hodenentzündungen, in denen dann die Erreger nachgewiesen werden können.

Unentbehrlich ist der Tierversuch bei der Feststellung der Tuberkulose. Ein einziger Tuberkelbazillus genügt, um ein Meerschweinchen krank zu machen.

In den Fällen, wo der mikroskopische Nachweis der Tuberkelbazillen versagt oder zweifelhaft ist, wie in einem verdächtigen Auswurf oder Eiter, einem Erguß in die Brusthöhle, einer verdächtigen Hirnhaut- oder Nierenentzündung oder der Milch perl-suchtverdächtiger Rinder, ist nur der Tierversuch entscheidend.

Was das für den Arzt, den Kranken und seine Familie zu bedeuten hat, bedarf keiner weiteren Erörterung, hängen doch die weitere Behandlung des Kranken und die Schutzmaßnahmen für die Umgebung häufig davon ab.

Von größter Bedeutung ist der Tierversuch bei der Erkennung einer gemeingefährlichen, exotischen Krankheit, der Pest. Mit Grausen denken Sie dabei an den schwarzen Tod, jene furchtbare Epidemie von Lungenpest, an der im Mittelalter in wenigen Jahren 24 000 000 Menschen, das heißt der vierte Teil von Europas Einwohnern dahingerafft wurde und von der Boccaccio in seinem Decamerone eine ergreifende Schilderung gibt.

Von bleichem Schrecken gelähmt, stand man dieser Seuche als einer vernichtenden elementaren Gewalt, die alle Bande der Ordnung und der Familie löste, ratlos und machtlos gegenüber und suchte ihr durch fanatisches Flagellantentum und Judenverfolgung Einhalt zu tun. Trotzdem sich die Seuche in den letzten Jahrhunderten im allgemeinen auf ihre Heimatgebiete zurückgezogen hat, so wurde sie doch von dort — den Verkehrsstraßen folgend — in die verschiedensten Hafenstädte verschleppt.

Zur Zeit herrscht sie besonders in Britisch-Indien, wo jährlich 400 000 Menschen an der Pest zugrunde gehen.

Heute kennen wir zum Glück den Erreger dieser Seuche, wir wissen auch, daß die Pest eine Rattenkrankheit ist und durch Rattenflöhe auf Ratten und Menschen übertragen wird.

Die frühzeitige Erkennung der Rattenpest auf Schiffen, sowie der ersten Fälle unter den Menschen ist daher die wichtigste Forderung für die Fernhaltung der Seuche von unseren Häfen.

Die strenge Überwachung des Seeverkehrs, sowie die Beobachtung der Rattenverhältnisse in den Häfen, die Durchsuchung der Schiffe auf tote Ratten und ihre bakteriologische Untersuchung

ist daher amtlich vorgeschrieben und international geregelt. (Sanitätskonferenz Paris 1926.) Da es sich vielfach bei den toten Ratten um faules Material handelt, wo die bakteriologische Untersuchung versagt, so ist hier der Tierversuch, d. h. die Verimpfung auf die äußerst empfänglichen Meerschweinchen und Ratten zur Feststellung der Pest vielfach von ausschlaggebender Bedeutung. In den Jahren 1899 bis 1910 wurden im hygienischen Institut in Hamburg 20 761 Rattenkadaver untersucht und davon 224 mit Pestbazillen behaftet gefunden.

So pocht die Pest — auf Eintritt lauernd — auch heute noch an die Pforten von Europa, und wenn sie keinen Einlaß findet, so verdanken wir das den auf den Tierversuch sich stützenden hygienischen Maßnahmen.

Wie die Pest, so entstehen auch die Pocken lediglich durch Einschleppung aus dem Ausland.

Wenn auch dank der bei uns eingeführten Schutzimpfung die Gefahr der Ausbreitung nicht groß ist, so muß doch wachsam darauf geachtet werden, daß jeder Pockenfall, der etwa eingeschleppt wird, sofort erkannt wird.

Der Arzt ist dazu auf Grund klinischer Erscheinungen nur selten in der Lage, da er meist echte Pocken nie gesehen hat und die Krankheit bei Geimpften meist ganz leicht verläuft. Da wir auch den Erreger der Pocken, der zu den unsichtbaren filterbaren Mikroorganismen gehört, nicht züchten können, so können solche Fälle, wie die Erfahrung gelehrt hat, unerkannt bleiben und zum Ausgangspunkt einer Epidemie werden.

Auch ist die Unterscheidung von harmlosen Windpocken in solchen Fällen klinisch vielfach kaum möglich. Nur der Tierversuch bringt die Entscheidung, wie die Arbeiten von Guarnieri und Paul gezeigt haben. Impft man den Inhalt verdächtiger Pusteln auf die scarifizierte Hornhaut von Kaninchen, so entstehen, wenn es sich um Pocken handelt, makroskopisch sichtbare, erhabene, knötchenförmige Verdickungen und mikroskopische Zelleinschlüsse, die die Diagnose sichern. Amtlich ist es daher vorgeschrieben, daß in jedem verdächtigen Falle der Bläscheninhalt auf einem Objektträger angetrocknet an die amtlichen Untersuchungsstellen eingeschickt wird.

So ist der Arzt jederzeit in der Lage, bei pockenverdächtigen Krankheiten eine Sicherung der Diagnose mit Hilfe des Tierexperiments herbeizuführen, was medizinapolizeilich von ungeheurer Bedeutung ist.

Durch entsprechende Verimpfung auf die Kaninchenhornhaut konnte auch gezeigt werden, daß die Übertragung in der Regel von der Schleimhaut des Mundes, des Rachens, der Luft- röhre und der Nase erfolgt, und weniger, wie man bisher an- genommen hat, von der Haut aus, und daß die Krankheit schon frühzeitig vor Ausbruch des Hautausschlages hochgradig infektiös ist und durch Tröpfcheninfektion (beim Husten, Niesen) ver- breitet werden kann (G i n s). Nur der T i e r v e r s u c h konnte diese für die Bekämpfung der Krankheit so überaus wichtige Aufklärung bringen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der H u n d s w u t, die durch den Biß toller Hunde auf den Menschen übertragen wird und die ebenfalls meist vom Ausland eingeschleppt wird. Hier ist die Erkennung und Unschädlichmachung der ersten Fälle unter den Tieren von größter Bedeutung auch für den Menschen. Das stößt häufig auf große Schwierigkeiten, da die Krankheit beim Hunde unter wenig charakteristischen Erscheinungen verlaufen kann, und wir den unsichtbaren Erreger nicht züchten können. Da die von N e g r i in den Gang'ienzellen bestimmter Gehirnteile gefundenen, für Tollwut charakteristischen E i n s c h l u ß k ö r - p e r c h e n nicht immer nachweisbar sind, besonders wenn das Material in Fäulnis übergegangen ist, führt in solchen Fällen die V e r i m p f u n g a u f K a n i n c h e n o d e r R a t t e n, die dann an Tollwut zugrunde gehen, häufig noch zum Ziel.

Es ist daher gesetzliche Vorschrift, daß das G e h i r n toll- wutverdächtiger Hunde in allen Fällen, in denen ein Mensch ge- bissen worden ist, zur Sicherung der Diagnose bestimmten In- stituten zur Untersuchung zugeschickt werden muß. —

Doch genug von solchen Beispielen, die die hohe dia- g n o s t i s c h e B e d e u t u n g des T i e r v e r s u c h s beweisen. Als wichtige Tatsache sei aber noch hervorgehoben, daß es bei diesen kulturell nicht züchtbaren Virusarten wie Pocken, Toll- wut, Maul- und Klauenseuche, Schweinepest, Fleckfieber sowie Hühnerdiphtherie — deren Identität mit Hühnerpocken i c h zu- erst (mit C a r n w a t h) nachgewiesen habe — nur durch T i e r p a s s a g e n möglich ist, das Virus am Leben zu er- halten, was, wie wir noch sehen werden, auch für die Her- stellung von Schutz- und Heilserumstoffen von besonders wich- tiger Bedeutung ist. Ähnliches trifft zu bei gewissen Protozoen, besonders bei Trypanosomen, z. B. den Erregern der Schlaf- krankheit, während es andererseits auch Krankheiten gibt, wie Masern, Scharlach, die sich überhaupt auf Tiere bis jetzt nicht übertragen lassen.

Daß der T i e r v e r s u c h auch bei in Reinkultur züchtbaren Krankheitserregern zur U n t e r s c h e i d u n g von verwandten

harmlosen Mikroorganismen, sowie zur Prüfung ihrer Virulenz und zum Nachweis ihrer Giftwirkung eine große Rolle spielt, sei nur angedeutet unter Hinweis auf die Erreger der Diphtherie, der Fleischvergiftungen, des Paratyphus, des Milzbrandes, der Pest usw.

Noch in anderer Weise hat sich der Tierkörper für die Diagnose von Infektionskrankheiten als unentbehrlich erwiesen.

Seit Jahrtausenden weiß man, daß gewisse ansteckende Krankheiten den Menschen oder das Tier nur einmal befallen, so sehr sie später auch einer erneuten Ansteckung ausgesetzt sind. Daraus schloß man, daß der Organismus nach Überstehen der Krankheit Schutzstoffe gebildet haben mußte, er mußte immun geworden sein. Diese wunderbare Erscheinung blieb aber in tiefes Dunkel gehüllt, bis Emil von Behring ihr Wesen erkannte, und die epochemachende Entdeckung (1890) machte, daß im Blutserum von Tieren nach Vorbehandlung mit Diphtherie- und Wundstarrkrampfgift Vorbehandlung mit Diphtherie- und Wundstarrkrampfgift Schutzstoffe bzw. Gegengifte (Antikörper) gebildet werden, die das betreffende Gift im Körper und auch im Reagenzglase unschädlich machen und den Organismus gegen die deletäre Wirkung dieser Gifte zu schützen vermögen.

Die auf dem Tierversuch basierende Entdeckung dieser Antitoxine, die für die Serumtherapie, wie wir noch sehen werden, von ungeahnter Bedeutung geworden ist, wurde der Ausgangspunkt für eine ganz neue Wissenschaft, die Immunitätsforschung und Serumdiagnostik. Es zeigte sich nämlich, daß es sich hier um ein allgemein biologisches Grundgesetz handelt.

Denn wie gegen Diphtherie- und Tetanusgift, so konnten durch entsprechende Vorbehandlung von Tieren nicht nur gegen andere pflanzliche und tierische Gifte Gegengifte erzeugt werden, sondern auch ganz spezifische Antikörper gegen alle möglichen Krankheitserreger, ja irgendwelche pflanzliche und tierische Zellen und ihr gelöstes Zell-eiweiß.

Bringt man das Serum so vorbehandelter Tiere mit den betreffenden Substanzen im Reagenzglase zusammen, so treten ganz spezifische Reaktionen auf.

So sehen wir bei entsprechender Versuchsanordnung bald eine Auflösung (Lysis) (R. Pfeiffer), bald eine Zusammenballung (Agglutination) der Bakterien (Gruber und Durham) oder Zellen oder auch einen Niederschlag (Präcipitation) in den betr. bakterienfrei filtrierten Kulturflüssigkeiten (R. Kraus) eintreten.

Diese und andere geheimnisvollen spezifischen Stoffe, die nur die tierische Zelle in ihrer Werkstätte, nicht aber der Chemiker in seinem Laboratorium bereiten kann, sind es, die als spezifische biologische Reagenzien bei der Erkennung der Infektionskrankheiten und damit für die praktische Seuchenbekämpfung eine ungeahnte Bedeutung erlangt haben.

Nur mit Hilfe dieser spezifischen Agglutinine oder Bakteriolyse sind wir z. B. in der Lage, die Typhus-, Rotz-, Pestbazillen u. a. in der Kultur als solche sicher nachzuweisen und von andern ähnlichen Bakterien zu unterscheiden, so daß die Anwendung dieser Methoden amtlich vorgeschrieben ist.

Auch bei der so wichtigen Serumdiagnostik auf Syphilis (Wassermann) und Rotz (Schütz und Mießner) benutzen wir spezifische Stoffe, die uns nur der Tierkörper liefern kann.

Während die Serumdiagnostik mittels spezifischer Präzipitine bei Bakterieneiweiß, abgesehen von Rotz und Milzbrand kaum eine praktische Bedeutung erlangt hat, ist sie für die Unterscheidung von tierischen Eiweißsubstraten von großer Wichtigkeit geworden.

Im Anschluß an die Arbeiten von Bordet und Tsistowitsch konnte ich feststellen, daß das Serum von Kaninchen, die mit Menschenblut oder irgend einem Tierblut vorbehandelt waren, nur in Lösungen der zur Vorbehandlung benutzten Blutarten einen Niederschlag erzeugte.

Damit war die Blutdifferenzierung auch vom gerichtsarztlichen Standpunkt endgültig gelöst. Denn selbst minimale Mengen jahrzehntelang angetrockneten Blutes ließen sich mit meinem Verfahren noch einwandfrei bezüglich ihrer Provenienz bestimmen. (Uhlenhuth und Beumer.)

Und wenn es heute darauf ankommt, vor Gericht festzustellen, ob der Blutfleck an den Kleidern eines Mörders Menschenblut ist oder nicht, so kann das einzig und allein nur entschieden werden durch das Serum eines mit Menschenblut vorbehandelten Kaninchens. Sie sehen: „Blut ist ein ganz besonderer Saft!“

So ist meine Methode, die in allen Kulturstaaten in die gerichtsarztliche Praxis eingeführt ist, ein entscheidendes Mittel zur

Erkenntnis der Wahrheit geworden<sup>1</sup>. Und weiter! Von jeher fehlte ein Verfahren, das uns besonders zur Zeit der teuren Fleischpreise gestattete, den Schleier zu lüften über dem Schicksal von jenen edlen Tieren, die nach schwerem Kampf ums Dasein in feinzerhacktem Zustande in den Gar-küchen ihren irdischen Kreislauf vollenden.

Das ist nun ein leichtes geworden. Das Serum eines mit Pferdeblut vorbehandelten Kaninchens zu dem verdächtigen Fleischauszug hinzugefügt, läßt uns, wie ich weiterhin festgestellt habe, durch die auftretende Trübung sofort erkennen, ob es sich um Pferdefleisch handelt oder nicht, sei es in Hackfleisch oder in der Wurst. Auf keine andere Weise läßt sich das sonst ermitteln. Denn „Wurst ist bekanntlich Vertrauenssache“!

So ist meine auf dem Tierversuch beruhende biologische Methode zur Unterscheidung der verschiedenen Fleischarten<sup>2</sup> auch für die praktische Fleischbeschau von außerordentlicher Bedeutung geworden und im Reichsfleischbeschau-gesetz amtlich vorgeschrieben (Uhlenhuth, Weidanz und Wedemann). Auch bei der Untersuchung anderer Nahrungsmittel, wie Eier (Dotter), Milch, Kaviar, Fischfleisch, Fett- und Knochengewebe, Honig und auf verschiedenen anderen Gebieten hat sie sich als besonders wertvoll erwiesen.

Forensisch wichtig und zugleich naturwissenschaftlich interessant war die Tatsache, daß die verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Tieren bei dieser Reaktion zum sichtbaren Ausdruck gelangen.

Ähnlich wie bei meinen Versuchen über die Unterscheidung des Eiweißes verschiedener Vogeleier, machte ich die Beobachtung, daß das Blutserum eines mit einer bestimmten Blutart vorbehandelten Kaninchens auch in dem Körpereiß eines nahe verwandten Tieres einen Niederschlag hervorruft, und so kam ich auf die naheliegende Idee, die biologische Reaktion zum Studium der verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Tieren in Anwendung zu

<sup>1</sup> s. Uhlenhuth u. Weidanz: Praktische Anleitung zur Ausführung des biologischen Eiweißdifferenzierungs-Verfahrens mit besonderer Berücksichtigung der forensischen Blut- und Fleischuntersuchung usw. Verlag Gustav Fischer, Jena; s. auch: Uhlenhuth u. Seiffert: Handbuch der path. Mikroorganismen von Kollé-Kreus-Uhlenhuth, Bd. III.

<sup>2</sup> s. auch Uhlenhuth: Handbuch der hygien. Untersuchungsmethoden, Bd. II, Gustav Fischer, Jena.

ziehen. So konnte von mir die Blutsverwandtschaft zwischen Pferd und Esel, Hund, Fuchs, Wolf und Schakal, Huhn und Taube, Hammel, Ziege und Rind, sowie auch unter den Vertretern der Krustaceen, Amphibien (v. Dungen) und Fische (Neresheimer, Uhlenhuth, Kodama) durch die biologische Reaktion zum sichtbaren Ausdruck gebracht werden.

Naturwissenschaftlich am interessantesten war zweifellos der Nachweis der Blutsverwandtschaft zwischen Mensch und Affen, wie er von mir, Wassermann und Stern erbracht und wie er durch die schönen Untersuchungen von Nuttall weiter ausgebaut worden ist. Es zeigte sich bei meinen Untersuchungen, daß die Menschenaffen auch biologisch den Menschen am nächsten stehen und die Affen der alten Welt den Menschen näher stehen wie die Affen der neuen Welt. Dieser biologische Nachweis für die Blutsverwandtschaft zwischen Menschen- und Affengeschlecht dürfte der eklatanteste und verblüffendste sein, da man ihn jederzeit im Reagenzglas ad oculus demonstrieren kann.

Die praktische Bedeutung dieser biologischen Reaktion beruht zum Teil auf ihrer außerordentlichen Feinheit, indem wir das fremdartige Eiweiß vielfach noch in Verdünnungen 1:100 000 — so z. B. Spuren von Blut in blutsaugenden Insekten (Uhlenhuth, Weidanz und Angeloff) — noch nachweisen konnten, während der chemische Nachweis meist in Verdünnungen über 1:1000 schon versagt.

Eine noch feinere spezifische Reaktion auf fremdartiges Eiweiß beobachtet man im Tierkörper selbst, in Gestalt der sogen. <sup>nautliche</sup> Überempfindlichkeitsreaktion (Anaphylaxiereaktion). Wenn man Meerschweinchen mit den minimalsten Bruchteilen (1 Millionstel ccm) von artfremdem z. B. menschlichem Eiweiß vorbehandelt, so gehen sie, wenn man sie nach einigen Wochen mit größeren Mengen desselben Materials nachimpft, unter schweren Erscheinungen akut zugrunde. Die Reaktion ist also auch spezifisch. Es ist mir auf diese Weise gelungen, durch Einspritzung von mehrtausendjährigem ägyptischem Mumienmaterial Meerschweinchen gegen die Nachbehandlung mit menschlichem Eiweiß überempfindlich zu machen und damit den Nachweis menschlichen Eiweißes in den Mumien zu erbringen (Uhlenhuth und Hande usw.) Das gleiche gelang mir und meinen Mitarbeitern mit alten, in Alkohol konservierten Organen, mit gekochtem Fleisch und Knochen; auch ließen sich die geringen Spuren von nativem Eiweiß

in Fetten und Ölen nachweisen, ja es gelang durch diese feine Methode den normalen Urin verschiedener Tiere, der chemisch eiweißfrei war, von einander zu unterscheiden.

Alles das sind Leistungen des Tierkörpers, die der Chemiker nicht auszuführen vermag und vor denen der Forschergeist des Gelehrten wie vor einem Rätsel halt macht.

### III.

Meine Damen und Herren! Wenn uns nun der Tierkörper, wie wir gesehen haben, so feine biologische Reagenzien besonders auch für die frühzeitige Erkennung von Krankheiten liefert, so hat er auch uns Ärzten und der Menschheit wirksame Schutz- und Heilmittel zur Bekämpfung mörderischer Seuchen in die Hand gegeben.

Ich erwähnte schon die segensreiche Entdeckung des Diphtherieserums durch Emil v. Behring (und Wernicke), das, wenn es frühzeitig und in richtiger Dosierung angewandt wird, Tausende von Kindern jährlich vor dem qualvollen Tode rettet und vor der Erkrankung schützt.

Und dieses Serum wird von Pferden gewonnen, die mit steigenden Dosen von Diphtheriegift systematisch vorbehandelt werden. Nur das Tier kann solches Serum liefern und das Tierexperiment hat uns dieses wunderbare Heilmittel hervorgezaubert.

Und wie dieses, so verdanken wir auch das Serum gegen Wundstarrkrampf dem genialen Forschergeist Emil v. Behrings. Jeder, der im Felde war, wird sich mit Schauern dieser Krankheit erinnern, die besonders im Anfang des Krieges nach schweren, besonders mit Erde verunreinigten Geschosswunden in erschreckender Zahl auftraten.

Mit einem Schlage hörte sie auf, als man jeden Schwerverwundeten möglichst bald mit Tetanusserum impfte. Tausende unserer braven Soldaten verdanken ihm ihr Leben.

Auch in der Veterinärpraxis hat sich das Serum ausgezeichnet bewährt.

Ehe das Diphtherie- und Tetanusserum in den Handel kommt, wird es auf seine Unschädlichkeit und Hochwertigkeit staatlich geprüft und das ist auch nur wieder möglich durch den Tierversuch.

Es würde zu weit führen, auf die zahlreichen anderen Sera, die gegen die verschiedensten Krankheiten, wie Milzbrand, Rinderpest, Ruhr, Lungenentzündung, Genickstarre usw. her-

gestellt und mit mehr oder weniger Erfolg angewandt wurden, hier näher einzugehen.

So durchschlagende Erfolge wie dem Diphtherie- und Tetanusserum sind nur wenigen beschieden gewesen. Ich selbst habe mit Fromme auf Grund umfangreicher Tierexperimente im Felde ein Serum gegen die schon erwähnte Weil'sche Krankheit von Pferden und Kaninchen hergestellt, mit dem die Krankheit bei unseren Soldaten in auffallend günstiger Weise beeinflußt werden konnte (s. oben). Und neuerdings berichtet meine Mitarbeiterin Frl. Dr. Zülzer (gemeinsam mit Bärman) über sehr günstige Erfahrungen in Sumatra.

Von jeher habe ich mich mit besonderer Vorliebe mit Tierseuchen beschäftigt, weil deren Erforschung begreiflicherweise auch der Erkenntnis menschlicher Seuchen zugute kommt.

Gemeinsam mit meinem großen Lehrer Friedrich Löffler habe ich von Rindern ein Schutzserum gewonnen gegen eine der verderblichsten Tierseuchen, die Maul- und Klauenseuche,<sup>1</sup> das jetzt in multivalenter Form von Waldmann in großem Maßstabe auf der Insel Riems bei Greifswald hergestellt wird und sich ausgezeichnet bewährt hat.

Unabhängig von dem Amerikaner Dorset ist es mir mit meinen Mitarbeitern (Hübener, Haendel u. a.) in umfangreichen Arbeiten gelungen, ein Schutzserum gegen das filtrierbare Virus der Schweinepest,<sup>2</sup> das von Schweinen gewonnen wird, herzustellen, das zusammen mit Mießner und Geiger unter staatlicher Kontrolle von den Behring-Werken im Großen in einer isolierten Form in der Heide bei Eystrup gewonnen wird, und das bei rechtzeitiger Anwendung den Ausbruch der Pest zu kupieren imstande ist.

Von größter praktischer Bedeutung ist bekanntlich das Lorenz'sche Serum gegen den Rotlauf der Schweine und auch das Serum gegen Milzbrand (der Tiere und Menschen) nach Sobornheim hat sich gut bewährt.

Während in diesen Fällen dem Körper fertige Schutz- und Heilstoffe zugeführt werden, die im Serum der Tiere durch vorangehende Impfung entstanden sind, die aber schon

---

<sup>1</sup> Berichte der Preuß. Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche.

<sup>2</sup> s. den zusammenfassenden Artikel über Schweinepest von Uhlenhuth, Mießner und Geiger im Handbuch der path. Mikroorganismen von Kolle-Kreus-Uhlenhuth, Bd. IX.

bald aus dem Körper ausgeschieden werden (passive Immunisierung), kann man durch Zuführung von abgeschwächtem oder abgetötetem Virus auch aktiv im Körper eine länger dauernde Schutzwirkung erzielen.

Bei der idealsten Schutzimpfung, der Schutzpockenimpfung von Jenner, impfen wir mit dem im Körper des Kalbes abgeschwächten Virus der echten Pocken.

Der Impfstoff wird vom Kalbe gewonnen und im Kalbe (resp. Kaninchen) weitergezüchtet.

Während früher von den Pocken und der Liebe keiner verschont blieb und im Deutschen Reich jährlich mehrere Tausende an Pocken starben (bei der Epidemie starben 1871—72 162 000 Menschen) sind heute dank der durch das Reichsimpfgesetz vom Jahre 1874 eingeführten Impfung und Wiederimpfung die Pocken aus Deutschland verschwunden, während z. B. in England, wo infolge der „Gewissensklausel“ die Schutzpockenimpfung vernachlässigt wird — so daß ca. 50% der Kinder ungeimpft bleiben — die Pocken epidemisch herrschen und noch im letzten Jahre 14 769 Erkrankungen beobachtet worden sind. Ähnliches gilt für viele Kantone der Schweiz.

Bei keiner Krankheit sind auch nur annähernd solch glänzende Erfolge erzielt worden und diese verdanken wir letzten Endes dem Tierversuch.

Das gleiche Prinzip, d. h. die Impfung mit durch Tierpassagen abgeschwächtem Krankheitsvirus hat bekanntlich Louis Pasteur durch seine berühmten Arbeiten exakt wissenschaftlich begründet und durch mühsame Tierexperimente ein Schutzimpfungsverfahren gegen Milzbrand, Rotlauf, Hühnercholera und vor allem Tollwut ausgearbeitet.

Wenn wir einen Menschen nach dem Biß eines tollen Hundes vor dem Ausbruch der Tollwut schützen wollen, so impfen wir ihn mit dem Rückenmark eines mit Tollwut künstlich infizierten und daran zugrunde gegangenen Kaninchens, das durch Trocknen oder Verdünnung in seiner Virulenz abgeschwächt ist.

Also ohne Tier keine Rettung für den Menschen!

Bekanntlich ist dieses Pasteursche Verfahren auch auf die Schutzimpfung der Hunde übertragen, Arbeiten, um die sich vor allem Meißner verdient gemacht hat.

Es ist nicht möglich, auf alle die Schutzimpfungsverfahren hier einzugehen, die — auf den Tierversuch begründet — in der humanen und veterinären Medizin Bedeutung erlangt haben.

Ich erinnere nur an die Cholera- und Typhusschutzimpfung (Pfeiffer und Kolle), die sich im Weltkriege als überaus segensreich erwiesen hat, sowie an die Impfung gegen Rotlauf mit Serum und virulenter Kultur und besonders auf die von Behring angegebene aktive Schutzimpfung gegen Diphtherie mit einem Gemisch von Serum und Gift, die neuerdings besonders in Amerika in großem Stile erfolgreich durchgeführt worden ist und bei uns merkwürdiger Weise noch viel zu wenig Beachtung gefunden hat. Auch gegen unseren Erbfeind, die Tuberkulose, hat neuerdings Calmetta eine Schutzimpfung angegeben, indem durch Galle abgeschwächte Rindertuberkelbazillen Säuglingen und jungen Kälbern eingespritzt oder mit der Milch eingegeben werden. Tierversuche an Affen und besonders Rindern, wie sie Koch und Behring schon in ähnlicher Weise ausgeführt haben, gaben ihm die experimentelle Grundlage, die meiner Ansicht nach allerdings noch nicht genügend gesichert erscheint. Wenn meine (mit A. Müller und Grehmann) mit einer weniger abgeschwächten Kultur vorgenommenen Versuche an Kälbern ein günstiges Ergebnis nicht erzielt haben,<sup>1</sup> so werden meine weiteren zur Zeit mit Mitteln der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft im Gange befindlichen vergleichenden Kälber-Versuche, wie sie auch an anderen Stellen in umfangreicher Weise ausgeführt werden, zeigen, was wir von dieser Schutzimpfung im Kampfe gegen die Tuberkulose zu halten haben. Ohne Zweifel muß, wie ich immer betont habe, bei der Rindertuberkulose, also beim Tierversuch der Hebel angesetzt werden, wenn wir Fortschritte auch für den Menschen erzielen wollen.

#### IV.

Meine Damen und Herren! Trotzdem die Immunitätswissenschaft uns im Kampf gegen die Seuchen so ausgezeichnete Schutz- und Heilstoffe geliefert hat, sind die auf sie gesetzten Hoffnungen, wie schon angedeutet, längst nicht alle erfüllt worden.

Die Produktion von Schutz- und Heilstoffen läßt bei vielen, besonders aber chronischen Infektionskrankheiten, zu wünschen übrig, oder versagt ganz, so z. B. bei Trypanosomenkrankheiten, zu denen die afrikanische Schlafkrankheit gehört, und auch bei der Syphilis, Krankheiten, die durch einzellige tierische Lebe-

<sup>1</sup> s. Deutsche med. W. 1927, Nr. 43; Beiträge zur Klinik d. Tuberkulose, Bd. 67, Heft 1—3.

wesen, d. h. durch Protozoen hervorgerufen werden. In diesem Falle müssen wir versuchen, die Parasiten ohne Schädigung des Organismus durch chemische Mittel im Körper selbst abzutöten. Daß das möglich ist, ist allbekannt. Ich brauche nur an die Chininbehandlung bei Wechselfieber und die Quecksilber- und Jodbehandlung bei der Syphilis zu erinnern. Aber alle diese Mittel sind der rohen Empirie entsprungen.

Auf der Suche nach Heilmitteln war man auf das Herumprobieren am Menschen angewiesen.

Erst als es gelungen war, die betreffenden Infektionserreger auf Laboratoriumstiere zu übertragen, war es möglich, die verschiedenen Mittel an diesen zu erproben und ihre Wirkung klinisch und mikroskopisch zu verfolgen. Das Tierexperiment bildet also die Grundlage für die gesamte moderne Chemotherapie.

Nichts kann Ihnen das besser vor Augen führen, als die Geschichte der modernen Heilbehandlung der Syphilis, zu der meine Arbeiten die experimentelle Grundlage gelegt haben<sup>1</sup>.

Auf Grund der günstigen Ergebnisse, die vor allem Robert Koch mit dem organischen Arsenpräparat, dem Atoxyl bei der Schlafkrankheit erzielt hatte, habe ich zunächst bei einer anderen Trypanosomenkrankheit, der Beschälseuche der Pferde, an Ratten, Mäusen und Kaninchen gezeigt, daß man diese Tiere restlos heilen kann (mit Hüben er und Woithe).

Unter Berücksichtigung der nahen Verwandtschaft der Trypanosomen mit den Spirochaeten machte ich ähnliche Versuche bei der Spirillose der Hühner (mit Groß und Bickel).

Hier gelang es mir, die in ungeheuren Mengen im Blut kreisenden Spirochaeten durch das Atoxyl abzutöten und die Tiere, die sonst dem sicheren Tode verfallen waren, zu heilen und sogar den Ausbruch der Krankheit zu verhüten.

Ähnliche günstige Resultate erzielte ich beim europäischen Rückfallfieber (Glaubermann), nachdem es mir gelungen war, diese Spirochaeten auf Mäuse und Ratten zu übertragen (mit Haendel).

Im Mittelpunkt des Interesses stand natürlich die klassische

---

<sup>1</sup> Uhlenhuth: Exp. Grundlagen der Chemotherapie der Spirochaeten-Krankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Syphilis (gesammelte Abhandlungen). Urban und Schwarzenberg, Berlin.

Spirochaetenkrankheit, die Syphilis. Vorversuche an syphilitisch gemachten Affen (nach Metschnikoff und Roux) zeigten eine eklatante Wirkung (mit Hoffmann). Da aber die Affensyphilis keineswegs dem Krankheitsbild der menschlichen Syphilis entsprach und diese Versuche am Affen im Laboratorium schwer durchführbar sind, habe ich zunächst in umfangreichen Experimenten versucht, die Syphilis auf Kaninchen zu übertragen.

Nachdem mir das mit meinem Mitarbeiter Mulzer gelungen war und wir die Krankheit bei Kaninchen mit allen typischen Erscheinungen der menschlichen Syphilis regelmäßig erzeugen konnten, haben wir solche Tiere durch Einspritzung von Atoxyl vollkommen geheilt und konnten dann auch beim Menschen selbst (mit Hoffmann, Weidanz, Roscher) günstige Ergebnisse erzielen. Durch eine Kombination mit Quecksilber (mit Manteufel und Mulzer) konnten diese Resultate noch wesentlich verbessert werden. Nachdem durch diese Tierversuche so in den Jahren 1906—09 die experimentelle Grundlage für die Arsenbehandlung der Syphilis gelegt war, hat Ehrlich aus dem Atoxyl, dessen Konstitutionsformel er mit Berthelm richtig erkannte, durch chemische Modellierung bekanntlich das noch wirksamere und weniger giftige Salvarsan (1910) hergestellt, das er in gleicher Weise an solchen syphilitischen Tieren ausgewertet hat und das sich auch weiterhin bei Rückfallfieber, der tropischen Framboesie und auch bei der ätiologisch noch unklaren Brustseuche der Pferde ausgezeichnet bewährt hat.

Und es werden auch heute alle diese Salvarsan- und anderen Präparate vor der Abgabe im Tierversuch nach besonderen Methoden staatlich geprüft (Kolle).

So hat sich der Tierversuch am Kaninchen, den wir auch für Untersuchungen über Immunität und Vererbung der Syphilis (mit Mulzer und Großmann), sowie zum Nachweis der Spirochaeten in Blut, Milch und Sperma syphilitischer Individuen mit Vorteil herangezogen haben, für den Menschen als unentbehrlich erwiesen; und wenn in letzter Zeit von hervorragenden Dermatologen in fast allen Kulturländern ein hocheifriger Rückgang der Syphilis auf die allgemeine Anwendung des Arsenpräparates zurückgeführt wird, so verdanken wir solchen für die Volksgesundheit gewaltigen Fortschritt den systematisch durchgeführten Tierversuchen am Kaninchen.

Wie das Arsen, so haben sich nach den bekannten Arbeiten von Ehrlich u. a. auch zahlreiche Farbstoffe, besonders bei Trypanosomeninfektionen mehr oder weniger wirksam erwiesen.

Ich habe dann mit meinen Mitarbeitern (Kuhn, Schmidt, Seiffert, Mulzer, Hügel) bestimmte organische Antimonpräparate<sup>1</sup> (Stibenyl, Stibosan, Antimosan) bei Spirochaeten- und Trypanosomenkrankheiten im Tierversuch wirksam gefunden und sie haben sich auch bei zahlreichen Tropenkrankheiten (Bilharziosis, Leishmaniosis, venerisches Granulom) ausgezeichnet bewährt.

Auch gelang es mir mit meinen Mitarbeitern (Seiffert, Herrmann) neuerdings bestimmte Wismutpräparate<sup>2</sup> aufzufinden, die bei der Weil'schen Krankheit der Meeresschweinchen heilend wirken, so daß auch die Anwendung beim Menschen Erfolg verspricht.

Ich erinnere ferner an das von den Farbenfabriken in Elberfeld hergestellte Mittel gegen die gefürchtete Schlafkrankheit, das Germanin (Bayer 205), das nach den Berichten von Kleine geradezu biblische Heilungen erzielt haben soll. Auch bei bestimmten tropischen Trypanosomenkrankheiten der Rinder und der Pferde, sowie der Kamele im Südosten von Rußland (Zeiß) sind mit diesen Mitteln zum Teil in Kombination mit den genannten Antimonpräparaten glänzende Erfolge erzielt worden. Auch das jüngste Präparat chemotherapeutischer Forschung, das Plasmochin, ein Derivat aus der Chinolingrouppe, dessen Wirksamkeit zunächst bei der Vogelmalaria festgestellt wurde (Roehl), scheint berufen zu sein, bei der Bekämpfung besonders der tropischen Malaria, deren halbmondförmige Geschlechtsformen es im Gegensatz zum Chinin im Blute zum Verschwinden bringt, außerordentlich wichtige Dienste zu leisten (Mühlens u. a.).

So basiert das Problem der Kolonisation und der Entwicklung der Landwirtschaft und Viehzucht in den Kolonien letzten Endes auf den durch das Tierexperiment erzielten Erfolgen deutscher chemotherapeutischer Forschung, und es entbehrt nicht der Tragik, daß Deutsche diese wichtige Entdeckung gemacht haben, gerade in der Zeit, wo wir unsere Kolonien verloren haben.

So hat sich diese junge, auf dem Tierversuch sich aufbauende Wissenschaft der Chemotherapie bereits

<sup>1</sup> Chemische Fabrik von Heyden, Dresden-Radebeul.

<sup>2</sup> Wismut-Yatren A. (Behring-Werke) u. a.

unendlich segensreich erwiesen und es ist meine feste Überzeugung, daß das Problem der Heilung zahlreicher anderer Krankheiten (wie Tuberkulose, Blutvergiftungen usw.), bei denen die Schutz- und Heilimpfung versagt — wenn überhaupt — nur auf chemotherapeutischem Wege gelöst werden kann. Ansätze dazu sind vorhanden (Morgenroth u. a.).

Das gleiche gilt für den Erreger des Typhus vor allem bei den Menschen, die nach überstandenem Typhus als gesunde Bazillenträger vielfach bis an ihr Lebensende die gefährlichen Keime ausscheiden und so die Seuche verbreiten. Ihre Heilung, die ich an Kaninchen, welche ich künstlich zu Bazillenträgern gemacht habe (Uhlenhuth und Messerschmidt) seit vielen Jahren chemotherapeutisch studiere, würde sicherlich zur Ausrottung des Typhus beitragen.

Furchtbar ist das Schicksal besonders der inoperablen Krebskranken. Wenn auch eine Übertragung des menschlichen Krebses auf das Tier nicht gelingt, so gibt es doch überimpfbare, spontane und künstlich durch Verfütterung von nematodenhaltigen Schaben (Fibiger) oder durch Teerpinselung (Yamagiva) erzeugte Krebsgeschwülste bei Ratten und Mäusen, an denen chemotherapeutische Versuche ausgeführt werden können, wie das auch mit mehr oder weniger Erfolg bereits geschehen ist.

Die Chemotherapie ist die Wissenschaft der unbegrenzten Möglichkeiten. —

Meine Damen und Herren! Nur in großen Umrissen und an einigen markanten Beispielen konnte ich in der mir zur Verfügung stehenden Zeit Ihnen zeigen, welche gewaltige Fortschritte die tierexperimentelle Forschung in der Erkenntnis des Wesens, der Diagnose und Bekämpfung der Menschen- und Tierseuchen angebahnt und welchen Nutzen sie der Hygiene auch sonst gebracht hat.

Und ähnlich liegen die Verhältnisse auch auf anderen Gebieten der Medizin, Veterinärmedizin und Naturwissenschaften. Wenn es mir vergönnt wäre, selbst dazu einige Beiträge zu liefern, so verdanke ich das nicht zum wenigsten meinen großen Lehrern Robert Koch und Friedrich Löffler, die beide in ihrer Art, der eine durch zähe Energie und unerbittliche Kritik, der andere zugleich durch kühnen Optimismus mich für die experimentelle Forschung wahrhaft begeistert haben. Und diese Begeisterung leitet mich auch heute noch!

Gibt es denn ein erhabeneres Ziel für wissenschaftliches Streben, als Mittel und Wege zu finden, um die Leiden der Menschheit zu vermindern? Ist nicht Heilen das höchste Ziel aller medizinischen Forschung? Ohne solchen Idealismus ist das mühsame und an Mißerfolgen, Enttäuschungen und Anfeindungen so reiche Leben des Forschers wenig erfreulich.

Solche Anfeindungen entspringen vielfach nicht nur der menschlichen Schwäche mißgünstiger Fachgenossen, sondern sie gehen auch aus von Leuten, die in Unwissenheit und Verblendung die so segensreiche Tätigkeit der Forschung unter dem ominösen Schlagwort „Vivisektion“ als unnütze „wissenschaftliche Tierfolter“ hinstellen und sie, wie noch vor einiger Zeit im Kanton Zürich, gesetzlich verbieten wollen.

Unter der erdrückenden Wucht der von mir vorgebrachten Tatsachen müßte die Stimme dieser Leute eigentlich verstummen.

Das Tier unter sachgemäßer Anwendung der Narkose nach Möglichkeit vor Schmerzen und Qualen zu schützen, ist für den Forscher oberstes Gesetz und entspricht der Würde des Menschen und des Arztes. Aber das Tier muß er opfern, um dem Menschen Rettung zu bringen; denn das Tier ist nach sittlicher und göttlicher Ordnung um des Menschen willen da und unsittlich würde der Arzt handeln, wenn er sich den Weg zum Heilen dadurch versperrten würde, daß er auf ein Leiden des Tieres verzichtet<sup>1</sup>.

Wo wären wir heute, wenn wir nur auf die Ergebnisse der Tierexperimente verzichten sollten, die ich Ihnen soeben vorgetragen habe?

Daher vorwärts auf der beschrittenen Bahn!

Wir müssen uns bemühen, von Grund auf Neues zu schaffen, nicht nur auf unserem Spezial-Gebiete, sondern auf allen Gebieten der Wissenschaft, damit es nicht wahr werde, was ein bekannter Amerikaner vor einigen Jahren gesagt hat: „Die deutsche Wissenschaft sei zwar in den letzten 50 Jahren die führende in der Welt gewesen, das verarmte Deutschland wird aber nicht in der Lage sein, diese Vormachtstellung zu behaupten. Daher sei es jetzt an der Zeit, daß Nordamerika das Erbe antrete.“ Das darf nicht sein. Damit aber der altbewährte Ruf der deutschen Wissenschaft, dem wir unsere Führerstellung in der Welt verdanken, erhalten bleibt, brauchen wir Geld und mit reichen Mitteln aus-

<sup>1</sup> Ludwig Köhler, Professor der Theologie an der Universität Zürich.

gestattete Institute. In richtiger Würdigung dieser Tatsache hat das Reich in Verbindung mit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft — diesen so überaus segensreichen Einrichtungen — die Werkstätten der deutschen Forschung auf den verschiedensten Gebieten der Wirtschaft und des Gesundheitswesens in der schlimmen Zeit der Inflation vor dem Untergange bewahrt.

Und neue werden mit ihrer Hilfe eingerichtet.

Aber noch fehlt ein besonderes Forschungsinstitut, in dem die Waffen geschmiedet werden gegen die Tod und Verderben bringenden Seuchen der Menschen und Tiere.

Man könnte ja auch geeignete Universitätsinstitute zu Forschungsinstituten erweitern, denn jetzt liegen an den Hochschulen manche wertvolle Kräfte brach, weil ihr Schaffensdrang und ihre Arbeitsfreude durch den Mangel an Mitteln gelähmt ist, und es ihnen in einer gewissen Zurückhaltung nicht liegt, sich solche mühsam zu beschaffen, die die Unterrichtsverwaltung bei dem besten Willen nicht aufbringen kann.

In dieser Beziehung hat die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, an der Spitze Seine Exz. der Herr Staatsminister Dr. Schmidt-Ott, besonders auch hier in Freiburg bereits Großes geleistet, was ich in Dankbarkeit auch an dieser Stelle erneut zum Ausdruck bringen möchte. — Stets sollte bedacht werden, daß der Aufwand des Staates und des Reiches für die Wissenschaft immer nur verschwindend klein ist im Vergleich zu dem Nutzen, den die wissenschaftliche Forschung an den Hochschulen durch ihre großen Entdeckungen in den letzten Jahrzehnten gebracht hat. Kein Geld kann nutzbringender für das allgemeine Beste angelegt werden als das, was für wahre wissenschaftliche Forschung verwendet wird (Pettenkofer). Es ist das die beste Kapitalanlage, nicht nur im Interesse der Wirtschaft, sondern auch im Interesse der Gesundheit des Volkes.

Ausschlaggebend für die Wissenschaft sind aber nicht allein die Mittel, sondern die Persönlichkeiten.

Und wie der Staat darauf bedacht sein muß, sich Männer für die wissenschaftliche Forschung arbeitsfreudig zu erhalten, so muß es auch die Aufgabe der Forschungsinstitute an den Hochschulen sein, unter dem jungen Nachwuchs für die wissenschaftliche Forschung geeignete Männer auszuwählen und heranzubilden.

Und ganz allgemein braucht unsere Jugend mehr denn je die Geistesdisziplin, und den moralischen und ideellen Erziehungswert der wissenschaftlichen Forschung unserer Hochschulen. Ihres Lebens und ihrer Kraft soll sie einen Hauch verspüren. Sie soll lernen, zu dem in rastloser Forschungsarbeit mühsam Errungenem in Achtung und Ehrfurcht emporzuschauen und es als heiliges Vermächtnis zu ehren und zu pflegen. Sie soll an sich selbst erfahren, daß wahrhaft wissenschaftliche Forschung vielfach auf Irrwegen durch die Finsternis zum Sonnenlicht der Wahrheit führt. Und „die Wahrheit wird sie frei machen!“

So ist die Wissenschaft berufen, wahrhaftige, aufrechte und charaktervolle Männer in ernster, treuer Pflichterfüllung zu geistigen Führern des aufwachsenden Geschlechts heranzubilden und den Boden zu bereiten, „auf welchem mit geistiger Erkenntnis wahrhafte Gottesfurcht und Hingebung an das Gemeinwohl gedeiht“. So wird die Pflege der Wissenschaft und Forschung zum Dienst am Vaterlande. Und dieser ist für unsere Hochschule eine besonders heilige Ehrenpflicht.

Hat doch unsere alma mater ihrer als Symbol für Deutschlands Macht und Größe unter Bismarck dereinst gegründeten, von dem badischen Staatsmann Freiherrn v. Roggenbach mustergültig organisierten alemannischen Schwesternuniversität Straßburg, als sie „leuchtend niedersank“, im stillen gelobt, ihr Erbe anzutreten und das zu sein, was sie gewesen ist: Ein Wahrzeichen deutschen Wesens, ein sicherer Hort deutscher Art und Sitte, deutschen Geistes und deutscher Wissenschaft, „die Straße für geistfrisches Streben, die Burg der Weisheit am Rhein“. — Möchten Staat und Reich angesichts dieser hohen geschichtlichen Kulturaufgabe, die Freiburg als vorgeschobener Posten in der Grenzmark an unserem Schicksalsstrome zu erfüllen hat, in tatkräftiger, opferbereiter Fürsorge schirmend wachen über unserer Hochschule, die unser Stolz und unsere Freude ist — eingedenk des Wahlspruches, der in goldenen Lettern an den Zinnen meiner alten unvergeßlichen Kaiser-Wilhelm-Universität Straßburg eingegraben ist und der auch Euch, liebe Kommilitonen, und uns allen als Leitstern unserer Lebensarbeit voranleuchten möge:

„Litteris et patriae“.

Der Wissenschaft und dem Vaterlande  
sei unser Leben geweiht!