

## I.

# Allgemeine Technik der physiologischen Versuche und Vivisektionen

von

J. Pawlow in St. Petersburg.

(Mit 25 Figuren.)

### I. Allgemeines über die physiologischen Operationen.

Um die Funktion und die Bedeutung dieses oder jenen Teils für den ganzen Organismus zu bestimmen, ist man nicht selten gezwungen, den betreffenden Teil zu zerstören oder aus dem Tier zu entfernen. Aus den danach erscheinenden Abweichungen vom normalen Verhalten lassen sich Schlüsse ziehen über die Rolle und über die Bedeutung des beseitigten Organs. Das Zerstören oder Entfernen von Organen, welches das Klarwerden über ihre Funktion im Auge hat, ist ein ganz gewöhnliches physiologisches Verfahren. Dank ihm hat sich die Physiologie in der Vergangenheit um viele wertvolle Tatsachen bereichert und sie hat allen Grund, es auch in der Zukunft mit großem Vorteil anzuwenden.

Aber um zu gewissen Schlüssen zu berechtigen, muß diese Operation durch die sogenannten Kontrollversuche ergänzt werden. In den physiologischen Versuchen hat es der Forscher mit einer solchen Verkettung von verschiedenartigen unbestimmten Momenten zu tun, daß das Resultat des Versuchs nicht als ganz und unmittelbar auf die Sache bezüglich betrachtet werden kann. Wenn ein Organ vernichtet oder ausgeschnitten wird, so werden dabei viele andere Organe geschädigt, es bilden sich für diese letzteren neue Umstände (die Ausschaltung des gegebenen Organs nicht mit eingerechnet), so daß die Abweichungen, welche nach der Exstirpation beobachtet werden, die Folge der genannten Umstände sein können und nicht der Entfernung des Organs. Daher müssen die möglichen Nebenwirkungen, welche beim Entfernen eines Organs stattfinden, vorher bedacht werden und jede von ihnen muß in einem speziellen Versuche erprobt werden. Wie furchtbar schwer es aber oft ist, sich über diese Einflüsse bewußt klar zu werden, zeigen uns die nicht selten vorkommenden Fälle, wo zwei genaue Forscher, wenn sie ein und denselben Versuch wiederholen, selbst wenn sie sich gegenseitig durch Briefwechsel zu helfen suchen, doch zu verschiedenen Resultaten gelangen. Und nur wenn der Versuch in Gegenwart des anderen wieder

vorgenommen wird, läßt sich endlich irgendeine Einzelheit entdecken, welche die Ursache des Widerspruchs war. Angesichts dessen wird zuweilen die Form des, so zu sagen, en gros-Ausschließens aller Nebenwirkungen vorgezogen. Dieses wird dadurch erreicht, daß man an einem anderen Tier nach Möglichkeit bis zu den kleinsten Einzelheiten dasselbe vornimmt mit Ausnahme der Entfernung des Organs. So ein Kontrollversuch ist eine charakteristische Sondereigenschaft des physiologischen Forschens. Wenn der Physiker alle Momente, welche sich an der gegebenen Erscheinung beteiligen, aufzählen und auch quantitativ den Grad ihrer Beteiligung in der hervorgerufenen Gesamterscheinung bestimmen kann, so ist der Physiologe kaum jemals in einer so günstigen Lage und greift, ob er will oder nicht, zur Hilfe des Kontrollversuchs.

Der Umstand, daß das physiologische Experimentieren so höchst kompliziert ist, verpflichtet den Forscher, nicht auf dem nach der ersten Methode erhaltenen Resultate stehen zu bleiben, sondern weiter zu gehen und wenn möglich, die umgekehrte Sachlage durch verstärkte Reizung des gegebenen Organs, des gegebenen Teils, zu erhalten. Wenn diejenigen Funktionen, welche mit der Entfernung eines Organs verschwunden sind, sich an einem anderen Tier bei Reizung dieses Organs mit größerer Intensität und in größeren Dimensionen äußern, so bekommt die Folgerung über die Rolle dieses Organs desto größere Überzeugungskraft.

Natürlich beschränkt sich die Untersuchung in denjenigen Fällen, in welchen sich Hindernisse anatomischen oder physiologischen Charakters bieten, entweder aufs eine oder aufs andere Verfahren.

Die weitere beinahe unendliche physiologische Aufgabe ist es, die physiologische Erscheinung zu erforschen, ihren Zusammenhang, ihren Verlauf und ihre Abhängigkeit von irgendwelchen äußeren oder inneren, im Körper entstehenden Bedingungen festzustellen und schließlich als Ideal alles auf physikalisch-chemische Kräfte zurückzuführen. Zum Lösen dieser Aufgabe ist beinahe immer das Operieren am lebendigen Tier erforderlich und das hauptsächlich aus zwei Gründen. Erstens um diejenige Erscheinung, welche beobachtet wird, der Beobachtung, der Messung und dem Versuch zugänglich zu machen, sei es mit Hilfe verschiedenartiger Instrumente oder ohne diese. Zweitens mit der Absicht, das gegebene Organ vor der Einwirkung anderer Organe zu behüten, anders könnten sich in der Erscheinung, welche erforscht wird, noch andere Einflüsse erweisen, außer denjenigen, welche wir im gegebenen Moment wissentlich zulassen.

Die Verfahren beim Operieren sind sehr vielgestaltig und können nur zum Teil systematisiert werden. Dieses ist vorzugsweise der Kampfplatz der Beobachtungs- und Erfindungsgabe der einzelnen Autoren. Auf diesem Gebiet wurde stets und wird noch jetzt die größte Zahl der Fehler begangen, aber auf diesem Punkt wurden auch ganz besonders glänzende Siege davongetragen.

In erster Reihe kommen natürlich die Vorsichtsmaßregeln gegen die Einmischung psychischer Prozesse. Diese Einmischung wird durch die Exstirpation der Großhirnhemisphären und auch durch das Durchschneiden des zentralen Nervensystems über oder unter dem verlängerten Mark beseitigt. Im letzteren Falle wird aber die Wirkung psychischer Prozesse auf die

physiologischen Erscheinungen des Kopfes nicht ausgeschlossen. Alle diese Operationen garantieren den Forscher vor der noch nicht analysierbaren Einmischung der Tätigkeit des Bewußtseins und des Willens vom Tiere, und bringen Bequemlichkeiten für das weitere Operieren mit sich (Abwesenheit von Geschrei, Protestbewegungen von seiten des Tiers usw.).

Dasselbe erreicht man durch die Anwendung verschiedentlichler Narkotika, wenn ihre physiologische Allgemeinwirkung dem speziellen Ziel des Versuchs nicht widerspricht.

Im einzelnen garantiert man sich vor den Bewegungen des Tiers als vor einer Tätigkeit, welche einen vielseitigen Einfluß auf verschiedene Funktionen haben kann (bald auf mechanischem, unmittelbarem Wege, bald auf reflektorischem Wege längs den sensiblen Fasern des Bewegungsapparates) durch die Anwendung des Gifts Kurare, welches die peripheren Enden der motorischen Nerven paralyisiert.

In beiden Fällen, sowohl beim Durchschneiden des Rückenmarks unter dem verlängerten Mark als auch beim Kurarisieren, erhält man den besonderen Vorteil, daß der selbständige Atemprozeß ausgeschlossen wird; die Veränderungen desselben können nämlich wichtige Erscheinungen im Gesamtorganismus hervorrufen; der natürliche Prozeß des Atmens wird dabei durch das einförmige künstliche Atmen ersetzt.

Da das Nerven- und das Gefäßsystem allgemeine Systeme des ganzen Körpers sind, so ist es verständlich, daß oft die Notwendigkeit entsteht, die Verbindung des zu untersuchenden Organs mit diesen oder jenen Organen oder mit dem ganzen Organismus im Bereich eines oder des anderen Systems oder beider zugleich zu unterbrechen. Was das Nervensystem anbetrifft, so sind die verschiedenartigsten Durchschneidungen sowohl verschiedener Abteilungen des zentralen Nervensystems als auch der peripheren Nerven gebräuchlich. Aus anatomischen Gründen erweist sich die Aufgabe oft als sehr schwierig. So z. B. verlaufen die Nerven oft nicht in gesonderten, leicht erreichbaren Stämmchen, sondern in den Wänden von Blutgefäßen oder in der Masse von Organen, und zwar solchen Organen, in denen sie nicht präpariert werden können, und nur durch das Durchschneiden der Gefäße oder der Organe kann das Ziel, welches man sich gesetzt hat, die Nervenisolierung, erreicht werden.

Das Isolieren von seiten der Blutzirkulation wird dadurch bewerkstelligt, daß man entweder bald zeitweise, bald für immer die natürliche Blutzirkulation aufhebt oder sie durch eine künstliche ersetzt, und auch dadurch, daß man einen bestimmten Blutstrom in ein anderes Bett ableitet.

Der höchste Ausdruck der analytischen Tendenz, ein jedes Organ außerhalb des Einflusses anderer Organe zu untersuchen, ist die Methode des völligen Entfernens des Organs aus dem Organismus und das Schaffen von Bedingungen, welche dessen Leben fördern. Angesichts der besonderen Wichtigkeit dieser Versuchsform und der großen Ausbreitung, welche sie in der letzten Zeit erhalten hat, wird ihr in diesem Buch ein besonderer Artikel von einem anderen Verfasser gewidmet.

Alle oben angeführten Vivisektionsformen, mit Ausnahme einiger Fälle von Exstirpation von Organen und vom Anlegen einiger Fisteln, bilden den sog. akuten Versuch, d. h. sie betreffen das eben operierte Tier. Aber der

akute Versuch, welcher uns eine Menge physiologischer Kenntnisse ergeben hat und, man kann sagen, täglich ergibt, ist mit vielen bedeutenden Schwierigkeiten verbunden und birgt sogar oft ernste Gefahren in sich. Jegliches Operieren, jedes Vergiften, welche zu Anfang mit dem Tier vorgenommen werden, ist der Grund einer mehr oder weniger starken Verunstaltung oder Abschwächung dieser oder jener Funktionen des Körpers. Natürlich hat man das meistens im Auge und im einzelnen wird das vorbereitende Verfahren (Narkose, Kurare oder verschiedene Durchschneidungen des zentralen Nervensystems) je nach der speziellen Aufgabe des Versuchs variiert. Aber oft wird der schädliche Einfluß des Operierens zu einem ernstesten, schwer zu beseitigenden Übel, und was besonders wichtig ist, zu einem Übel, dessen man sich trotz aller Aufmerksamkeit nicht bewußt wird.

Als altes Beispiel des schädlichen Einflusses vom Operieren dient die schwache Erregbarkeit des unteren Abschnittes vom Rückenmark direkt nach dessen Durchschneidung auf verschiedenen Höhen, sogar beim Frosch. Man muß einige Zeit abwarten: beim Frosch Minuten, bei Säugetieren Stunden, Tage, ja sogar, wie Goltz es zuläßt, ganze Wochen, damit sich diejenigen Funktionen, als deren Sitz aber zweifellos das Rückenmark angesehen werden muß, äußern.

Als neuerer Beweis für die äußerst schädliche Wirkung des anfänglichen Operierens auf den Verlauf des Versuchs kann die Frage über die Innervation der Magendrüsen dienen. Zahlreiche Versuche an eben operierten Tieren brachten viele und kompetente Forscher zu einem negativen Resultat; es wurde mit Bestimmtheit behauptet, daß die von außen an den Magen herankommenden Nerven nicht den geringsten Einfluß auf die Sekretion der Magendrüsen besitzen. Aber unter anderen Umständen zeigte sich die Sache in einem ganz anderen Lichte. Wenn ein Tier zum endgültigen Versuch teils einige Wochen, teils einige Tage vorher vorbereitet wird, so daß am Versuchstage keine neue Operation vorgenommen wird, so ruft die Reizung des peripheren Endes des Vagus Magensaftsekretion hervor, ebenso wie die Reizung der Chorda tympani Speichelsekretion hervorruft.

Was den Mechanismus dessen anbetrifft, wie die Organe in ihrer Tätigkeit geschädigt werden, so ist er, abgesehen vom Vergiften, noch lange nicht klar gelegt, und deshalb gewinnt diese Seite des akuten Versuchs desto größere Wichtigkeit. Vor allem erweist es sich, daß zweifellos der schädliche Einfluß der Operation in vielen Fällen nicht mit dem unmittelbaren Traumatisieren des gegebenen Organs verbunden ist, so daß der Einfluß der Operation ein fernwirkender Einfluß ist. In diesen Fällen griff man, besonders in früheren Zeiten, oft zum unbestimmten Worte Shock. Zur gegenwärtigen Zeit entwickelt sich eine mehr konkrete Vorstellung über diese Erscheinung. Die Erscheinung, welche uns beschäftigt, wird als Hemmungserscheinung betrachtet und somit in eine Reihe mit bestimmten physiologischen Erscheinungen gestellt. Und man kann nicht daran zweifeln, daß in vielen Fällen guter Grund zu so einer Ansicht vorhanden ist. In der jetzigen Physiologie gibt es so viele Beispiele dafür, daß die Tätigkeit der Organe von zweien, ihrer Funktion nach entgegengesetzten Nerven, einem erregenden und einem hemmenden, aufhaltenden Nerven geregelt wird. Hieraus ist es ersichtlich, daß nichts Merkwürdiges darin ist, wenn man

voraussetzt, daß verschiedene hemmende Nerven aufs Operieren als auf einen komplizierten mechanischen und chemischen Reiz, bald direkt, bald reflektorisch reagieren.

Es gibt direkte Tatsachen, welche beweisen, daß die hemmenden Nerven für mechanische Reize besonders empfindlich sind. So können mit Hilfe des mechanischen Reizes vasodilatorische Fasern in Nerven, wo sie mit ihren Antagonisten den Vasokonstriktoren vermischt sind, leicht nachgewiesen werden. Es ist nicht unmöglich, daß bei großen Läsionen, d. h. wenn die Verhältnisse lebensgefährlich werden, der Organismus gleichsam mit Vorbedacht die Tätigkeit vieler anderer Organe bremst, sei es mit der Absicht, sich auf der Verteidigung des bedrohten Punktes zu konzentrieren, sei es, um im Ruhestande dem Verderben der Organe unter unnormalen und schwierigen Verhältnissen vorzubeugen.

Ein anderer Umstand, von dem man mit Recht sagen kann, daß er bei der schädlichen Wirkung des Operierens mitwirkt, ist die Störung der Blutzirkulation der Organe. Diese kann am Totalorganismus mit Leichtigkeit par distance auf reflektorische Weise vor sich gehen; daß bei sensiblem Reize eine Anämie gewisser Organe eintritt, ist ein allbekanntes Faktum. Andererseits gibt es Versuche, die da zeigen, was für ein starkes pathologisches Moment für einige Organe sogar eine kurzdauernde Anämie ist.

Es ist verständlich, daß die Wirkung der Operation beim Isolieren lebendiger Organe um so mehr hervortritt, da hier grobes Traumatisieren stattfinden kann und die Blutzirkulation, wenn auch für kurze Zeit, ganz aufhört.

Schließlich muß die Kritik des akuten Versuchs folgenden sehr wichtigen Umstand im Auge haben. Der akute Versuch kann mit diesen oder jenen Vorsichtsmaßregeln meist bequem den Zielen der physiologischen Analyse, d. h. der allgemeinen Aufklärung über die Funktionen des gegebenen Teils des Organismus und über deren Bedingungen dienen. Aber wann, wie und in welchem Maße sich die Tätigkeit der einzelnen Teile im normalen Gange der lebenden Maschine verketteten — und dieses bildet den Inhalt der physiologischen Synthese — das ist schon oft schwer oder geradezu unmöglich aus den Angaben des akuten Versuchs abzuleiten, denn die Versuchsanordnung (die Narkose, das Kurarisieren und verschiedenartiges Operieren) ist unumgänglich mit einer gewissen Verletzung des normalen Verlaufs der Vorgänge im Organismus verbunden.

Auf diese Art ist es, um tadellose analytische Angaben zu erhalten, in vielen Fällen, für synthetische beinahe immer, nötig von einem im gegebenen Augenblick möglichst normalen Organismus auszugehen. Und dieses ist nur in dem Falle zu erreichen, wenn das Tier durch vorhergegangene Operationen gewissen Beobachtungen und Versuchen zugänglich gemacht wird. Hier öffnet sich dem chirurgischen Scharfsinn ein weites Feld — durch eine Reihe von Operationen, welche durch Tage und Wochen voneinander getrennt sind, soll ein Tier präpariert werden, an welchem zum Schluß eine gewisse Frage bei minimalem frischem Lädieren oder ganz ohne dieses entschieden werden kann.

Hierher gehören verschiedenartige Zerstörungen verschiedener Teile des zentralen Nervensystems, Durchschneidungen peripherer Nerven, Exstirpationen

von Organen, verschiedene Verfahren, um Sekrete nach außen zu leiten, usw. Die Beobachtungen und Versuche werden in allen diesen Fällen erst dann vorgenommen, wenn sich die zufälligen und indirekten Folgen des Operierens schon ausgeglichen haben. Die chronischen Versuche werden nicht nur mit der Absicht vorgenommen, um sich des schädlichen Einflusses des frischen Operierens zu entledigen, sondern haben in vielen Fällen zur Aufgabe, diejenigen Folgen aufzuklären, welche sich im Lauf der Zeit, nach irgendeinem operativen Einfluß entwickeln, oder die Wirkung irgendeines oft wiederholt oder andauernd wirkenden Agens zu untersuchen. Solche Versuche gehen sowohl von Physiologen, Pathologen und Pharmakologen als auch von professionellen Chirurgen aus. Letztere untersuchen, was hinsichtlich des Operierens überhaupt erfüllbar ist, was für Gefahren und Komplikationen sie zu fürchten haben.

Natürlich können viele chronische Versuche an Tieren ohne die geringste Läsion von statten gehen, so z. B. die Versuche über den Gas- und Stickstoffwechsel, viele pharmakologische und verschiedene andere Versuche.

Man verwendet zum Operieren sehr verschiedenartige Tiere. Nur in einem Teil der Versuche bestimmt es der Zufall: was da ist, was bequem bekommen wird, was billig ist, das wird auch vorgezogen. Der Gebrauch verschiedenartiger Tiere und die Wahl zwischen ihnen haben meistens ihre ernstesten Gründe. Erstens wird natürlich vieles durch die anatomische Seite der Sache bestimmt. Es wird das gewählt, was seinem Umfang nach passend ist; so z. B. werden zu Versuchen mit dem Einstellen von Kanülen in verschiedene Gefäße und Ausführungsgänge der Drüsen größere Tiere genommen — Kaninchen, Hunde.

Außer den Dimensionen haben Eigenheiten der anatomischen Einrichtung, welche bei einer Tierart eine gewisse Operation zulassen und sie bei einer anderen Tierart ungemein erschweren oder sogar ganz ausschließen, einen wesentlichen Einfluß auf die Wahl. Oft erweisen sich diese anatomischen Variationen als ein glücklicher Fund, der zu wichtigen Entdeckungen führt. Der Nervus depressor der Kaninchen, eines der wichtigsten Elemente der Innervation des Blutzirkulationssystems, kann hierfür als gutes Beispiel dienen.

Verschiedene Fragen über die Selbständigkeit einer oder der anderen Funktion, besonders im Bereiche des Nervensystems, welche mit Hilfe andersartigen Verfahrens nur mit einer größeren oder geringeren Wahrscheinlichkeit gelöst werden können, hören erst dann auf Fragen zu sein, wenn komplizierte Funktion bei irgendeiner Art sich als, so zu sagen anatomisch zerstückelt, isoliert erweist.

Aber die Auswahl der Tiere fürs gegebene Experiment wird nicht weniger, wenn nicht noch mehr, durch die physiologischen Eigenheiten der gegebenen Tierart bestimmt. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die kaltblütigen Tiere besonders stark von den warmblütigen. Genaue und systematische Untersuchungen der allgemeinen Eigenschaften der Nerven, der quergestreiften Muskeln und des Herzens konnten hauptsächlich an Fröschen, deren Gewebe sich durch höchste Lebensfähigkeit auszeichnen, vorgenommen werden. Überhaupt wird im Tierreiche eine äußerste Verschiedenartigkeit im Verhalten des Organismus zu verschiedenen Operations-

verfahren (verschiedenartige Läsionen, Exstirpationen von Organen) zu verschiedenen physikalischen und chemischen Agentien und schließlich zu den Mikroorganismen bemerkt. Es kommt vor, daß sich sogar Arten derselben Gattung im gesagten Sinne unterscheiden, so z. B. die *Rana esculenta* und die *Rana temporaria*. Bei solch einer Sachlage ist es verständlich, daß die Untersuchung am häufigsten an solchen Tieren vorgenommen wird, an denen ein positives Resultat erhalten werden kann.

Aber auch das Untersuchen der Tiere, die sich negativ verhalten, ist oft von höchstem Nutzen, da es die Bedingungen der gegebenen physiologischen Erscheinung vollständiger aufklärt und folglich zum gründlicheren Verständnis dieser Erscheinung beiträgt.

Nach allem Gesagten wird es verständlich, daß die Pharmakologie als der Teil der Physiologie, welcher das Verhalten des tierischen Organismus zu verschiedenen chemischen Agentien erforscht, sich nicht mit einer irgendwelcher Tierart begnügt, sondern sich gewöhnlich zur Regel macht, ein und denselben Stoff an einer ganzen Reihe von Tieren zu untersuchen.

Es ist unmöglich, der psychischen Eigenschaften der Tiere nicht zu erwähnen. Es muß mit Schmerz anerkannt werden, daß das beste Haustier des Menschen, der Hund, gerade dank seiner hohen geistigen Entwicklung am öftesten das Opfer des physiologischen Experiments ist. Nur durch die Not wird man dazu bewogen, an Katzen — an ungeduldigen, schreienden, bösen Tieren, Versuche zu machen. Bei chronischen Versuchen, wenn das operierte Tier, nachdem es sich von der Operation erholt hat, zu langdauernden Beobachtungen dient, ist der Hund unersetzlich — sogar mehr, er ist im höchsten Grade rührend. Er ist gleichsam ein Teilnehmer der Versuche, die an ihm vollzogen werden, und trägt durch seine Verständigkeit und Bereitwilligkeit ungemein viel zum Erfolg der Untersuchung bei. Nur ein grausamer Mensch könnte so ein Tier später zu einem anderen Versuch, der mit Schmerzen und mit dem Tode verbunden ist, verwenden.

Das häufigste Versuchstier nach dem Hunde ist das Kaninchen — ein sanftes passives Tier, welches nur selten schreit und protestiert.

Aus diesen Gründen muß man es als einen sehr großen Fortschritt betrachten, daß die Zahl verschiedener Arten Tiere, welche zu physiologischen Experimenten benutzt werden, in der letzten Zeit beständig und in großem Maße zunimmt, insbesondere Dank den Arbeiten in den wissenschaftlichen maritimen Stationen.

Beim Benutzen der Tiere ist es notwendig, außer auf die Art des Tieres noch auf verschiedene Momente im Leben der einzelnen Exemplare acht zu geben: aufs Alter, auf die Jahreszeit, auf satten oder hungrigen Zustand, auf die Schwangerschaft usw. So ist es festgestellt, daß bei Neugeborenen in den ersten Tagen des extrauterinen Lebens viele zentrifugale Hemmungsnerven ganz unentwickelt sind. Hunde überstehen schlecht schwere Operationen, wenn sie in strengen Wintern, wie die russischen Winter es sind, bis kurz vor der Operation auf dem Hof bleiben usw.

Angesichts alles oben Gesagten werden folgende Regeln, welche jeder, der Versuche an Tieren macht, beobachten muß, leicht verständlich sein.

Es ist nötig, stets aufs sorgfältigste in jedem Versuch die geringsten Versuchsbedingungen zu bemerken. Es kann vorkommen, daß sogar irgend-

eine beiläufige, rein äußerliche Bedingung sich für das Grundresultat des gegebenen Versuchs als ausschlaggebend erweist.

Beim physiologischen Forschen kann man sich, allgemein gesagt, nicht mit einer geringen Anzahl von Versuchen begnügen. Wie oft ändert sich das Resultat des Versuchs schroff von einem Versuch zum andern, bis der Untersucher des Gegenstands, d. h. aller Bedingungen der gegebenen Erscheinung habhaft wird. Große Enttäuschungen erwarten den unerfahrenen Experimentator, wenn er irgendwas kategorisch auf Grund einer oder zweier Versuche behaupten wird. Andererseits werden sogar alte Experimentatoren durchs Nichtgelingen eines augenscheinlich unumgänglichen Resultats nicht selten zur Verzweiflung gebracht — und dieses kommt von der Einmischung der geringsten Bedingungen. Und die Überzeugung von der Macht dieser geringsten Versuchsbedingungen macht es, daß viele Autoren nicht mit einem Worte derjenigen ihrer Arbeiten erwähnen, in denen sie zu negativen Resultaten gekommen sind. Die Summe derjenigen Bedingungen, welche das physiologische Resultat bestimmen, ist oft unbestimmt und so groß, daß nur lange Reihen von Versuchen eine genügende Garantie für den steten Zusammenhang zwischen den untersuchten Erscheinungen bieten.

Aber noch mehr als das Wiederholen ein und desselben Versuchs dient das Variieren des Versuchs, die Veränderung der Versuchsform zur Feststellung des wahren Zusammenhangs zwischen den Erscheinungen. Nur wenn man zwei Erscheinungen unter verschiedenen Umständen produziert hat, kann man schließlich die Überzeugung gewinnen, daß diese Erscheinungen wirklich in kausalem Zusammenhang stehen und nicht von beiläufigen, zufällig eine Versuchsanordnung begleitenden Umständen, abhängen.

Die drei angeführten Regeln bilden eine charakteristische Eigenschaft des physiologischen Forschens und unterscheiden es wesentlich vom physikalischen Forschen. Daß das rein physikalische Experimentieren nach rein physikalischen Methoden in der Physiologie nicht selten mißlingt, ist in der Geschichte der Physiologie kein seltener Fall.

Was die genauere Technik des Operierens an lebenden Tieren anbelangt, so teilen sich natürlich alle Operationen in dieser Hinsicht in zwei Gruppen: die Operationen *ex tempore*, wo das Tier sofort nach der Operation zum Versuche und zu den Beobachtungen dient, und Operationen, in denen sich das Tier vor allem von den verschiedenen Folgen der Verwundung vollkommen erholen muß und erst Tage, Wochen oder sogar Monate danach das Objekt einer Untersuchung sein kann. Für die ersten behalte ich den Namen „Vivisektionen“ bei und die zweite werde ich „chirurgische Operationen“ nennen. Diese Einteilung der Operationen wird durch den wesentlichen Unterschied in den Einrichtungen und in den Vorbereitungen, welche jede von diesen Operationsgruppen verlangt, vollkommen gerechtfertigt.

## II. Vivisektionen.

Die Vivisektion, als ältere Operationsmethode muß, wenn man aus ihr die Methode der völligen Isolation von Organen ausschließt, als eine mehr oder weniger fertig ausgearbeitete, vollkommene Methode betrachtet werden.



Die wichtigsten allgemeinen Methoden und die feinsten Details sind in den klassischen Werken von Claude-Bernard, *Leçons de physiologie opératoire* 1879, und E. Cyon, *Methodik der physiologischen Experimente und Vivisektionen* 1876, gegeben. Letzterer besaß eine persönliche reiche Erfahrung, war Meister der Vivisektionstechnik und war außerdem gründlich damit vertraut, wie das Vivisezieren im weltberühmten Laboratorium von Ludwig bestellt war. Deswegen muß eine gegenwärtige Beschreibung der Vivisektionsmethoden durchaus zum größeren Teil eine Wiederholung der genannten Werke sein und daher ist es vielleicht praktischer, dieselben detailliert dadurch zu ergänzen, was die seit dem Erscheinen dieser Bücher durchlebte Zeit mit sich gebracht hat.

Die wichtigsten Punkte der Vivisektionsmethode sind folgende:

1. Das Greifen und das Fixieren des Tiers für die Vivisektion.
2. Das Narkotisieren und das Immobilisieren des Tiers.
3. Die Regeln fürs Sezieren und die Vivisektionsinstrumente.
4. Das künstliche Atmen.

Für die Mehrzahl der physiologischen Experimente muß das Tier in einer gewissen Lage festgehalten werden und dem Experimentator muß die Möglichkeit gegeben werden, bequem und ohne irgendwelche Gefahr für sich beliebige Vivisektionsakte am Tier zu vollziehen und das Tier genügend lange Zeit zu beobachten. Der Vorgang, durch welchen man ein nicht narkotisiertes Tier in eine fürs Experimentieren bequeme Lage bringt, zerfällt in einige Prozeduren:

1. Das Greifen des Tiers.
2. Die Immobilisierung der Kiefer und das Befestigen des Kopfes des Tiers.
3. Das Festhalten des Tiers in der gewünschten Lage.

Dementsprechend können die speziellen Apparate, welche in manchen Fällen für jede von diesen Prozeduren gebraucht werden, ebenfalls in einige Gruppen eingeteilt werden:

1. Apparate zum Greifen des Tiers.
2. Kopfhalter und Maulsperrren.
3. Vivisektionstische, Tröge und Gestelle.

#### a) Das Greifen des Tiers.

Die Frage hinsichtlich des gefahrlosen Ergreifens des Tiers entsteht nur bei solchen Tieren, welche einen gewissen Widerstand leisten und genügende Kraft oder spitze Zähne oder Krallen u. dergl. besitzen. Die Schwierigkeit, sich eines Tiers zu bemächtigen, ist nicht immer mit dessen Größe oder Kraft verbunden. So ist das Anbinden einer Katze oder einer Ratte an den Vivisektionstisch oft gefährlicher als das Anbinden eines Hundes oder eines Pferdes. Als eine allgemeine Regel für alle Tiere, die auf einer hohen Stufe der Verstandesentwicklung stehen, mit welchen der Physiologe es zu tun hat (Hund, Katze, Pferd, Kuh u. a. m.), kann ein freundlicher Umgang mit denselben und ein möglichst delikates Verfahren beim Festhalten und Anbinden anempfohlen werden. Schon durch freundlichen Um-

gang mit dem geschreckten, in ganz fremde Umstände gelangten Tier gelingt es, sich ihm zu nähern, ihm das Maul zuzubinden und den Kopfhalter anzulegen, d. h. sich vor den gefährlichsten Verwundungen zu sichern. Und nur in den Fällen, wenn man des Tiers nicht habhaft werden kann, sieht man sich gezwungen, zu besonderen Handgriffen überzugehen. Diese Handgriffe laufen z. B. bei Hunden darauf hinaus, sich des Nackens zu bemächtigen, sei es dadurch, daß man das Tier mit der Hand an der Nackenhaut anpackt, oder sei es, daß man ihm ein besonderes Halsband oder schließlich eine Schlinge umwirft, mit deren Hilfe das Tier eine Zeitlang gewürgt wird (Cl. Bernard, S. 107).

Es existieren besondere Zangen für den Nackengriff (*pince à collier*) (Cl. Bernard, S. 108). Es sind lange eiserne Zangen, deren Zweige sich unmittelbar am Halse des Tiers kreuzen, und so einen Ring bilden, in welchen der Hals des Tiers hineingestellt wird.

Demselben Ziel können zwei Stöcke dienen, an deren Enden je eine Schlinge zum Zuziehen angebracht ist. Diese Schlingen werden dem Hunde um den Hals geworfen und bis zu einem gewissen Grade zugezogen; die Stöcke dienen dazu, um in möglichster Entfernung vom gereizten Tier zu bleiben (Cl. Bernard, S. 106). Roussy<sup>1)</sup> hat dieses einfache Gerät vervollkommenet und hat es schließlich dazu gebracht, daß man eine Riemenschlinge auf dem Halse des Tiers nach Wunsch fester zuziehen und loser lassen kann, indem man an dem vom Hunde entfernten Ende des Stocks eine mit dem Riemen verbundene Hülse hin und her bewegt. Roussy empfiehlt sein Halsband außer für Hunde ebenfalls für Schlangen, Katzen, Ratten u. m. a.

Um so große Tiere wie Pferde und Kühe in seine Gewalt zu bekommen, bedient man sich verschiedenartiger sog. Nasenklemmen. Das Verfahren besteht darin, daß irgendeine sehr sensible Stelle des Körpers (am öftesten das Ende der Nase und die Oberlippe) so stark zusammengequetscht wird, daß das Tier vor lauter Schmerzen und um eine Verstärkung derselben zu verhüten, bemüht ist, sich nicht zu bewegen. Das Einklemmen kann mittels einer an einem Stock befestigten Strickschlinge oder mit Hilfe einer besonderen Klemme (*morailles*, Cl. Bernard, S. 43), deren Äste beliebig nahe aneinander geschoben werden können u. dergl., erreicht werden.

Der Gebrauch dieser Apparate gibt nicht nur die Möglichkeit, sich eines unbändigen Tiers zu bemächtigen, sondern er ermöglicht es auch, am Tier (z. B. am Pferde) manche einfachere physiologische Operationen (wie z. B. die Tracheotomie, das Präparieren der *V. jugularis*, der *Art. carotis*, des *N. vagus*, die Fistel des *Ductus stenoianus* u. a. m.) zu vollziehen (Richey, „Cheval“).

### **b) Das Fixieren der Kiefer und das Befestigen des Kopfes des Tiers.**

Wenn der Experimentator sich des Tiers bemächtigt hat, muß er ihm vor allen Dingen das Maul zubinden oder einen entsprechenden Kopfhalter anlegen.

### Der Hund.\*)

Das Zubinden des Mauls des Hundes vollzieht man auf die Weise, daß man den Strick einigemal um das Maul schlingt und ihn, um ein Abrutschen des Stricks nach vorne zu verhüten, am Nacken zubindet. Dasselbe kann man dadurch erreichen, daß man hinter den Eckzähnen ein hölzernes oder besser ein metallenes Stäbchen ins Maul des Tiers hineinschiebt. Der Strick, der dabei ums Maul des Tiers herumgebunden wird, kann dann nicht nach vorne abgleiten. Wenn das Ende des Stäbchens mit einer Öse versehen ist, so kann hier der Strick durchgezogen werden und der Kopf des Tiers kann an einen vertikalen Stab, welcher an einem Ende des Vivisektionstisches emporragt, fest angezogen werden (Cl. Bernard, S. 108; Cyon, S. 34). Damit der Körper des Hundes möglichst gut befestigt und unbeweglich fixiert wird, ist es unbedingt nötig, den Körper des Tiers auf die entgegengesetzte Seite wegzuziehen und ihn in so einer ausgespannten Lage zu fixieren.

Das Festhalten des Kopfes kann beim Hunde auch mit Hilfe eines einfachen Stäbchens ohne Öffnungen an seinen Enden erreicht werden, wenn man den Strick einigemal 8förmig ums Maul laufen läßt, ihn am Unterkiefer festbindet und die Enden am oben erwähnten vertikalen Stab des Vivisektionstisches festbindet. Das ist die allereinfachste Art, die Hundekiefer unbeweglich zu machen und den Kopf festzuhalten.

Außer diesen einfachen Gerätschaften gibt es eine ganze Reihe Hundekopfhalter, welche von verschiedenen Autoren vorgeschlagen werden.

Die Aufgabe eines jeden Vivisektionskopfhalters besteht darin, die Kiefer des Hundes unbeweglich zu machen und die Möglichkeit zu schaffen, den Kopf des Tiers in einer beliebigen Lage festzuhalten. Außerdem verfolgen manche Kopfhalter den Zweck, auch die Möglichkeit zu geben, das Maul des Tiers zu öffnen (Maulsperre).

### Kopfhalter.

Für die Wahl des Kopfhalters ist der Umstand, daß diese oder jene Teile des Kopfes fürs Operieren unzugänglich werden, von nicht geringer Bedeutung. Diese Frage entsteht jedesmal, wenn am Kopf manipuliert werden soll.

Die für Hunde und andere Tiere vorhandenen Kopfhalter gründen sich gewöhnlich auf eins von folgenden zwei Prinzipien: als Stützpunkte des ganzen Systems dienen entweder die Eckzähne des Tiers oder dessen Hinterkopf; es gibt auch Kopfhalter, bei denen diese beiden Stützpunkte benutzt werden.

---

\*) Die Beschreibung der Handgriffe und der Apparate, welche zum Fixieren des Kopfes bei verschiedenen Tieren gebraucht werden, haben wir für die verschiedenen Tierarten apart dargestellt. Da aber öfter dieselben Handgriffe und dieselben Apparate auch bei verschiedenen Tieren gebraucht werden, war es unmöglich, eine strenge Trennung durchzuführen. Bei der Verteilung des Materials ließen wir uns dadurch leiten, für welches Tier der gegebene Handgriff oder der gegebene Apparat am gebräuchlichsten ist, wobei wir stets auf die Möglichkeit seines Gebrauchs auch bei anderen Tieren hinwiesen. — Bei den Nachforschungen über die Apparate war mir Dr. B. P. Babkin behilflich, welchem ich dafür hier meinen Dank ausspreche.

Im ersten Falle besteht das Verfahren darin, daß hinter die Eckzähne des Hundes ein Metallstäbchen hineingeschoben wird, welches auf irgendwelche Art an den Vivisektionstisch, -trog usw. befestigt wird. Dabei werden die Kiefer mit Hilfe gewisser Vorrichtungen so fest aneinander gedrückt, daß die zusammengepreßten Zähne dem Metallstab das Entgleiten nach vorwärts nicht gestatten. Wenn nun der Rumpf des Tiers in die entgegengesetzte Seite gezogen wird, so ist der Kopf vollständig fixiert: nach rückwärts kann er nicht entweichen, denn das verhindert der Metallstab, welcher sich gegen die Eckzähne stützt; nach vorwärts kann er nicht rücken, denn es findet ein Zug am Halse des Tiers statt und der Körper ist in einer gewissen Lage fixiert.

In dem Falle, wenn der Hinterkopf den Stützpunkt bildet, wird auf den vorderen Teil der Schnauze ein Ring, eine Kette u. dergl. fest angezogen. Dieser Ring ist auf irgendwelche Art (mit Hilfe eines Stabes, des Tischbrettes) mit derjenigen Vorrichtung (Riemen, Metallgabel, Kette), welche den Nacken des Tiers umfaßt, verbunden.

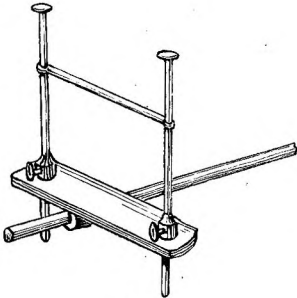


Fig. 1.

Der ganze Apparat wird mit dem Vivisektionstisch, auf dem das Tier liegt, verbunden. Der Rumpf wird hierbei auch etwas auf die entgegengesetzte Seite gezogen. Dank diesen Vorrichtungen übt der Druck auf den Hinterkopf folgende Wirkungen aus: 1. er gestattet es dem Tier nicht, den Kopf nach rückwärts zu bewegen; 2. drückt er den vorderen Teil der Schnauze an den auf diese fest aufgesetzten

Ring an und trägt dadurch zur vollständigen Immobilisierung des Kopfes bei.

Das Folgende hat nicht zum Ziel, alle existierenden Kopfhalter und Maulsperren zu beschreiben. Die Aufgabe des Vorliegenden besteht vielmehr darin, die gebräuchlichsten Grundtypen der hierher gehörenden Apparate darzustellen.

Einen typischen Kopfhalter, mit dem Stützpunkt an den Eckzähnen, bietet uns der Cl. Bernardsche Kopfhalter, welcher mit dem Trog vereinigt ist; er besteht aus einem Metallstab, welcher im Maul des Tiers hinter den Eckzähnen placiert wird (Fig. 1). Das Maul des Tiers muß hinter diesem Stäbchen mit einem Strick fest zugebunden werden. Dieses Stäbchen ist an zwei vertikalen Kolonnen beweglich angebracht, welche selbst auf einer dicken Metallplatte hin und her bewegt werden können. Diese Metallplatte wird, ebenfalls beweglich mit einem Metallstab, welcher letzterer wiederum an dem Trog befestigt ist, verbunden und diese Platte kann in der beliebigen Lage fixiert werden. Dank dieser Einrichtung kann der Kopf des Tiers nach vorne und nach hinten, nach unten und nach oben verschoben und nach rechts und nach links gedreht werden.

Dasselbe Prinzip liegt dem Kopfhalter, welcher in der Harwardschen medizinischen Schule gebraucht wird, zugrunde. Ein Stab wird ins Maul der Tiers hinter die Eckzähne hineingelegt und von einer Gabel festgehalten, welche letztere mittels eines Scharniers mit dem Vivisektionstisch verbunden ist. Die Schnauze des Tiers wird mit einem Strick zugebunden.

Die „Kynolithkopfhalter“, welche Cl. Bernard gebrauchte und Cyon (S. 35) vervollkommen hat, sind nach einem anderen Prinzip konstruiert. Nicht der Eckzahn, sondern der Hinterkopf bildet hier den Stützpunkt, auf welchem der ganze Apparat sich hält. In allgemeinen Zügen ist die Konstruktion des Apparats folgende: Das Maul des Hundes wird in einen großen eiförmigen Ring eingestellt, und zwar derart, daß der Unterkiefer auf dem unteren Ende des Ringes ruht (Fig. 2). Von oben wird das Maul des Tiers durch eine Platte, welche den Konturen nach der Hundeschnauze

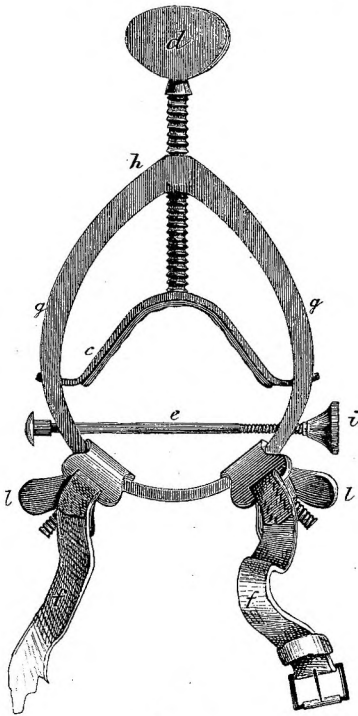


Fig. 2.

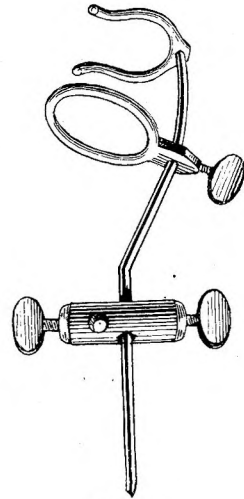


Fig. 3.

entspricht, eingeklemmt. Diese Platte wird mittels einer Schraube im eiförmigen Ring hin und her bewegt. Dank dieser Einrichtung kann der Kopfhalter Hunden von verschiedener Größe angelegt werden. Am unteren Ende des eiförmigen Ringes sind zwei Riemen befestigt, welche auf dem Nacken zugezogen werden. Der ganze Apparat wird mit Hilfe eines horizontalen Metallstabes mit dem vertikalen Stab des Vivisektionstisches vereinigt.

Um diesen Apparat noch zuverlässiger zu machen, hat Cyon ihm ein Metallstäbchen, welches, wenn der Kopfhalter schon angelegt ist, hinter den Eckzähnen ins Maul hineingeschoben wird, hinzugefügt. Dieses Stäbchen wird mittels einer Schraube im Durchmesser des eiförmigen Ringes befestigt. In dem so veränderten Kynolith sind also zwei Stützpunkte vorhanden, der Nacken und die Zähne.

Nach dem Typus des veränderten Kynoliths ist der „mors immobilisateur“ von Roussy<sup>3)</sup> konstruiert. Er hat die Eigentümlichkeit, daß der Stab, welcher ins Maul des Tiers hineingestellt wird, mit zwei Riemen an den Ober- und Unterkiefer des Tiers festgebunden wird. Außerdem beginnen von diesem Stab zwei Riemen, welche sich unter dem Unterkiefer kreuzen und auf dem Nacken zugezogen werden.

Der Tatinsche Kopfhalter, der in unserem Laboratorium in Gebrauch ist, beruht auf dem Prinzip des unveränderten Kynoliths, d. h. als Stützpunkt dient der Nacken. Der Apparat ist höchst bequem und einfach (Fig. 3). Er besteht aus einem langen Metallstab, welcher nach der Form der Schädeldecke und der Schnauze gebogen ist und über ihnen verläuft. Am einen Ende läuft dieser Stab gewissermaßen in eine eigenartige hufeisenförmige



Fig. 4.

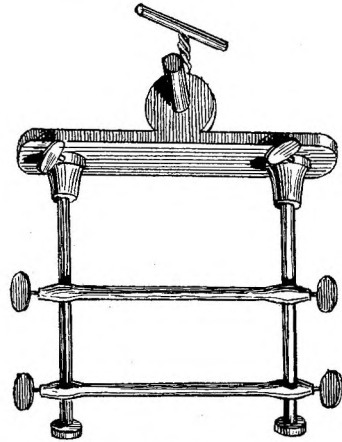


Fig. 5.

Figur aus, in die der Hinterkopf des Tiers eingestellt und von ihr fest umschlungen wird. Auf den Stab ist ein Ring angezogen, welcher mittels einer Schraube an der beliebigen Stelle des Stabs festgemacht werden kann. Dieser Ring wird, soweit es möglich ist, aufs Maul des Tiers angezogen und dann in dieser Lage befestigt. Das vordere Ende des Stabes wird durch ein besonderes Zwischenglied mit dem vertikalen Stab des Vivisektionstisches vereinigt. Dieses Zwischenglied stellt ein kurzes Metallstück dar, bei dem rechtwinklig zu einander zwei tiefe Furchen ausgehöhlt sind. In die eine Furche — in die vertikale — wird der vertikale Stab des Vivisektionstisches hineingestellt und mittels einer sich hier befindlichen Schraube fixiert. In die horizontale Furche wird der Stab des Kopfhalters hineingestellt und ebenfalls mit einer Schraube befestigt. Dank diesem Zwischengliede kann das ganze System nach vorne oder nach hinten verschoben werden, gehoben oder gesenkt oder um seine Achse gedreht werden. Im Laboratorium müssen verschiedene Kopfhalter für Hunde von verschiedener Größe vorhanden sein. Angesichts des billigen Preises dieser Apparate, welcher durch die Einfachheit der Konstruktion bedingt wird, bietet das keine Schwierigkeiten.

Nach demselben Prinzip, wie der eben beschriebene Kopfhalter, ist der Kopfhalter von Livon<sup>4)</sup> konstruiert. Er unterscheidet sich aber vom ersten in folgendem: 1. die Zweige der Hinterhauptgabel sind durch eine Kette, welche den Hals von unten umfaßt, verbunden, und 2. ist der Schnauzring zum Auseinanderschieben gemacht, um für Tiere verschiedener Größe brauchbar zu sein.

Der Cowlsche Kopfhalter, der nach dem Prinzip des Tatinschen Kopfhalters konstruiert ist, unterscheidet sich von ihm in zwei Punkten: 1. ist die Hinterhauptgabel bei einer jeden Lage des Tiers nach oben hin geöffnet; 2. ist der Schnauzring mit der Hinterhauptgabel nicht verbunden, sondern wird, wie auch diese letztere, am Tisch des Autors (siehe unten) befestigt und zwar so, daß beide unabhängig voneinander sind (Fig. 4). Dadurch, daß man die Gabel und den Ring näher zu einander schiebt oder voneinander entfernt, ist die Möglichkeit gegeben, ein und denselben Kopfhalter für Tiere von verschiedener Größe anzuwenden.

In der von Roussy<sup>6)</sup> vorgeschlagenen „muselière immobilisatrice métallique universelle“ sind sowohl der Schnauzring als auch die Hinterhauptgabel durch zwei Vaucausonsche Ketten ersetzt. Diese werden über einem dreieckigen Brett, an welcher der Unterkiefer des Hundes stark angezogen wird und auf dem der ganze Kopf des Tiers ruht, zugezogen. Dieses Brett wird mit Hilfe eines Metallstabes mit dem Vivisektionstisch vereinigt.

### Maulsperren.

Jeder Kopfhalter kann mit einer Maulsperre vereinigt werden, und daher können bei letzterer ebenfalls entweder die Eckzähne oder der Nacken oder diese beiden Teile des Kopfes zugleich als Stützpunkte dienen. Außerdem gibt es aber auch selbständige Maulsperren, die mit keinem Kopfhalter verbunden sind.

Der Kopfhalter mit Maulsperre von Cl. Bernard (S. 138) stellt einen viereckigen Rahmen vor; die zwei horizontalen Seiten desselben, welche aus Metallstäben bestehen, können an den vertikalen Seiten auf und ab bewegt werden (Fig. 5). Indem man die horizontalen Zweige, einen an den Oberkiefer, den anderen an den Unterkiefer (einfach mit Stricken) anbindet und sie auseinander schiebt, kann man die gewünschte Weite der Mundöffnung beim Tier erhalten. Die Lage der horizontalen Zweige wird mit Schrauben, mittels denen sie an die vertikalen angedreht werden, fixiert. Diese letzteren sind an einer Metallplatte befestigt, welche mit Hilfe eines Stabs mit dem Trog verbunden ist. Die vertikalen Zweige können, wie auch im einfachen Cl. Bernardschen Kopfhalter, aufs gewünschte Niveau gehoben oder gesenkt werden.

Die Cowlsche Maulsperre<sup>5)</sup> gibt die Möglichkeit, bei Hunden und Katzen die Stimmbänder zu besehen, auf der Schädelbasis zu operieren usw. Die Eigenheit und die Bequemlichkeit dieser, nach dem Cl. Bernardschen Typus gebauten Maulsperre besteht darin, daß man durch das Drehen nur einer Schraube die im Maul des Hundes liegenden Stäbe gegeneinander oder voneinander weg verschieben kann. Die Cowlsche Maulsperre kann mit dem Cl. Bernard-Cyonschen Kynolith vereinigt werden.

Später hat Cowl<sup>7)</sup> seinen Apparat etwas verändert und Maulsperre und Kopfhalter an einem Apparat vereinigt (Fig. 6). Als Konstruktionsprinzip gilt das Festhalten des Ober- und Unterkiefers zwischen je zwei Metallstäben, von denen der eine durch das Maul geführt wird, der andere aber auf den Oberkiefer von oben, auf den Unterkiefer von unten drückt. Die ganze Vorrichtung kann mit Hilfe von Schrauben in die Seiten, nach oben und nach unten verschoben werden.

Nach demselben Typus ist die von Grossmann beschriebene Maulsperre konstruiert; sie unterscheidet sich von der oben beschriebenen nur in einigen

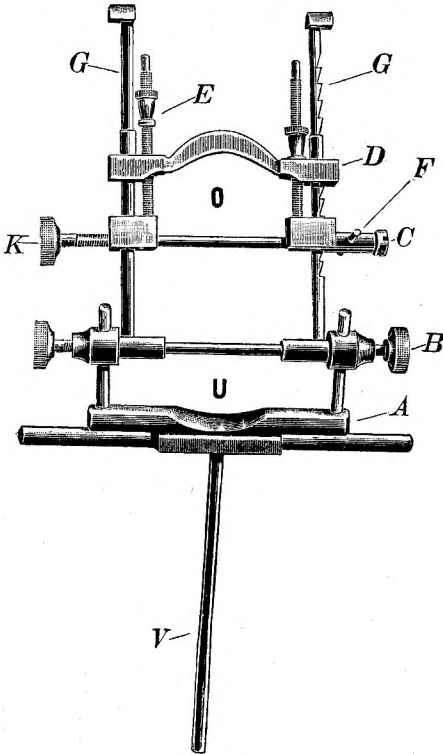


Fig. 6.

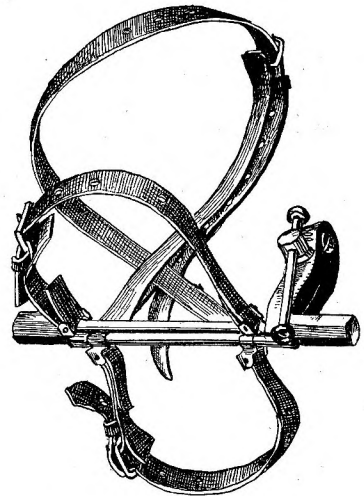


Fig. 7.

Details<sup>8)</sup>: Der Apparat wird am Kopf des Tiers und am Vivisektionstisch mit Hilfe solcher Vorrichtungen, wie sie beim Czermakschen Kopfhalter für Kaninchen (siehe unten) zu haben sind, befestigt.

Der „mors ouvre-gueule“ für Hunde von Roussy<sup>9)</sup> ist nach dem Typus des „mors immobilisateur“ (siehe oben) konstruiert, nur mit dem Unterschied, daß, anstatt einem, zwei dicht übereinander liegende Stäbe im Maul des Tiers zu liegen kommen (Fig. 7). An der linken Seite des Kopfhalters sind an den Stäben zwei miteinander verbundene Metallstäbchen angebracht. Mit Hilfe einer Schraube, die durch das obere Stäbchen durchgeht und sich ins untere stemmt, können sie auseinander oder zusammengeschoben werden; dieses bewirkt eine entsprechende Bewegung der im Maul des Tiers liegen-



den Stäbe und somit auch der Kiefer des Tiers. Der Kopf des Tiers wird fixiert, indem man die achtkantigen Griffe, welche vom oberen Stab entspringen, in die entsprechenden Vorrichtungen des von demselben Autor konstruierten Tisches (siehe unten) hineinstellt.

Nach demselben Typus, nur schwerfälliger, ist der „mors ouvre-gueule“ für Hunde von Roussy<sup>10)</sup>; er ist einige Jahre früher (1894) von ihm vorgeschlagen worden. Die Riemen, welche um die Schnauze herum gezogen werden, sind hier durch Metallbögen ersetzt, und der Riemen, welcher sich ums Hinterhaupt schlingt, durch eine Vaucausonsche Kette.

Der Kopfhalter und die Maulsperre für Hunde von Malassez<sup>11)</sup> besteht aus einem Metallstab, der dem Rande des Unterkiefers entlang gelegt wird. Der Stab endigt mit einem Haken, welcher hinter der Unterkiefer-ecke verläuft und den Hinterkopf umfaßt. Der Haken kann für verschieden große Hunde nach Wunsch größer oder kleiner gemacht werden (Fig. 8).

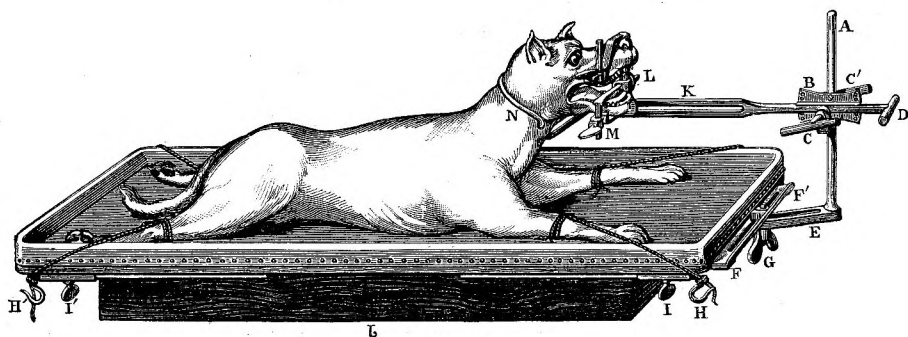


Fig. 8.

Am Stabe läßt sich ein Ring hin und her bewegen, welcher dem Hunde aufs Maul angezogen wird. Dieser Ring besteht aus zwei Hälften, einer unteren unbeweglichen und einer oberen beweglichen. Wenn der Ring aufs Maul des Hundes angezogen ist, werden zwischen den Kiefern des Tiers zwei Metallstäbe durchgeführt, von denen der eine mit dem oberen, der andere mit dem unteren Halbring fest verbunden wird. Sowohl der Unter- als auch der Oberkiefer erweisen sich auf diese Art in einen Metallring eingeschlossen. Indem man nun den oberen Ring hebt oder senkt, öffnet man, soweit man will, das Maul des Tiers.

Der vordere Teil des Stabes wird mittels eines Zwischenstücks mit dem vertikalen Stabe des Vivisektionstisches vereinigt.

Der Apparat von Malassez gibt die Möglichkeit, auf der vorderen und auf der oberen Kopfoberfläche zu arbeiten, was z. B. mit dem Tatin-schen Kopfhalter ganz unmöglich ist.

#### Kaninchen, Meerschweinchen und andere kleine Vierfüßler.

Für nicht große Operationen können die Kaninchen immer von einem Gehilfen gehalten werden, wie es Cl. Bernard (S. 139) rät: das Tier wird auf den Rücken gelegt, mit der linken Hand werden alle vier Extremitäten

festgehalten und mit der rechten faßt man den Kopf an und zwar derart, daß der Daumen auf dem Unterkiefer zu liegen kommt und die übrigen vier Finger auf der Schädeloberfläche des Kopfes.

Der am meisten gebräuchliche Kopfhälter zum Festhalten der Kaninchen ist der von Czermak (Cyon, S. 36) (Fig. 9). Er besteht aus einem Metallstäbchen, welches hinter den Schneidezähnen in den Mund hineingeschoben wird. Es wird dadurch festgehalten, daß zwei Zweige des Apparates, welche die Form von folgender Figur  $\square$  haben, einer auf die Schädeldecke, der andere an den Unterkiefer angelegt werden und den Mund des Tieres fest zudrücken. Als Stützpunkt dienen die Zähne des Tiers. Der Kopfhälter ist mittels eines horizontalen Stabes mit dem vertikalen Stab des Vivisektionstisches verbunden. Da das Metallstäbchen zuweilen aus dem Munde herauspringt und so der Kopf aus dem Kopfhälter befreit wird, so

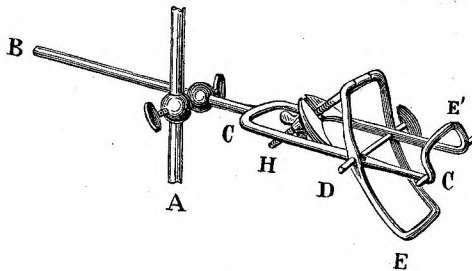


Fig. 9.

hat Cyon vorgeschlagen, mit Hilfe von Riemen, die am Hinterhaupt zugezogen werden, noch einen Stützpunkt zu schaffen, wie er beim Bernard-Cyonschen Kynolith sich vorfindet.

Eine Veränderung des Czermakschen Kopfhalters stellt der Johanssonsche Kopfhälter für Kaninchen, Katzen und kleine Hunde dar<sup>12)</sup>. Er umfaßt den Kopf wie die Zange des Geburtshelfers. Seine Zweige liegen zu beiden Seiten des Kopfes. „Vorn stützen sich die Zangenblätter teils mittels je eines leicht S-förmig gekrümmten Vorsprunges gegen die Nasenbeine, teils gegen das Dach der Mundhöhle mittels eines Zapfens, welcher hinter den Schneidezähnen bei Kaninchen oder Eckzähnen bei Hunden und Katzen angebracht wird. Der Unterkiefer wird durch einen zweiten Vorsprung gegen den Oberkiefer gedrückt.“

Wie wir es bei den Hunden gesehen haben, gibt es auch hier Abänderungen desselben Kopfhaltertypus, die den Kopf zwischen Hinterhaupt (hufeisenförmige Erweiterung) und dem vorderen Teil der Schnauze (Ring) fixieren. Solche Kopfhälter gibt es auch für Kaninchen, Meerschweinchen u. dergl. Der Unterschied besteht hauptsächlich in der Lage des Stabes, welcher das Hufeisen mit dem Ring verbindet: bald geht er oberhalb des Kopfes (Tatin), bald von der Seite (Malassez), bald fehlt er gänzlich (Cowl) und Ring und Hinterhauptgabel werden einzeln am Vivisektionstisch befestigt.

Der Tatinsche Kopfhälter besteht aus einem Stab, der in eine Gabel fürs Hinterhaupt ausläuft und auf dem sich ein Ring für die Schnauze hin

und her bewegt (siehe den oben beschriebenen Kopfhalter, der in unserem Laboratorium für Hunde gebraucht wird). Die Eigentümlichkeit des Kopfhalters besteht in der Art und Weise, wie er mit dem Vivisektionstisch vereinigt wird. Der Stab des Kopfhalters endigt mit einer Metallkugel, welche einen vertikal stehenden, ziemlich breiten massiven Metallbogen umfaßt, letzterer ist mit dem Vivisektionstisch verbunden. Durch das vertikale Ende dieses Bogens geht eine Schraube durch; wenn man diese festschraubt, kann man den Kopfhalter in der gewünschten Lage fixieren. Centani<sup>13)</sup> hat vorgeschlagen, diese Schraube nicht oben, sondern vorne anzulegen, wodurch das Manipulieren auf dem vorderen Teil der Schnauze des Tiers erleichtert wird.

Der Mechaniker Hoffmeister in Marburg<sup>14)</sup> hat für Kaninchen einen Kopfhalter vorgeschlagen, der nach dem Typus des Tatischen Kopfhalters

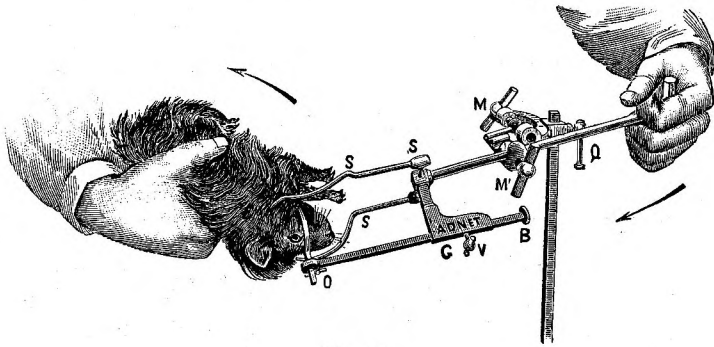


Fig. 10.

konstruiert ist. Er wird aber mit dem Vivisektionstisch mittels eines Zwischenstücks, nicht mittels einer Kugel vereinigt. Er muß in 3 verschiedenen Größen, für Kaninchen von verschiedener Größe zu haben sein. Analoge Apparate für Meerschweinchen und Ratten werden in Paris vom Mechaniker Verdin angefertigt<sup>15)</sup>.

Nach demselben Prinzip, mit einem von der Seite verlaufenden Stab, ist der Malassez'sche Kopfhalter konstruiert<sup>16)</sup>. Der Ring wird ohne Maulsperre fest auf die Schnauze aufgesetzt (vergl. oben die entsprechenden Malassez'schen Apparate für Hunde). Der Kopfhalter ist in 3 Größen vorhanden: für Kaninchen und Katzen, etwas kleiner für kleine Kaninchen und Meerschweinchen und schließlich der allerkleinste für Ratten, Hühner und Tauben. Dieser letztere hat einige Besonderheiten. Um nämlich das Annähern mit den Händen an das Maul der stark beißenden Ratten zu vermeiden, wird der Ring, den man aufs Maul des Tiers anzieht, nicht direkt mit der Hand eingestellt, sondern er setzt sich in eine Röhre fort, welche den Stab des Kopfhalters umfaßt; am Ende der Röhre befindet sich eine Schraube.

Später hat Malassez<sup>17)</sup> seinen Apparat vervollkommenet, indem er Haken für den Hinterkopf machte und den Schnauzring abnehmbar einrichtete, so daß derselbe Kopfhalter nun für verschiedene Tiere tauglich war.

Der Steinachsche Kopfhalter für Kaninchen, Meerschweinchen und sogar für kleine Hunde ist dem Malassezschen Kopfhalter ganz analog<sup>18)</sup>.

Dem Debrandschen<sup>19)</sup> Apparat für Vögel und kleine Vierfüßler (von der Maus bis zum kleinen Hunde) liegt auch die Fixierung des Kopfes des Tiers zwischen Maul und Hinterkopf zugrunde. Der Kopf des Tiers wird durch einen gewellten Ring (*serre-tête*), welcher in einem Stativ befestigt ist, durchgezogen. Das Hinterhaupt wird im hinteren Teil dieses Ringes eingeklemmt und aufs Maul wird fest ein anderer Ring angezogen, welcher auch mit dem Stativ verbunden ist.

Für kleine Vierfüßler gibt es auch Kopfhalter und Maulsperrren, welche nach dem gewöhnlichen Typus derselben Apparate für Hunde gebaut sind und sich nur dadurch auszeichnen, daß sie kleiner sind, wie z. B. die Apparate von Roussy<sup>10)</sup> (*mors ouvre-gueule*) und Cowl<sup>5)</sup>. Letzterer ist nach dem Typus des Cl. Bernardschen Kopfhalters mit Maulsperrre für Hunde konstruiert und ist hauptsächlich für Kaninchen berechnet.

Demselben Ziel, um die tiefgelegenen Rachenteile beim Kaninchen zu untersuchen, dient der vom Mechaniker L. Castagna in Wien nach den Anweisungen von Prof. Dr. S. Exner angefertigte Kopfhalter. Dieser Kopfhalter umfaßt den Oberkiefer, der Unterkiefer aber bleibt frei.

#### Die Katze.

Da die Katze beim Anbinden heftigen Widerstand leistet, ist ihr Befestigen am Vivisektionstisch gefährlich.

Das Zubinden des Mauls ist bei der Katze schwerer als beim Hunde, denn dieser Teil ihres Kopfes ist sehr kurz. Dieses kann, ebenso wie auch beim Hunde, einfach mit Hilfe eines Stricks oder noch besser durch das Kombinieren des Stricks mit einem Stab, den man durch das Maul durchführt, erreicht werden. Für Katzen können dieselben Kopfhalter wie für Hunde und Kaninchen gebraucht werden (Cl. Bernard, Czermak, Malassez, Johansson u. a.)

Der Mechaniker Ch. Verdin in Paris konstruiert spezielle Kopfhalter für Katzen (*Richet, Chat*).

Bei denselben Tieren kann der Kopfhalter nach Prof. S. Exner, welcher vom Mechaniker L. Castagna in Wien angefertigt wird, gebraucht werden. Dieser Kopfhalter ist nach dem Typus des Czermakschen Kopfhalters für Kaninchen konstruiert und dem Kopf der Katze angepaßt.

#### Vögel.

Das Fixieren des Vogelkopfes erreicht man mit Hilfe der oben beschriebenen Kopfhalter von Malassez, Debrand usw. Ein Apparat speziell für Vögel ist von Roussy vorgeschlagen worden<sup>20)</sup> (Fig. 11).

Der Apparat von Roussy besteht aus einer Metallröhre, die nach einem Ende hin kleiner wird. Im mittleren Teil hat diese Röhre eine Spalte. Inwendig verlaufen vier Stricke, welche am platten Ende der Röhre zwei Schlingen bilden, am entgegengesetzten Ende aber alle in einen Knoten zugebunden werden. Auf der Röhre befindet sich eine Schraubmutter; wenn nun diese festgedreht wird, so wird die Röhre zusammengequetscht und der Strick in der gegebenen Lage festgehalten. Der Kopf des auf dem Rücken

liegenden Vogels wird unter den flachen Teil der Röhre untergeschoben und die eine Schlinge wird um den Hinterkopf herum, die andere um den Schnabel vor den Augen herumgelegt; danach wird diese Schlinge festgemacht.

### Große Vierfüßler.

Das Fixieren des Kopfes großer Vierfüßler wird mit Hilfe spezieller Handgriffe und Apparate erreicht, deren Beschreibung hier keinen Platz finden kann.

#### c) Die Befestigungsweisen der Tiere.

Wenn der Kopfhalter dem Tier angelegt ist und der Kopf mittels irgendeiner Vorrichtung, welche mit dem Vivisektionstisch vereinigt ist, festgehalten wird, so ist es nötig, noch den übrigen Teil des Körpers zu fixieren. Diesem Zweck dienen verschiedentliche Vivisektionstische, -tröge, -bretter und -stative, welche zu verschiedener Zeit vorgeschlagen worden sind. Der Gebrauch eines jeden von ihnen wird im einzelnen Falle hauptsächlich durch

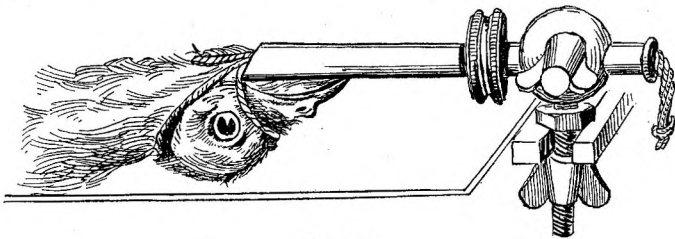


Fig. 11.

die Größe des Tiers bestimmt. So werden kleinere Tiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Vögel u. dergl.) auf Brettern oder an Tischen mit kleinen Füßen befestigt. Mittelgroße Tiere (Hunde, Katzen) werden an Tischen, Trögen und Stativen angebunden; große Tiere (Pferde, Kühe u. dergl.) werden in Gestellen festgehalten oder auf spezielle Tische gelegt. Irgendwelche strenge Regeln können hierfür nicht gegeben werden und dieses um so mehr, da jeder Erfinder, der einen neuen Kontentativapparat vorschlägt, bestrebt ist, denselben nach Möglichkeit universal zu machen, und stets betont, daß sein Apparat für Tiere von verschiedenster Größe tauglich ist.

Die Wahl des Kontentativapparats muß, außer der Größe des Tiers, noch dem Ziel des Versuchs angepaßt werden. Wenn der Versuch ohne Narkose verläuft, die Operation nicht an tief liegenden Teilen oder Organen vollzogen wird, und wenn die Anwendung von komplizierten, registrierenden Hilfsapparaten nicht nötig ist, so ist es vorteilhaft, das Tier in einem Trog zu befestigen. Im entgegengesetzten Falle sind Tische oder Bretter vorzuziehen (Cyon). Wenn man zu verschiedenen Teilen des gut fixierten Tiers Zugang haben will, muß die Wahl auf ein Stativ fallen.

Das Befestigen des Tiers an einem oder dem anderen Apparat wird durch das Anbinden seiner Extremitäten mit Hilfe von Riemen, Stricken oder bei großen Tieren (Pferden) sogar mit Hilfe von Ketten erreicht. Der

Strick wird als Galgenknoten (noeud coulant) um das untere Ende der Extremität herumgezogen; die freien Enden der Stricke werden entweder durch die Öffnungen, welche in dem Vivisektionstisch, -trog oder dergl. gemacht sind, durchgezogen, oder sie werden an die Stäbe, welche am Rande des Tisches angebracht sind, festgemacht, oder in eigens dafür gemachte bequeme Klemmen eingeklemmt. So eine Klemme stellt nichts anderes dar, als eine leicht gebogene Metallplatte, welche mit ihrer Mitte an dem äußeren Rande des Tisches befestigt ist. Zu beiden Seiten dieser Platte bildet sich zwischen ihr und dem Tisch je eine keilförmige Spalte, in welcher die Schnur rasch und fest eingeklemmt werden kann.

Das Fixieren der vorderen Extremitäten wird z. B. bei Hunden auf folgende Weise erzielt. Die freien Enden der Schnüre, welche mit dem entgegengesetzten Ende schlingenartig um die Extremität herum zugezogen sind, kreuzen sich unter dem Körper des Tiers, unter die Schnur wird die Extremität der entgegengesetzten Seite untergeschoben und die Schnur zugebunden oder in einer Klemme eingeklemmt. Dank dem werden die vorderen Extremitäten fest an den Körper und an den Tisch gedrückt.

Anstatt Stricken empfiehlt Morochowez<sup>21)</sup> breite Lampendochte und Voinitsch-Sianogensky<sup>22)</sup> Zwiwbänder anzuwenden, um einen delikateren Druck auf die Extremität auszuüben.

Centani<sup>23)</sup> gebraucht anstatt Schnüren Metallklemmen, welche man nach Wunsch weiter aufmachen oder zusammenmengen kann. Die Klemmen können längs dem abgeschrägten Rande des Tisches an einem hier befindlichen Metallstab hin und her bewegt werden.

Zu demselben Zweck hat Roussy<sup>24)</sup> vorgeschlagen, an die Extremitäten der Tiere die von ihm erfundenen „Serre-pattes“ anzulegen. Dieses Gerät stellt nichts anderes als eine Schlinge aus Leder oder aus Metall (Kette) dar, unter letztere ist es besser ein Stück Gummi oder Tuch unterzulegen. Die Schlinge wird um die Extremität herum zugezogen und ihr freies Ende am Vivisektionstisch, -brett oder dergl. festgemacht. Es gibt „Serre-pattes“ für verschiedene Tiere in den entsprechenden Größen (vom Frosch und von der Maus bis zum Hunde). Die „Serre-pattes“ können sterilisiert werden.

Der Umstand, daß in den Extremitäten, wenn sie mit einer Schlinge, welcher Art sie auch sei, zugezogen und ausgestreckt werden, Blutstauung stattfindet, hat Janowsky<sup>25)</sup> veranlaßt, eine Art zum Immobilisieren der Tiere zu finden, bei welcher die Blutzirkulation in den Extremitäten nicht geschädigt wird. Zu diesem Zweck macht er auf dem Tier (Kaninchen) ein Korsett aus Gazebinden, Watte und Gips, welches, wenn es eingetrocknet ist, längs der Ventrallinie aufgeschnitten wird. Diese Form wird an ein Brett angeklebt und es kann ein jedes Tier derselben Art und von ungefähr derselben Größe in diese Form hineingelegt werden; hier wird es mit Hilfe von Binden festgemacht und auf den Rücken gelegt. Die Extremitäten sind frei und die Blutzirkulation in ihnen ist nicht geschädigt, wie dieses beim gewöhnlichen Anbinden vorkommt. Camus<sup>26)</sup> hat eine analoge Vorrichtung zum Festhalten der Tiere nach der Operation vorgeschlagen.

Wenn man die Vorrichtungen zum Festhalten der großen Vierfüßler außer acht läßt, so ist der Vivisektionstisch vornehmlich zum Fixieren der Hunde bestimmt, obgleich einige Vivisektionstische auch zum Anbinden

kleinerer Tiere benutzt werden können. Was die tragbaren Vivisektionsbretter oder die Tische auf niedrigen Füßen anbetrifft, so werden sie gerade zum Festhalten kleiner Tiere: Katzen, Kaninchen, Meerschweinchen u. dergl. gebraucht. Es gibt aber auch derartige Geräte für Hunde (Cowl<sup>27</sup>). In Trögen können Tiere verschiedener Größe festgehalten werden (Cl. Bernard, S. 123), Stative dagegen (Johansson<sup>28</sup>, Roussy<sup>29</sup>) werden Tieren von einer bestimmten Größe angepaßt.

Im folgenden wird nur auf die charakteristischen Grundzüge der Konstruktion dieser oder jener Geräte oder Kontentativapparate hingewiesen, ohne dabei auf die Details näher einzugehen.

### Tische.

Die Vivisektionstische können aus verschiedenem Material gebaut werden. So sind z. B. die Tische von Cl. Bernard (S. 121), Livon<sup>30</sup>) Jolyet (Richet, Chien), Voinitsch-Sianogensky<sup>22</sup>), der Vivisektionstisch unseres Laboratoriums u. a. m. aus Holz gemacht. Der Tisch auf einem Kugelscharnier von Morochowez<sup>21</sup>) ist ganz aus Metall. Bei den Tischen von Malassez (Richet, Chien), Roussy<sup>31</sup>) u. a. ist zwecks größerer Reinlichkeit und Dauerhaftigkeit das obere Tischbrett mit Metall bedeckt. Die Holz- und Metalltische werden oft mit Ölfarbe, gewöhnlich mit weißer, gedeckt, was ebenfalls das Reinhalten der Tische erleichtert.

Gewöhnlich ist das Brett des Tisches mit dessen Füßen unbeweglich vereinigt. Beim Tische von Livon<sup>30</sup>) wird das Brett, um den Tisch recht portativ zu machen, auf zwei hohe und kurze Bänke aufgelegt und an ihnen festgemacht. Die Eigenheiten des Cl. Bernardschen Tisches bestehen darin, daß die Ränder der engeren Seiten dieses eigentlich recht breiten Tisches etwas gehoben sind und auf ihnen ein vierfach zusammengelegtes, an vielen Stellen durchlöcherntes Brett liegt. Dieses Brett kann entweder als Vivisektionstisch oder als Vivisektionstrog dienen. Entsprechend den Operationen, die gemacht werden sollen, unterscheidet Cl. Bernard vier Lagen dieses Brettes (Fig. 12).

Wichtiger ist, für die Bequemlichkeit des Operierens, die Höhe und die Breite des Tisches. Hier müssen zwei Arten von Tischen unterschieden werden: solche, an denen man stehend und solche, an denen man sitzend (Morochowez<sup>21</sup>) arbeitet. Der Vivisektionstisch unseres Laboratoriums, der zum Stehendarbeiten gemacht ist, hat folgende Dimensionen: Höhe 97 cm, Breite 51 cm, Länge 160 cm.

An den Rändern des Tisches gibt es spezielle Löcher zum Durchziehen der Stricke (Jolyet, Debrand<sup>32</sup>) oder Stäbe oder Haken (Malassez, Roussy<sup>31</sup>) oder spezielle Klemmen (Tisch von Morochowez und der in unserem Laboratorium gebräuchliche Tisch). An einigen Tischen gibt es über dem Fußende des Tisches einen Metallbogen zum Festhalten der hinteren Extremitäten. Dieser Bogen kann längs dem Tisch hin und her geschoben und nach Wunsch geneigt werden; von diesem Bogen gehen Schlingen aus, welche die hintere Extremität umfassen (Morochowez<sup>21</sup>), Voinitsch-Sianogensky). Bei dem Debrandschen Tisch spielt ein längs dem Tisch hin und her beweglicher Stab dieselbe Rolle.

Das Brett des Cl. Bernardschen (S. 121) und ebenso auch des Livonschen Tisches ist von einer großen Anzahl von Löchern durchsetzt; dank dem können verschiedene Tiere mit Stricken in den verschiedensten Lagen fixiert werden. Hunde werden auf dem Tisch, der Länge des Tisches nach, angebunden; Katzen, Kaninchen, Vögel u. dergl. werden auf ihm der Quere nach angebunden.

Am vorderen Ende des Tisches befindet sich gewöhnlich ein vertikal emporragender Stab, an welchem der Kopfhalter mittels des oben beschrie-

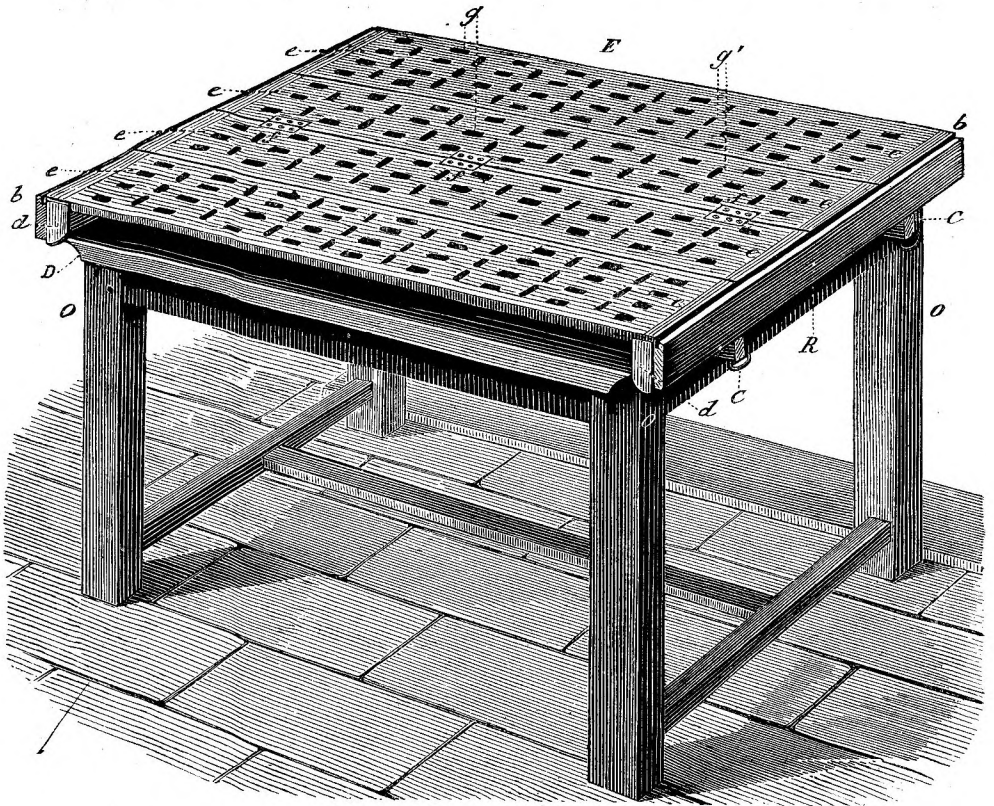


Fig. 12.

benen Zwischenstücks befestigt wird. Bei einigen Tischen wird dieser Stab beweglich angebracht und dadurch ist es möglich, ihm verschiedene Neigungswinkel zu geben

Die Ränder des Tisches, wie es z. B. beim Roussyschen Tisch der Fall ist, können aus hartem Metall gemacht werden und Einschnitte tragen; in diesen werden mit Hilfe von Schrauben verschiedene Hilfsapparate befestigt, wie z. B. die Stäbe, mit denen ein oder der andere Kopfhalter desselben Autors (siehe oben) verbunden ist, Haken zum Fixieren, „Serre-pattes“ u. a. m.

Wenn das Tischbrett nicht durch Einschnitte unterbrochen ist, so ist jeder Vivisektionstisch abschüssig, nach einer Seite hin geneigt eingerichtet,



damit die Flüssigkeiten abfließen, oder er hat rinnenartige Gänge, welche zu einem Loch im Tisch führen. Zu demselben Zweck können die Ränder des Tisches etwas gehoben sein. Unten wird an den Tisch oft ein Apparat für künstliche Respiration angebracht. So ist z. B. zu diesem Zweck bei dem Tisch, welcher in unserem Laboratorium gebraucht wird, ganz niedrig über der Diele ein Brett angebracht, welches durch vier Sprungfedern festgehalten wird. Der Apparat für künstliche Atmung (vom Mechaniker Ch. Verdin in Paris) und der Elektromotor, welche an diesem Brett angebracht sind, übertragen dank diesen Sprungfedern keine Stöße auf den Tisch.

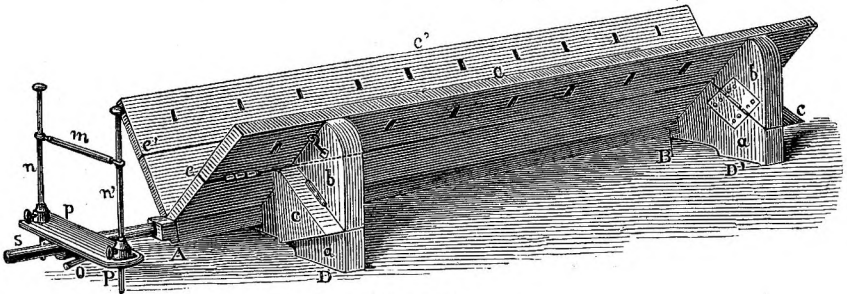


Fig. 13A.

Unter dem Tisch kann sich auch ebenfalls ein Kasten für Instrumente befinden (Roussy).

Um eine Verunreinigung der Tiers durch das bei der Operation fließende Blut und durch andere Flüssigkeiten zu verhüten, hat Malassez<sup>33)</sup> vorgeschlagen, auf den Operationstisch oder das Operationsbrett einen siebartigen Metallrahmen, „lit grillagé d'opération“ aufzulegen. Die Schnüre oder Stricke, mit denen das Tier angebunden wird, werden durch die Löcher, welche im Metallrahmen des Siebs sind, oder bei kleineren Tieren irgendwo in der Mitte des Siebs, durchgezogen.

Um das Demonstrieren zu erleichtern, und auch zu anderen Zwecken, wird das Tischbrett bei einigen Tischen beweglich gemacht. Es wird entweder 1. das Fußende des Tischbrettes mit Angeln befestigt und das Kopfende kann dann gehoben werden (Morochowez, Roussy<sup>34)</sup>), oder 2. die Querachse verläuft in der Mitte des Tisches und gibt so die Möglichkeit, nach Belieben das eine oder andere Ende des Tisches zu heben (der Tisch unseres Laboratoriums), oder 3. das Tischbrett hält sich auf einem Kugelscharnier und kann durch Festschrauben in der beliebigen Lage fixiert werden (Morochowez).

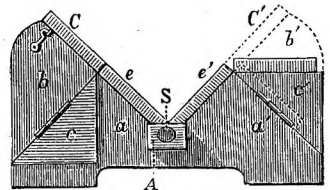


Fig. 13B.

Schließlich kann der Tisch aus zwei selbständigen Hälften bestehen, einer vorderen kleinen und einer hinteren größeren; diese können je nach der Größe des Tiers jede einzeln oder auch beide zugleich gebraucht werden (Voinitsch-Sianogensky). Im letzteren Falle ist es, wenn man beide Hälften

des Tisches auseinander schiebt, sehr bequem, auf den Körper des Tiers Verbände anzulegen.

Wenn die Notwendigkeit besteht, das Tier warm zu erhalten, so kann man den Tisch von Rost<sup>35)</sup> anwenden. Unter dem Brett dieses Tisches verlaufen Bleiröhren, durch welche Wasser durchgeleitet werden kann. Das Tier wird auf ein dünnes Kissen hingelegt. Der Tisch ist für verschiedene Tiere tauglich.

### Tröge (Gouttières).

Die Fälle, in denen Tröge zur Anwendung kommen, sind oben erwähnt. Cl. Bernard hat den Trog vervollkommenet und die klassische Beschreibung

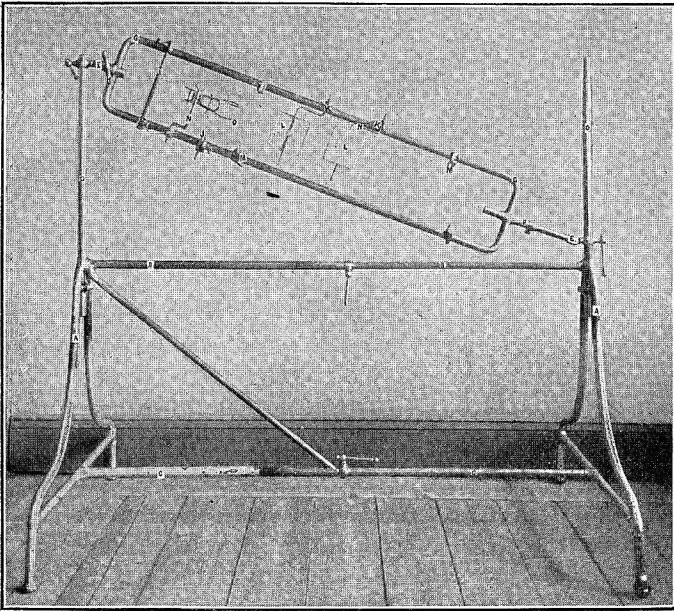


Fig. 14.

des Trogs befindet sich in den „Leçons de physiologie opératoire (S. 132) dieses Autors (Fig. 13).

### Stative.

Um zu jedem Körperteil eines gut fixierten Tiers Zugang zu haben, haben Roussy und Johansson Stative vorgeschlagen.

Das Gestell für Hunde von Roussy besteht aus einem ganzen System von Querstäben, an welche das Tier mit Vaucansonschen Ketten angebunden wird. Der Kopf des Hundes wird auf folgende Weise fixiert: Am Kopfende des Gestells befinden sich zwei Metallstäbe, die in der Mitte hufeisenförmig gekrümmt sind, und zwar so, daß der obere mit der Öffnung nach oben, der untere mit der Öffnung nach unten zu liegen kommt; beide sind verschließbar und können auch an einer Stelle festgemacht werden.

Diese beiden Hufeisen bilden, wenn sie einander genähert werden, einen Ring, welcher den Hals des Tieres fest umschließt. Außerdem wird dem Hunde einer von den Kopfhaltern desselben Autors angelegt.

Das Johanssonsche Stativ besteht aus einem Rahmen für den Rumpf und einem Kopfhalter für den Kopf. Das Tier wird mit Stricken an diesen Rahmen angebunden. Der Rahmen wird mit Hilfe von Stäben, welche an seinen kürzeren Seiten entspringen, ins Stativ hineingestellt. Der Apparat ist so eingerichtet, daß der Rahmen gedreht und in einer beliebigen Lage eingestellt werden kann. Diese Stative müssen in zwei Größen vorhanden sein: einer für große Hunde und einer für kleine Hunde, Kaninchen u. dergl. (Fig. 14).

#### Vivisektionsbretter oder -tische mit kurzen Füßen.

Der Urtypus der Vivisektionsbretter für Kaninchen ist das Vivisektionsbrett von Czermak (Cyon, S. 37). Die Einrichtung dieses Geräts und

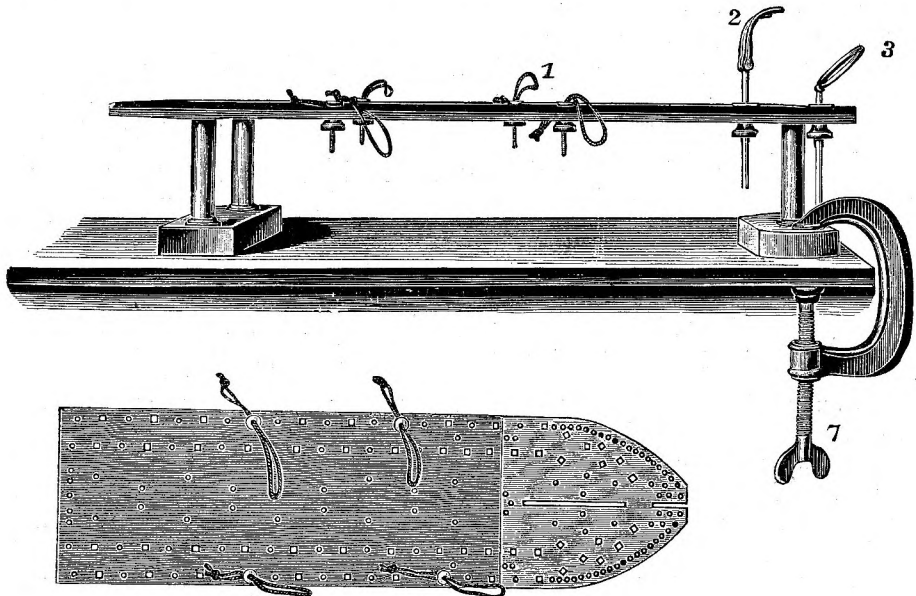


Fig. 15.

seiner zahlreichen Veränderungen besteht in folgendem: Ein nicht zu großes Brett ruht auf vier kurzen Füßen; im vorderen Ende des Brettes befindet sich eine Öffnung von einer gewissen Form; diese Öffnung kann durch eine Metallplatte verschlossen werden. Man bedient sich dieser Öffnung zur Arbeit am Hinterhaupt des Tieres u. ä. Ebenfalls am vorderen Ende des Brettes ist ein vertikal stehender Stab angebracht, mit welchem der Kopfhalter auf eine bestimmte Weise verbunden wird. Die Extremitäten des Tieres werden mit Stricken festgebunden, welche durch die Löcher, die sich am Rande des Tisches befinden, durchgezogen werden oder an die Stäbe angebunden werden.

Dietrich<sup>36)</sup> hat den nach dem Czermakschen Typus gebauten Tisch folgendermaßen modifiziert: Unter dem Brett befinden sich zwei Rollen, auf welche der Strick, der von den Extremitäten kommt, aufgewickelt wird. Durch eine Klemme wird die Stellung der Rollen fixiert.

Der Tisch von Cowl stellt ein paraffiniertes Eichenbrett vor, welches auf kurzen Füßen ruht, und kann für Hunde, sowie auch für kleinere Tiere und sogar für Fische und Schlangen gebraucht werden. Das vordere Ende des Tisches ist etwas enger und ist mit Metall bedeckt. Im Brett befinden sich 200 Löcher für Stricke, Haken, für den Köpfhalter (vergl. oben) usw. Die Extremitäten des Tiers werden mit Stricken an den Tisch angebunden. Cowl schlägt vor, zum Fixieren des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten von Vögeln und auch von Kaltblütern Klemmgabeln bzw. stumpfe Haken zu gebrauchen, deren zwei Enden unter dem Vivisektionstisch mit Schrauben befestigt werden (Fig. 15).

Folgende Geräte sind speziell zum Fixieren von kleineren Tieren vorgeschlagen worden.

Das Tischchen oder das Brett von Roussy<sup>37)</sup> für kleinere Vierfüßler ist seiner Einrichtung nach dem Tisch desselben Autors für Hunde analog, hat aber nur kleinere Dimensionen.

Das Tischchen für Kaninchen, Meerschweinchen, Hühner und Tauben von Latapie<sup>38)</sup> gibt die Möglichkeit, das Tier vom Rücken auf den Bauch und umgekehrt umzuwenden, ohne dabei die Extremitäten loszubinden. Dieses wird dadurch erreicht, daß man zum Fixieren der unteren Extremitäten einen auf dem Tisch der Quere liegenden Metallreifen anwendet, welcher mit Fußklemmen versehen ist. Mit diesem Reifen können einige vertikale Bewegungen ausgeführt werden.

Für Meerschweinchen hat Queyrat<sup>39)</sup> einen Tisch konstruiert, welcher auf niedrigen Füßchen steht. Die Ränder dieses Tisches sind in Form eines ausgespannten Tiers ausgeschnitten und etwas gehoben, an der Stelle, wo das Maul zu liegen kommt, sind die Ränder stärker gehoben. Über dem Maul des auf dem Rücken liegenden Tiers befindet sich ein Griff, welcher die Möglichkeit gibt, einen Stab, der mit einer dreieckigen Platte endigt, auf den oberen Halsteil gerade zwischen den Zweigen des Unterkiefers hinabzusenken. Die Platte drückt den Kopf des Tiers an den Tisch an. Dank einer gewissen Vorrichtung kann der Stab auf einer gewissen Höhe fixiert werden. Die Pfoten des Meerschweinchens werden mit Stricken an den Tisch angebunden. Die Tiere können auch in der Bauchlage befestigt werden. Für größere Exemplare kann der Tisch auseinander geschoben werden.

### Frösche.

Zum Festhalten von Fröschen dienen gewöhnlich Brettchen aus Kork, auf welchen das Tier durch Nadeln befestigt wird; diese werden in die vier Pfötchen zwischen den Fingern und vorne am Munde des Tiers hineingestochen (Cyon). Außerdem gibt es noch spezielle Bretter oder Tische für Frösche, wie z. B. das Brett von Roussy oder das Froschbrett nach Kahn mit einem Kugelscharnier, welches die Einstellung des Bretts in einer

beliebigen Lage gestattet; letzteres Gerät wird vom Mechaniker Krusich in Prag angefertigt.

### Vögel.

Vögel werden entweder überhaupt nicht angebunden, sondern in Handtücher eingewickelt (Cyon), oder sie werden an einer der oben beschriebenen Vivisektionstische angebunden. Im letzteren Falle wird der Kopf durch irgendeinen Kopfhalter festgehalten. Solche Kopfhalter sind von Malassez und Roussy (siehe oben) vorgeschlagen worden.

### Große Vierfüßler.

Das Festhalten von Pferden, Kühen u. dergl. wird gewöhnlich mit Hilfe von Stahlgestellen erreicht, in welchen die Tiere durch ein System von Querstäben oder von Schlingen stehend festgehalten werden. Um die Tiere hinzulegen, gibt es besondere Handgriffe und spezielle Tische (Richey, Cheval).

### d) Das Immobilisieren des Tiers.

Wenn das Tier an den Tisch angebunden ist, muß es für das Operieren und fürs weitere Experimentieren tauglich und bequem zugänglich gemacht werden, und dafür ist es unumgänglich nötig, ihm die Möglichkeit der Bewegungsreaktion (im Bereiche der Skelettmuskulatur) zu nehmen; diese äußert sich teils in Bewegungen, teils im Geschrei und schließlich auch in jenem komplizierten Komplex von Erscheinungen in verschiedenen Organen (Blutzirkulation, Atembewegungen u. a.), welche die auf einen Gefühlsreiz beim Tier eintretenden Bewegungen begleiten. Ersteres und zweites beeinträchtigen sehr die Genauigkeit und Ungestörtheit der Sezierarbeit und letzteres macht den vorhandenen physiologischen Zustand des Tiers sehr kompliziert und muß unbedingt jede spezielle Analyse, die das Ziel des gegebenen Versuchs bildet, verdunkeln. Außer allem diesem kann man das natürliche Mitleidsgefühl des Menschen zu den höheren Tieren, wie z. B. zum Hunde — zum jeherigen historischen Freunde des Menschen — und zu anderen Tieren nicht außer acht lassen, denn bei vielen Vivisektionen und Experimenten haben diese viel zu leiden. Angesichts alles dessen wird ein vorhergehendes Herabsetzen der Funktion des Nervensystems nötig. Aber da auch das Nervensystem selbst in seinen verschiedenen Teilen Gegenstand der Forschung sein kann, so werden drei Hauptmodifikationen der Methode, welche eine partielle Paralyse des Nervensystems zum Ziel hat, angewandt: mechanische Beeinträchtigung der Funktion oder Zerstörung des zentralen Nervensystems, zeitweilige funktionelle Paralyse desselben Systems, welche auf chemischem Wege erreicht wird — Narkose —, und Paralyse der motorischen Nerven mittels Kurare.

### Die mechanische Beeinträchtigung des zentralen Nervensystems.

Als erster Handgriff wird Druck aufs Gehirn durch eine Trepanationsöffnung im Schädel und das Durchschneiden des Rückenmarks auf der Grenze mit dem verlängerten Mark angewandt. Die Trepanationsöffnung wird auf der Schädelwölbung gemacht, und es wird ein elastischer Körper

(Schwamm oder Gummipfropf) hineingelegt; der entsprechende Druck kann durch eine Bandage unterhalten werden. Um das Erbrechen zu vermeiden, muß man hungrige Tiere nehmen. Das Tier ist vollkommen unbeweglich und zu den verschiedensten Versuchen tauglich (Claude Bernard). Diese Methode ist überhaupt selten angewandt worden und wird in letzter Zeit gar nicht angewandt, so daß kein Material vorhanden ist, wonach man über ihre Anwendungssphäre und über ihre praktische Brauchbarkeit urteilen könnte.

Das zweite Verfahren wurde vom Verfasser des vorliegenden Teils bei den Forschungen über die zentrifugalen Nerven des Herzens und über die sekretorischen Nerven der Verdauungsdrüsen angewandt und kann für die entsprechenden Versuche aufs wärmste empfohlen werden. Sein hauptsächlichster Vorteil, wie auch beim ersten Verfahren, ist der, daß in beiden Fällen kein Vergiften des Organismus, oder beim zweiten Falle nur eine flüchtig vorübergehende Vergiftung des Organismus statt hat. Unbrauchbar ist diese Methode hauptsächlich bei Versuchen mit verschiedenen Reflexen. Sie kann auf zwei verschiedene Arten angewandt werden. Entweder wird sie in reiner Form angewandt oder sie wird mit gleichzeitiger Narkose kombiniert. Im ersten Falle bindet man das Tier wie gewöhnlich auf dem Rücken liegend an den Tisch an. Darauf befreit man den Kopf aus dem Kopfhalter, umbindet den engen Teil der Schnauze mit einer Schnur und beugt den Kopf zur Brust hin, wobei man ihn zugleich nach Möglichkeit emporhebt, damit der Hals einen Kreisbogen mit einem möglichst großen Radius beschreibt. Der Kopf des Tiers muß in kräftigen Händen unbeweglich in der richtigen Lage, d. h. längs der Mittellinie des Körpers, ohne nach rechts oder links abzuweichen, gehalten werden. Nachdem der Operierende das Tuberculum occipitale durchgeföhlt hat, beginnt er zuerst, von ihm aus nach unten hin, mit einem 5—6 cm langen Hautschnitt. Ein zweiter stärkerer Schnitt, von demselben Tuberculum aus, führt direkt bis zum Ligamentum atlanto-occipitale und zu den Wirbeln; dabei richtet man sich nach dem mittleren Aponeurosenstrang zwischen den Nackenmuskeln. Jetzt wird durch eine dritte und vierte Querbewegung des Messers, welche unter der Kontrolle des Zeigefingers der anderen Hand vollzogen werden, das Ligamentum breit durchschnitten und durch die so gemachte Öffnung sofort der Finger zum Durchquetschen des Markes hineingeföhrt. Da hierbei eine recht beträchtliche Blutung eintreten kann, müssen Wattetampons und Klemmpinzetten oder Peansche Pinzetten zum raschen Schließen der Hautwunde bei der Hand sein. Die Operation kann bei einiger Fertigkeit in einigen Sekunden gemacht werden. Gleich darauf macht man ebenso rasch die Tracheotomie, um sofort künstliche Atmung einzuleiten. Diese ganze Prozedur kann vollkommen glatt verlaufen.

Es ist einfacher, mit einer raschen Chloroformnarkose zu beginnen, um alles oben Beschriebene mit weniger Eile und mehr Ruhe zu vollziehen. Eine rasche und kurze Narkose vergeht bald, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen. Bei der Narkose ist es besser, mit der Tracheotomie zu beginnen. Hinsichtlich des Kopfs des so operierten Tieres ist folgendes zu bemerken. Erstens macht der Kopf fortwährend Schluckbewegungen, wahrscheinlich infolge des andauernden Reizes des oberen Endes der Markwunde.

Durch dieses Schlucken werden große Massen Luft in den Magen befördert, welche ihn bis zu enormen Dimensionen aufblasen. Um dem zu entgehen, ist es nötig, sofort nach der Tracheotomie den Ösophagus am Halse zu unterbinden. Zweitens ist Grund vorhanden zur Voraussetzung, daß der Kopf, ungeachtet der groben traumatischen Schädigung des Markes, noch höherer Gehirntätigkeit fähig sei. Daher muß man, um unnütze Qualen des Tiers zu vermeiden, durch das Foramen occipitale eine mehr oder weniger beträchtliche Zerstörung des Großhirns vornehmen. An einem so operierten Tiere kann der Versuch mehrere Stunden — 5 und 10 Stunden lang — fortgesetzt werden. Bei solchen Tieren fällt der Blutdruck nicht so niedrig wie bei vergifteten Tieren, und außerdem fällt er langsam im Verlaufe des ganzen Experiments.

### Die Narkose.

Das Verfahren, welches seiner Verbreitung nach an erster Stelle steht, ist die zeitweilige funktionelle Paralyse des zentralen Nervensystems — die Narkose. Da diese gleichwertig, sowohl bei chirurgischen Operationen als auch bei Vivisektionen, angewandt wird, so soll sie hier im ganzen Umfang ihrer physiologischen Anwendung besprochen werden. Indem ich hinsichtlich der Literatur und der Analyse dieses Gegenstands, wie sie sich uns zur gegenwärtigen Zeit darbieten, auf die Handbücher der Pharmakologie verweise, werde ich mich hier auf ein wesentliches praktisches Resumé hinsichtlich der Versuchstiere beschränken.

Bei keinem einzigen von den Narkosemitteln ist der Physiologe gegen die Gefahr, dem Tier den Tod zu bereiten, völlig sicher; dieses gilt sowohl für vollkommen frische Tiere, welche zum erstenmal operiert werden, als auch in viel höherem Grade für solche Tiere, die infolge früherer Operationen oder irgendwelcher anderer experimenteller Eingriffe Abweichungen von der Norm erlitten haben. Der Tod eines Versuchstiers, besonders bei chirurgischen Operationen, kann dem Experimentator oft sehr teuer zu stehen kommen, wenn das Tier zur Operation durch wochen- und monatelange Voruntersuchungen und Beobachtungen bereitet worden ist. Der Tod unter der Narkose kommt bei Tieren viel öfter vor als bei Menschen. Neben der größeren Empfindlichkeit der Tiere zu diesen Mitteln spielt hier wohl auch das gewöhnliche Fehlen einer Voruntersuchung des Tiers auf den Zustand seiner wichtigsten Organe vor der Anwendung der narkotischen Mittel und zweitens des Fehlens einer fortwährenden Kontrolle des Zustandes des vergifteten Tiers, d. h. einer fortwährenden speziellen Beobachtung des Atmens und des Pulses des Tiers während der ganzen Dauer der Narkose, eine gewisse Rolle. Deswegen müssen, wenn das Tier einen ganz besonderen Wert hat, diese beiden Verfahren vorgenommen werden. Wenn ein und dasselbe Tier zum wiederholten Male operiert wird, ist es zweckmäßig, den ganzen Gang und die Details der ersten Narkose anzuschreiben, denn Tiere derselben Art verhalten sich zur Narkose sehr verschieden und die frühere Erfahrung an demselben Tier gibt sehr wichtige Anhaltspunkte. In einigen Fällen, wo es sich um kleine Nachoperationen an Tieren von sehr hohem Wert handelt und irgendein Zweifel hinsichtlich der absoluten Ungefährlichkeit der Narkose besteht, ist es vernünftiger, das

Tier dem Schmerze zu unterziehen und sich selbst die Unannehmlichkeit zu bereiten, ohne Narkose zu operieren. Schließlich mag die Möglichkeit einer zufälligen Untauglichkeit der angewandten Präparate nicht unerwähnt bleiben. Daher ist es im Falle eines unerwarteten Todes des Tiers von Nutzen, auch die Kontrolle der Reinheit der Präparate vorzunehmen, um einer Wiederholung derartiger Fälle vorzubeugen.

An der Spitze der narkotischen Mittel, besonders für chirurgische Operationen, stand und wird wohl auch noch lange in der Physiologie das Chloroform stehen. Indem es hinsichtlich der Bequemlichkeit des Operierens bei völliger Reaktionslosigkeit des Tiers, hinsichtlich des raschen Eintretens dieses Zustandes und hinsichtlich einer raschen und vollkommenen Wiederherstellung des Tiers nach dem Aufhören der Narkose nichts zu wünschen übrig läßt, verlangt es aber viel Mühe und Aufmerksamkeit, um einem zufälligen Tode vorzubeugen. Die Ursachen des Todes liegen bald im Atmungs-, bald im Herzstillstand, wobei sie bald durch reflektorischen Reiz, bald durch eine Paralyse hervorgerufen werden können. Der durch reflektorischen Reiz hervorgerufene Atmungsstillstand findet sich am öftesten im Anfang des Chloroformierens und frühzeitiges Aufhören oder schwächeres Chloroformieren beseitigen ihn mit Leichtigkeit. Paralysen treten im weiteren Verlauf des Chloroformierens ein und entwickeln sich gewöhnlich allmählich nach einer Reihe vorhergegangener Zeichen: Atmungsstillstand — Schwächerwerden und Verlangsamung des Atmens, oder Atmungsunregelmäßigkeiten in dieser oder jener Hinsicht; Herzstillstand — allmähliches Sinken der Arterienspannung, Schwächerwerden und Verlangsamung des Pulses. Frühzeitig bemerkt, müssen diese Zeichen sofort zum Abschwächen oder auch zu sofortigem, völligem Aufhören des Chloroformierens führen. Der schon eingetretene Atmungsstillstand bei fortdauernder Herztätigkeit kann beinahe immer durch mehr oder weniger lange fortgesetzte künstliche Atmung mittels rhythmischen Zusammenpressens des Brustkorbes zugleich mit rhythmischem Hervorziehen der Zunge beseitigt werden. Es wäre als große Seltenheit zu betrachten, wenn diese Maßregeln einen im Stiche ließen. Ganz anders verhält es sich beim Herzstillstand. Im Gegensatz zum eben Gesagten führen hierbei nur in seltenen Fällen lange fortgesetztes künstliches Atmen und absichtliches Zusammenpressen, Auspressen des Herzens, soweit es von außen zu bewerkstelligen ist, zur Wiederbelebung der Herztätigkeit. Und dieses ist auch nur in den Fällen möglich, wenn der Herzstillstand infolge allmählicher Abnahme der Herztätigkeit eintritt. Wenn hingegen das Herz plötzlich und ziemlich unerwartet still steht, so ist die Sachlage beinahe immer eine hoffnungslose.

Von den gewöhnlichen Versuchstieren wird Chloroform vom Kaninchen ganz besonders schlecht vertragen.

Was die Prozedur des Chloroformierens anbetrifft, so wird sie bei großen Tieren und bei den chirurgischen Operationen gewöhnlich mittels eines Maulkorbes oder einer Maske, welche auf den vorderen engeren Teil des Kopfes vom Tier angezogen oder an ihn gehalten wird, vollzogen. Für Hunde wird der Maulkorb von Claude Bernard gebraucht (Fig. 16), er hat die Form eines Kegelstumpfes, welcher mittels kleiner Riemen am Kopfe des Tiers befestigt wird und an seinem vorderen Ende einen abnehmbaren



Teil besitzt, in welchen ein mit Chloroform getränkter Schwamm hineingelegt wird. Der Schwamm liegt zwischen zwei durchlöchernten Lamellen, welche einerseits der Luft freien Zutritt gewähren, andererseits die Berührung des Chloroformschwammes mit der Nase des Tiers verhindern.

Für alle Tiere wird öfter eine Maske, welche nach dem Vorbilde der v. Esmarchschen Maske zum Chloroformieren von Menschen gemacht ist, angewandt. Die Maske kann aus einem Drahtgerüst bestehen, welches mit Flanell bedeckt wird; die Größe und die Form der Maske wird der gegebenen Tierart angepaßt. Das Chloroform wird auf die Maske in kurzen Strahlen oder tropfenweise aus einem gewöhnlichen zum Chloroformieren von Menschen gebräuchlichen, kalibrierten Fläschchen gegossen; dieses ist durch einen Pfropf verschlossen, welcher mit zwei engen Röhrchen versehen ist, fürs Eintreten der Luft ins Fläschchen und fürs Ausfließen des Chloroforms. Beim angegebenen Verfahren dringt das Chloroform zusammen mit der Luft in die Lungen ein. Was die Proportion des Chloroforms anbetrifft, so ist

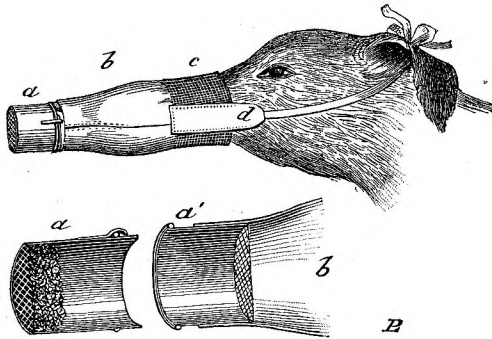


Fig. 16.

ein gewisses mittleres Verhältnis am zweckmäßigsten, denn bei starker Konzentration des Chloroforms tritt die Vergiftung zu rasch ein und wird deshalb ganz besonders gefährlich. Andererseits tritt bei zu langsamer Zufuhr von Chloroform die Narkose sehr langsam ein, das Erregungsstadium wird sehr verlängert und die Chancen eines gefährlichen Zufalls werden größer. Am vorteilhaftesten ist es, das Chloroformieren energischer anzufangen, und wenn die Narkose begonnen hat, sie mit kleineren Dosen aufrecht zu erhalten.

Da die Tiere sich zum Chloroform verschieden verhalten, so wird die verhältnismäßige Dosierung am besten durch Beobachten des Zustandes des gegebenen Tiers während der Narkose bestimmt. Natürlich wäre es am richtigsten, titriertes Chloroform- und Luftgemenge anzuwenden, um so der Gefahr zu großer Konzentrationen sicher zu entgehen. Aber erstens können auch sehr schwache Konzentrationen, die sogar keine volle Anästhesie geben, bei lange dauernder Anwendung das Tier töten und zweitens haben dementsprechende Apparate nicht so einen Grad von Einfachheit und Billigkeit erreicht, um bei Menschen eine stete und allgemeine Anwendung zu finden, und dieses gilt natürlich erst recht bei Hunden. Einige solche Apparate

werden im Kapitel über künstliche Atmung angeführt werden. Eine wesentliche, zum raschen Eintritt einer tiefen Narkose nötige Bedingung ist das Fernhalten jeglicher Reizwirkungen vom Tier während der Entwicklung der Narkose.

Als Zeichen des Eintritts einer vollen Narkose dienen das Verschwinden des Reflexes beim Berühren des Auges und die vollkommene Passivität der Gliedmaßen des Tiers.

Nicht zu große Tiere, die sich besonders stark dem Anbinden an den Operationstisch widersetzen, werden in verschlossenen Räumen chloroformiert, z. B. unter einer Glasglocke, unter welche ein Schwamm oder Watte mit Chloroform gelegt ist.

Frösche und Wassertiere können in Wasser, in welchem eine gewisse Menge Chloroform gelöst ist, chloroformiert werden.

Das zweite gewöhnliche narkotische Mittel ist Äther. Die alte Frage der Menschenchirurgie, ob Chloroform oder Äther, bleibt auch bis zur Gegenwart ohne allgemein anerkannte Antwort. Dasselbe findet man auch im Laboratorium. Wenn auch Äther etwas weniger gefährlich ist als Chloroform, so ist es gerade den Physiologen nicht leicht, dieses an ihrem alltäglichen Material zu konstatieren wegen des Fehlens jeglicher Statistik. Es ist aber kaum anzunehmen, daß der Äther Chancen habe, das Chloroform aus der physiologischen Praktik zu verdrängen. Beim Äther entwickelt sich die Narkose langsam, ihr Eintritt wird von einer sehr langen Erregungsperiode begleitet und es ist viel schwerer, die Narkose auf ein und derselben genügenden Tiefe zu erhalten. In Anbetracht dessen findet er hauptsächlich bei den Tieren Anwendung, welche das Chloroform sehr schlecht vertragen. Andere flüchtige narkotische Mittel haben in der Physiologie keine irgendwie bedeutendere Anwendung.

Nicht flüchtige narkotische Mittel wie Chloralhydrat, Alkohol, Paraldehyd, Urethan u. a. sind in ihrer Anwendung schon mehr begrenzt. Wenn man mit ihrer Hilfe eine volle Anästhesie und völlige Reaktionslosigkeit des Tiers erzielen will, so muß man bis zu sehr großen toxischen Dosen gehen. Infolgedessen wird ihre Anwendung bei chirurgischen Operationen in der Physiologie immer nicht so oft sein. Das Hauptgebiet ihrer Anwendung ist — die Vivisektion.

An der Spitze der nicht flüchtigen narkotischen Mittel der Fettreihe steht seiner Verbreitung nach das Chloralhydrat. Dessen Lösungen werden in den Magen und ins Rektum eingeführt oder direkt ins Blut (5% starke Lösung und sehr langsam um die Reizung des Endokardiums und Aufhören der Herztätigkeit zu vermeiden) oder in die Bauchhöhle eingespritzt. Die stärkste Wirkung übt das Chloralhydrat aufs Atemzentrum aus und bei der Vivisektion kann diese Wirkung durch eingeleitetes künstliches Atmen leicht kompensiert werden. Die allmählich sich entwickelnde Paralyse des vasomotorischen Zentrums, welche sich in immer niedrigerem Sinken des Blutdrucks bis zu minimalen Größen äußert, ist jedoch kein bedrohendes Zeichen. Nach den Erfahrungen der Tierärzte erweist sich das Chloralhydrat als sehr befriedigendes narkotisches Mittel bei chirurgischen Operationen an Pferden. Dosierung: für Hunde in den Magen oder ins Peritoneum 0,25—0,30 g pr. K. und ins Blut 0,1—0,15 g pr. K., für Katzen und Kaninchen entsprechend  $1\frac{1}{2}$ —2 mal weniger.

Ein altes narkotisches Mittel, welches auch noch jetzt, besonders für Vivisektionen gebraucht wird, ist das Morphium. Von allen vorhergehenden narkotischen Mitteln unterscheidet es sich scharf dadurch, daß es die Reflex-tätigkeit nicht nur nicht vollkommen paralysiert, sondern sie in großen Dosen sogar erhöht, und besonders bei einigen Tierarten sogar Krämpfe hervorruft. Indessen findet seine narkotische Wirkung mit speziell stark ausgedrückter Analgesie, besonders bei gewissen Tierarten bis jetzt weite Anwendung in der Physiologie sowohl bei Vivisektionen als auch bei chirurgischen Operationen. Es wird in Form von 1—3%igen Lösungen gewöhnlich seiner salzsauren Salze angewandt, die Lösungen werden subkutan oder in eine kleine Vene eingespritzt. Im ersten Falle tritt einige Minuten nach der Einspritzung gewöhnlich Erbrechen ein und nach 10—20 Minuten, je nach der Dose, schläft das Tier ein. Im zweiten Falle tritt nach einigen Sekunden ein starkes Erregungsstadium ein, welches ebenfalls einige Sekunden anhält, und darauf tritt rasch die Narkose ein. Wenn hierbei das Exzitationsstadium auch noch so stark sein mag, so fügt es seiner kurzen Dauer wegen dem Tier keinen bemerkbaren Schaden zu. Nachdem man einige Minuten (5—10) abgewartet hat, bis die Narkose tiefer wird, und bis die Respirations- und Zirkulationsstörungen, die während der Erregung und bei der Maximalwirkung des plötzlich eingeführten Mittels eingetreten sind, sich ausgeglichen haben, kann man zu Werke gehen. Bei einiger Gewohnheit können eine Masse von Vivisektionen und auch chirurgische Operationen in diesem Zustand des Tiers vorgenommen werden. Man muß nur starke Geräusch- und Berührungsreize (an der Haut des Tiers) vermeiden. Ein Tier, welches sich besonders gut zur Morphiumnarkose eignet, ist der Hund, viel weniger eignet sich dazu die Katze und gar nicht das Meerschweinchen. Dosierung des Morphiumchlorhydrats für Hunde ins Blut 0,005—0,01 g pr. K., für Kaninchen entsprechend 2—3 mal mehr.

In neuerer Zeit wird das Einführen von Chloralose ins Blut sehr empfohlen (Ch. Richet<sup>49</sup>). Sie hebt die Schmerzempfindung auf und beeinflusst dabei nicht die Atmungs-, Herz- und Gefäßreflexe und findet daher ihre Anwendung bei Vivisektionen. Ein Übelstand ist die geringe Löslichkeit in Wasser. Dosierung für Hunde 0,1 g pr. K., für Katzen entsprechend 0,001 g.

Als bester Beweis dafür, daß ein zeitgemäßer Physiologe bei den Aufgaben, die er sich stellt, durch keines von allen angeführten Mitteln vollkommen zufrieden gestellt wird, kann der Umstand betrachtet werden, daß gegenwärtig meistens gemischte Narkosen angewandt werden, welche durch die Wirkung von einigen narkotischen Mitteln, von zwei, drei ja sogar von vier Mitteln hervorgerufen werden. Man kann sich wohl Rechenschaft geben vom Sinne einer oder der andern Kombination, vom Ziel, welches ihr Autor dabei verfolgt, aber es ist ganz unmöglich eine ganz sachliche, vollkommen unparteiische und ganz allgemein anerkannte Schlußfolgerung über die vergleichende Tauglichkeit dieser oder jener Kombination auszusprechen. Es existiert kein exaktes Material für so eine Aussage. Es beläuft sich die Sache meistens auf die Gewohnheit oder auf die Traditionen einzelner physiologischer Arbeiter oder ganzer Schulen.

Die älteste Kombination, welche auch bis jetzt noch sowohl in den

physiologischen Laboratorien als auch in der Menschen-Chirurgie angewandt wird und sich folglich genügend bewertet hat, ist die Kombination von Morphium und Chloroform — eine Kombination, auf welche zuerst von Nussbaum hingewiesen worden ist und welche später von Claude Bernard sehr empfohlen worden ist. Gewöhnlich wird das Morphium im voraus entweder subkutan oder direkt ins Blut eingespritzt. Nachdem der Schlaf eingetreten ist und sich die Störungen der Atmung und des Blutkreislaufs ausgeglichen haben, die besonders nach dem Einspritzen von Morphium direkt ins Blut sehr stark sind, schreitet man ans Chloroformieren. Die Vorteile einer solchen Narkose sind: das Ausbleiben eines Erregungsstadiums beim Chloroformieren, eine Verminderung der Chloroformmenge zum Erreichen einer völligen Anästhesie und eine gleichmäßigere, länger dauernde Narkose.

Dastre<sup>41)</sup> hat die Kombination von Atropin, Morphium und Chloroform eingeführt (10 Minuten vor dem Chloroformieren 0,01 g Morphiumchlorhydrat und 0,001 g Atropinsulfat pr. K. unter die Haut). Das Atropin wird mit der Berechnung angewandt, um die Erregbarkeit der die Herzstätigkeit verlangsamennden Fasern herabzusetzen, und so die Möglichkeit eines plötzlichen Herzstillstandes wegen der Erregung im Anfang des Chloroformierens auszuschließen. Das Morphium soll in dieser Kombination als Gegenmittel des Atropins dessen physiologische Wirkung mäßigen. Diese Methode hat die meisten Anhänger in Frankreich gefunden.

Schon längst ist von Billroth eine Mischung von 3 Teilen Chloroform, einem Teil Äther und einem Teil Alkohol absolutus vorgeschlagen worden. Ohne besondere Anwendung in der Menschenchirurgie gefunden zu haben, wird diese Mischung in letzter Zeit für physiologische Untersuchungen viel angewandt. Dabei geht der Anwendung dieser Mischung für die Narkose oft ein Einführen nicht flüchtiger narkotischer Mittel — Morphium, Paraldehyd u. a. — voraus. Bei dieser Narkose wird das Bestehen eines vollkommen unbehelligten Blutdrucks besonders hervorgehoben. Einige Autoren empfehlen auch sehr die Mischung von Chloral mit Morphium.

In der allerletzten Zeit wird von Krawkow<sup>42)</sup> eine Kombination von Hedonal mit Chloroform ganz besonders empfohlen. In Übereinstimmung mit dem Vorhandensein einer Amidogruppe im Hedonal ist laut diesem Autor die Wirkung der Kombination auf die Atmung, auf die Herzstätigkeit und auf den Blutdruck eine viel günstigere als die vom Chloroform allein. Das Hedonal wird in Wasserlösung in einer Menge von 0,2—0,25 pr. K., 2—3 Stunden vor dem Chloroformieren mittels einer Sonde in den Magen eingeführt.

Ich werde keine weiteren Kombinationen anführen, weil sie nur seltener oder geradezu vereinzelt bei gewissen physiologischen Versuchen angewandt werden.

#### Das Kurare.

Sowohl das Durchtrennen des Rückenmarks als auch die Narkose machen es unmöglich, die Reflexerscheinungen zu untersuchen, oder schränken mehr oder weniger die Untersuchung dieses so großen Gebiets der physio-

logischen Forschung ein und erschweren sie. In dieser Hinsicht hat das Kurare große Dienste geleistet; dieses übt paralytische Wirkung auf die Endigungen der motorischen Nerven aus und beseitigt auf diese Weise bei den physiologischen Versuchen die kolossale und vielseitige Rolle der Skelettmuskulatur im Organismus.

Leider haben die Kurarepräparate als Gemisch des Rindenextrakts verschiedener Pflanzen der Strychnosarten, welches von den Indianerstämmen Südamerikas bereitet wird, keine bestimmte Zusammensetzung und sind in ihrer Wirkung nicht sehr beständig. Und in den letzten 10—20 Jahren sind besonders oft unwirksame Präparate vorgekommen. Die Kurarepräparate werden in 3 verschiedenen Formen hergebracht, in Bambusröhrchen, in Kürbisschalen und in Tontöpfchen. Nach Boehm<sup>43)</sup> soll das letzte Präparat sich ganz besonders durch die Unbeständigkeit seiner Wirkung auszeichnen, augenscheinlich wird es falsifiziert. Als zuverlässigstes gilt das Kürbis-Kurare, eine Zeitlang war es aus dem Handel ganz geschwunden und ist danach wieder erschienen. Was die Präparate anbetrifft, welche in kleinen Portionen von verschiedenen europäischen Fabriken geliefert werden, so muß gesagt werden, daß die Aufschrift, welche von der Wirkungsprüfung dieser Präparate zeugt, durchaus keine Garantie vor einer vollkommenen Untauglichkeit dieser Präparate bietet. Das Alkaloid des Kurare, welches Boehm<sup>44)</sup> aus den Kurarepräparaten ausgeschieden hat, ist entweder zu teuer oder es ist in den Preisverzeichnissen der besten chemischen Fabriken überhaupt nicht verzeichnet.

Bei Dosen, welche für die Lähmung der Skelettmuskulatur genügen, kann man beim Kurare die anderen Tätigkeiten des Organismus beinahe ganz ungeschädigt haben, denn die Lähmung der hemmenden Herznerven, der Vasomotoren und der Sekretionsnerven tritt erst bei bedeutenderen Dosen ein, bei kleinen Dosen hingegen fehlt sie vollkommen oder trägt nur einen flüchtigen rasch vorübergehenden Charakter. Dazu besteht in dem Verhalten zu diesen Nebenwirkungen ein Unterschied zwischen den verschiedenen Versuchstieren (J. Tillie<sup>45)</sup>). Die herzhemmenden Fasern sind zum Kurare am empfindlichsten bei der Katze und am wenigsten wirkt es auf sie beim Kaninchen. Beim Kaninchen ist auch die Senkung des Blutdrucks als Zeichen einer zeitweisen Lähmung der Gefäßnerven beim intravenösen Einspritzen des Kurare am wenigsten ausgedrückt. Beim Kaninchen überwiegen im Gegenteil die Erregungserscheinungen des Rückenmarks, so daß man bei einem kurarisierten Kaninchen oft spontane Steigerungen des Blutdrucks beobachtet, welche die Blutdruckkurve zu einer sehr unregelmäßigen machen und sogar die Möglichkeit in dieser Periode, Versuche mit dem Blutdruck anzustellen, vollkommen ausschließen. Daher wendet man beim Kaninchen sehr große Dosen Kurare an, die den Blutdruck erheblich herabsetzen, aber dafür eine regelmäßige Blutdruckkurve geben.

Ogleich alle Autoren einstimmig das Faktum bestätigen, daß nach dem Kurare die verschiedenen Teile der Skelettmuskulatur nach und nach paralytisch werden, wobei als letzte die Atemmuskulatur und speziell das Diaphragma gelähmt wird, so macht man in der Praxis dennoch selten von diesem Umstande Gebrauch und zieht es vor, die Muskulatur des Tiers

vollständig zu vergiften und die natürliche Atmung durch künstliche zu ersetzen. Die Kurarelösung wird meistens direkt ins Blut eingespritzt, aber demnächst wird auch das Einspritzen ins subkutane Gewebe angewandt. In dem Falle, wenn man in eine Pfote eingespritzt hat, kann man durch festes Umschnüren der Pfote mit einem Kautschukröhrchen das Eintreten des auf einmal in großer Menge eingespritzten Giftes in den Organismus graduieren (Claude Bernard).

### e) Die Vivisektion.

Wenn das Tier am Tisch befestigt ist und seines Bewegungsvermögens beraubt ist, schreitet man zum Operieren; dabei muß man zum vollen Erfolge des vorgenommenen Versuchs sich durch folgende drei Regeln bestimmen lassen: erstens ist eine sorgfältige anatomische Kenntnis der Stelle, welche präpariert werden soll, erforderlich; diese muß vorher an Leichen der entsprechenden Tiere erworben sein. Zweitens muß man Blutungen aufs sorgfältigste vermeiden und mit allen Mitteln stillen, um die ganze Zeit das Arbeitsfeld rein und klar vor sich zu haben, und drittens muß man den Schnitt und die Zertrennung der Teile in solchen Maßen vollziehen, damit es möglich sei, bequem und weit das Operationsfeld und das Feld des weiteren Experimentierens zu übersehen und auf diese Weise von vorn herein in jedem Augenblick richtig und zielbewußt zu arbeiten. Was die Frage anbetrifft, ob man rasch vorgehen soll und sofort bis zum gesuchten Teil durchschneiden soll oder ob man sich langsam vorwärts bewegen, schichtenweise und vorsichtig schneiden soll, so wird dieses durch die Erfahrung des Operierenden, durch die Sicherheit des Auges und der Hand und durch sein Temperament bestimmt und es läßt sich hierfür keine allgemeine Regel aufstellen.

Was den Gang des Operierens des lebendigen Organismus selbst anbetrifft, so mag er in folgenden allgemeinen flüchtigen Zügen dargestellt sein. In der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle wird der Anfang der Operation, der Hautschnitt mit Messern von der verschiedensten Form und Größe je nach dem Schnitt, nach der Lage des Messers in der Hand, nach persönlichem Behagen und den Gewohnheiten des Experimentators vorgenommen. Gewöhnlich wird das Messer in der Hand durch drei verschiedene Griffe festgehalten. Erstens so, wie man das Messer im alltäglichen Leben gebraucht, d. h. indem man mit dem Zeigefinger aufs stumpfe Ende des Messers daraufdrückt. So tut man es bei starken und langgezogenen Schnitten. Zweitens, kann man das Messer wie einen Federstock halten. So tut man es hauptsächlich, wenn man mit der Spitze des Messers schneidet, wo man kurze Schnitte auszuführen hat. Schließlich hält man noch das Messer wie einen Geigenbogen, wenn man besonders oberflächlich auf geringe Tiefen schneiden muß. Die weitere Trennung der Teile besorgt man mit Messern, Scheren, Pinzetten und verschiedenen beim Präparieren gebräuchlichen geraden oder verschiedenartig gekrümmten, mehr oder weniger spitz oder stumpf endigenden Nadeln. Die Wahl des zur Zertrennung benutzten Instruments wird durch die Eigenschaften des zu zertrennenden Gewebes bestimmt. Die lockeren Gewebe werden mittels

Pinzetten oder Nadeln zerrissen, die festeren mit Messern oder Scheren durchschnitten; streifenförmiges und geschichtetes wird mit Scheren oder mit dem Messer längs der Rinnensonde, kontinuierliche Massen mit Messern durchschnitten. Pinzetten und Nadeln sind immer dort am Platz, wo man vorsichtig vorgehen muß und sich vor dem Zerstören von Blutgefäßen und Nerven zu hüten hat, wenn man auch mit Messer und Schere schneller zum gesetzten Ziel kommen könnte. Wenn man mit dem Zertrennen der Gewebe weiter in die Tiefe geht, ist es nötig, die Ränder der Wunde auseinander zu schieben und sie so festzuhalten. Natürlich kann das ein Gehilfe tun, aber es ist vorteilhafter auch hier, wenn es nur möglich ist, nur Instrumente zu benutzen. Die Ränder der Hautwunde werden immer am einfachsten mit Haken auseinander gehalten, diese werden durch Schnüre mit Gewichtchen an den Enden und welche vom Operationstische hinunterhängen, auseinander gezogen. In anderen Fällen werden spezielle Auseinanderschieber in der Art, wie sie in der Augenpraxis zum Auseinanderschieben der Augenlider gebraucht werden, angewandt.

Um die Lippen großer Wunden und die Ränder der Körperhöhlen auseinander zu halten und große Organe zur Seite zu schieben, werden Instrumente von sehr verschiedener Form benutzt; sie sind meistens unter einem rechten Winkel gebogen und bestehen aus einem Teil, welcher als Handgriff dient, und einem andern Teil, der in die Wunde eingeführt wird, letzterer kann massiv sein oder aus einzelnen Streifen, gleichsam Fingern bestehen. Das Hervorholen aus der Tiefe und das Emporheben verschiedener Organe und zu präparierender Teile wird entweder mit Hilfe von Pinzetten oder verschiedenen Haken oder mit gekrümmten Nadeln bewirkt. Wenn irgend ein Teil lange Zeit festgehalten werden soll, so werden Pinzetten angewandt, die mit Verschlüssen versehen sind: Torsionspinzetten, Peansche Pinzetten. Letztere müssen, weil sie hinsichtlich ihrer Konstruktion, wenn es gilt, irgend was zu ergreifen und festzuhalten, nichts zu wünschen übrig lassen, ganz besonders warm empfohlen werden. Zum Durchziehen der Ligaturen unter den präparierten Teilen (Nerven, Blutgefäße usw.) benutzt man gerade oder besser entsprechend gebogene Pinzetten oder gebogene Nadeln mit einem Löchchen am Ende oder eine etwas gebogene Nadel mit einer stecknadelkopfgroßen Verdickung am Ende (Verfasser hat letztere bei Prof. Brodie in London gesehen; sie ist besonders bequem, um Ligaturen durch Öffnungen in dünnen Membranen hindurchzuziehen). Zum Einführen von Kanülen in angeschnittene Röhren (Ausführungsgänge von Drüsen, Blutgefäße u. dgl.) bedient man sich eines unter einem rechten Winkel gebogenen Hakens, welcher auf seiner Rückenseite eine kleine Rinne trägt. Um Flüssigkeiten in der Tiefe der Wunde oder in den Höhlen aufzusaugen, benutzt man Stiele, welche am anderen Ende mit Klemmen versehen sind, mit denen das Tupfmateriale (Watte, Schwämme u. dgl.) festgehalten wird.

Speziell zum Entfernen der Gehirnmasse werden Löffel mit scharfen Rändern gebraucht.

Zum Zerstören der Knochen nimmt man verschiedenartig geformte und verschieden große Zangen, Sägen, sowohl gerade als auch ringförmige (Trepane), und Meißel.

Eine Menge verschiedener, besonderer Häkchen, Nadeln, Beile an langen Griffen zum Zerschneiden verschiedener Teile in der Tiefe und ohne Kontrolle des Auges, von denen besonders viele von Claude Bernard stammen, finden heutzutage wenig Anwendung, denn die zu große Ungewißheit der Arbeit überwiegt über der Leichtigkeit ihres Gebrauches.

Zum Einführen verschiedener Flüssigkeiten in verschiedene Punkte des Organismus (unter die Haut, ins Blut usw.) gebraucht man Spritzen. Wegen der besonderen Forderungen, welche man an sie zur Gegenwart stellt, haben diese Instrumente besonders viel Veränderungen und Vervollkommnungen erfahren und ihrer Beschreibung wird daher unten ein besonderer Platz gewidmet.

Gegenwärtig müssen alle Instrumente, da die peinlichste Reinheit gefordert wird, nur aus Metall gearbeitet sein.

### Das Stillen von Blutungen.

Beim Sezieren und Zertrennen der Teile des Organismus ist es eine wichtige Aufgabe, keine Blutungen zuzulassen oder die schon eingetretenen Blutungen rasch zu stillen. Als Grundregel gilt hierfür die Vorsicht beim Präparieren und das vorhergehende Unterbinden eines jeglichen bedeutenden Blutgefäßes. Wenn die Blutung infolge des Durchschneidens oder Durchreißen eines Blutgefäßes eingetreten ist, so ergreift man die blutende Stelle mit verschiedenen Pinzetten, mit einfachen oder mit schließenden Pinzetten (Klemmpinzetten, Torsionspinzetten oder Peanen). Darauf legt man eine Ligatur, entweder um das abpräparierte geschädigte Gefäß oder en masse; wenn aber weder das eine, noch das andere Verfahren wegen eines massiven nicht nachgebenden Gewebes unmöglich ist, so umsticht man die blutende Stelle und zieht somit eine Ligatur fest. Wenn man es mit weichen Geweben und kleinen Blutgefäßen zu tun hat, so benutzt man statt des Durchschneidens das Abdrehen, aber auch hier ist eine Ligatur ihrer größeren Sicherheit wegen vorzuziehen. Alle übrigen Verfahren zum Blutstillen: das einfache Tamponieren, das Tamponieren mit Benutzung von blutstillenden Stoffen, gefäßverengernde Stoffe (Adrenalin), das Kauterisieren mit dem Paquelinischen Thermokauter haben entweder eine untergeordnete oder sogar eine negative Bedeutung. Erstens sind diese Blutstillungen meistens keine sicheren, denn es treten nachfolgende Blutungen ein, und zweitens verschmieren einige von diesen Verfahren sehr die Wunde und erschweren das weitere genaue Operieren sehr. In vielen Fällen erleichtert indessen das Operieren mit dem Thermokauter den Versuch in hohem Grade, da man fast ohne Blutung selbst sehr große Eingriffe machen kann. Nur ganz einfaches Tamponieren hat gesetzmäßige Anwendung, wenn man sich während der vorübergehenden Blutstillung darüber klar werden will, von wo das Blut kommt, und eine ruhige Unterbindung der blutenden Stelle oder des Gefäßes vornehmen will. Zum Stillen der Blutung aus Knochen ist das Verschmieren mit gelbem geschmolzenen Wachs ein ganz zweckmäßiges Mittel.

Nachdem man geendigt hat zu präparieren, wird die Wunde mit Nähten oder verschiedenartigen schließenden Pinzetten festgemacht.



### Die Beleuchtung.

Eine wesentliche Bedingung zum Präparieren ist die genügende Beleuchtung. Dieses kann man entweder dadurch erreichen, daß man den Vivisektions- oder Operationstisch nahe bei gewöhnlichen Fenstern hinstellt, oder dadurch, daß man in den Vivisektions- oder Operationszimmern verstärkte natürliche Beleuchtung, sowohl seitlich als auch (besonders) von oben (extragroße Fenster mit großen Scheiben) einführt. Bei ungenügender natürlicher Beleuchtung ist es am bequemsten, außer der allgemeinen Beleuchtung des Operationszimmers zur speziellen Beleuchtung der Operationsstelle elektrisches Licht zu benutzen: entweder in Form einer einfachen Edisonschen Glühlampe, bei der eine Seite amalgamiert ist und die mit einem Griff versehen ist, oder was noch besser ist in Form einer elektrischen Lampe mit Reflektor, die an einem Reifen befestigt ist, welcher um den Kopf des Präparierenden gelegt wird, in letzterem Falle braucht man keinen Extragehilfen zum Halten der Lampe (O. Ott).

### Die Spritzen.

Die Fortschritte der Bakteriologie am Ende des 19. Jahrhunderts haben die Rolle der Mikroorganismen als Infektionsträger aufgeklärt und an die chirurgischen Instrumente neue Forderungen gestellt, unter denen die Möglichkeit dieser Instrumente leicht und ohne Schaden für sie zu sterilisieren die erste Bedingung ist. Die in dieser Zeit für subkutane Einspritzungen vorgeschlagenen Spritzen sind meistens nach dem Typus der Pravazschen Spritze konstruiert. Dabei wurde die Aufmerksamkeit der Autoren hauptsächlich darauf gelenkt, es möglich zu machen, alle Teile der Spritze durch die Einwirkung von hohen Temperaturen der Sterilisation zu unterziehen.

Einige von den wichtigsten Neuerungen auf diesem Gebiet seien in folgendem zusammengefaßt.

Gewöhnlich besteht der Kolben der Spritzen aus zwei Metallscheibchen, welche ein oder mehrere Lederringe zusammenpressen. Da das Leder schwer zu sterilisieren ist und vom Sterilisieren verdirbt, so ist der Vorschlag gemacht worden, es durch Asbest (Malassez<sup>46</sup>), durch stark gepreßtes Holundermark (Strauss und Collin<sup>47</sup>), Malassez<sup>48</sup>) oder durch einen besonderen Stoff, in welchem Kautschuk als Bestandteil enthalten ist und welcher zum Vereinen der einzelnen Teile bei Dampfmaschinen gebraucht wird, zu ersetzen. Da der Kolben bei der Sterilisation die Hauptschwierigkeiten macht, so sind Spritzen ohne Kolben vorgeschlagen worden, in denen der Kolben durch einen Gummiballon ersetzt ist (Mareschal<sup>49</sup>, Rochon<sup>50</sup>). Da die Glaszylinder, welche für die Spritzen gebraucht werden, ihrer ganzen Länge nach nicht mathematisch genau dasselbe Kaliber haben, so kann eine gleichmäßige Fortbewegung des Kolbens ein ungleichmäßiges Ausfließen der Flüssigkeit zur Folge haben. Um diesen Nachteil zu beseitigen, hat d'Arsonval<sup>51</sup>) zuerst eine Spritze mit vollkommen genau versinkendem, genau eingepaßtem Kolben vorgeschlagen und sie später verbessert (*seringue à piston plongeant*).

Ein dichtes Zusammenfügen der Teile wird in der Pravazschen Spritze ebenfalls mit Hilfe von Lederringen erreicht, welche zwischen den

Enden des Glaszylinders und des Metallgerüsts eingelegt werden. Zum Ersatz des Leders haben Strauss und Collin<sup>52)</sup> Ringe aus stark gepresstem Holundermark vorgeschlagen.

In der Spritze von Gudendag<sup>53)</sup> sind die Ringe vollkommen beseitigt und dank der sorgfältigen Anpassung des Metallgerüsts zu dem Glaszylinder wird eine vollkommen hermetische Schließung des Apparates erreicht.

Zwecks möglichst vollkommener Sterilisation waren die Erfinder bemüht, die Konstruktion der Spritze nach Möglichkeit zu vereinfachen, indem sie zu allererst die Anzahl der einzelnen Teile verringerten. So hat Luer<sup>54)</sup>, dem Vorschlag von Malassez folgend, eine Spritze vollkommen aus Glas angefertigt: diese besteht nur aus zwei Teilen, einem Glaszylinder, welcher nach der einen Seite hin zum Draufsetzen der Nadel enger wird und aus einem Kolben, ebenfalls aus Glas, welcher nichts anderes vorstellt, als eine von beiden Seiten zugelötete Glasröhre (die etwas länger sein muß als der Glaszylinder), welche dem Zylinder gut angepaßt ist und in ihn unter leichter Reibung hineingeht.

In der Rekordspritze besteht der Piston aus Metall.

Mermet und Majar<sup>55)</sup> haben nach dem Luerschen Typus Spritzen aber nur vollkommen aus Nickel angefertigt.

Bei einigen Spritzen ist das Metallgerüst abgeschafft (Fournier<sup>56)</sup>) und der Zylinder wird wie in der Spritze von Malassez und Luer nach der einen Seite hin zum Draufsetzen der Nadel enger.

Um beim Manipulieren eine Hand vollkommen frei zu haben, hat Spiegel<sup>57)</sup> eine automatische Spritze vorgeschlagen, zu deren Handhabung nur eine Hand nötig ist.

Viele Spritzen werden in Metallkästchen verkauft, in denen sie sterilisiert werden können, wobei der Deckel des Kästchens gewöhnlich als Spiritusbrenner benutzt werden kann (die Spritze von Aubry<sup>58)</sup> für 20 cm<sup>3</sup>, die Spritze von Duflocq<sup>59)</sup>).

Zum langsamen subkutanen Einspritzen großer Flüssigkeitsmengen kann der spezielle Apparat von Burlureaux und Gerder<sup>60)</sup> dienen.

#### f) Künstliche Respiration.

Wenn man einige spezielle Fälle, in denen künstliche Respiration angewandt wird (genaue Untersuchung der ausgeatmeten Luft, Untersuchung der Wirkung veränderter Luftzusammensetzung usw.), außer acht läßt, besteht der Zweck der künstlichen Respiration gewöhnlich darin, Luft in die Lungen ein- und auszupumpen, um das Tier, welches durch einen oder den anderen experimentellen Eingriff, der Fähigkeit, zu atmen, beraubt ist, lebend zu erhalten. So ist die künstliche Respiration unumgänglich nötig, wenn das Rückenmark unter dem verlängerten Mark durchschnitten wird, oder wenn die Pleurahöhle geöffnet wird, oder wenn das Versuchstier mit Kurare vergiftet wird; nicht ohne Nutzen ist sie, wenn das Tier mit solchen Giften immobilisiert wird, welche die Atemtätigkeit vor der Herztätigkeit lähmen (z. B. Chloralhydrat) und in ähnlichen Fällen.

Da die künstliche Respiration den natürlichen Prozeß ersetzt, muß sie demselben möglichst ähnlich sein, d. h. das Ein- und Ausführen der Luft in

den Lungen müssen sich in einer gewissen Reihenfolge abwechseln, der Rhythmus der künstlichen Respirationsbewegungen und die in die Lungen gelangende Luftmenge müssen dem gegebenen Versuchstier einen möglichst regelmäßigen Gasaustausch sichern, und das Aufblasen der Lungen darf, um den Blutkreislauf nicht zu beeinträchtigen, eine gewisse Grenze nicht übersteigen.

Die künstliche Respiration wird durch das Ein- und Auspumpen der Luft in die Lungen des Tiers mittels eines Maskenmaulkorbes<sup>61)</sup>, mittels einer Laryngealsonde (Cl. Bernard) oder (wenn die Größe des Tiers es gestattet) mittels einer in der Trachea festgemachten Kanüle erreicht. Im letzten Falle wird am Tier die Operation der Tracheotomie vollzogen. Der Blasebalg oder die Luftpumpe, welche die Luft in die Lunge befördern, werden durch eine gewöhnliche Gummiröhre mit der Kanüle vereinigt.

Gewöhnlich wird das Einpumpen der Luft in die Lungen (bei Hunden, Katzen, Kaninchen) durch eine Kanüle, die in die Trachea hineingebunden wird, vollzogen.

Als Kanüle kann jedes harte Röhrchen (aus Glas oder Metall), es sei gerade oder gebogen, dienen, wenn es nur mit seinem Durchmesser zur Größe der Trachea des zu operierenden Tieres paßt. Dasjenige Ende der Kanüle, welches zu den Lungen hin gewandt ist, muß schräg abgeschnitten sein, das Ende aber, welches mit der die Luft zustellenden Röhre verbunden ist, muß rings herum eine Vertiefung haben, um die Befestigung der letztgenannten Röhre mittels Schnur oder Draht zu ermöglichen. Um einem übermäßigen Aufblasen der Lungen durch die aus dem Blasebalg oder aus der Pumpe eingepumpte Luft vorzubeugen und andererseits, um der Expirationsluft einen Ausgang zu verschaffen, ist es nötig, auf dem Kautschukröhrchen, welches die Kanüle mit der Luftpumpe verbindet, einen  $\nabla$ -förmigen Einschnitt (Cl. Bernard) oder ganz nahe vor der Kanüle eine ovale Öffnung zu machen<sup>62)</sup>. Letztere kann nach Belieben ganz oder nur teilweise durch einen Teil einer anderen breiteren Kautschukröhre, welche das die Öffnung tragende Röhrchen umgibt, verdeckt werden. Wenn man zwischen der Trachealkanüle und dem Blasebalg bzw. der Luftpumpe ein Metallröhrchen mit einer ziemlich langen ovalen Öffnung einschaltet, so stellt dieses zum oben erwähnten Zweck eine noch größere Bequemlichkeit dar. Dieses Röhrchen ist mit einer auf ihm frei beweglichen Hülse versehen, welche mittels einer Schraube in einer jeden Lage befestigt werden kann.

Dasselbe kann man mit Hilfe eines T-förmigen Röhrchens erreichen; ein Ende dieses Röhrchens wird in der Trachea festgebunden, das andere Ende wird mit dem die Luft zuführenden Röhrchen verbunden, auf das dritte freie Ende werden durch Vermittlung eines Kautschukröhrchens verschiedene enge Glaskanülen aufgesetzt. Wenn die Luft mit Hilfe eines Blasebalgs eingepumpt wird, kann sie durch eine eigens dafür gemachte Klappe entfernt werden; diese Marcetsche Klappe (Cl. Bernard) befindet sich im Blasebalg selbst und öffnet sich jedesmal bei einer bestimmten Lage seiner Deckel.

Als Beispiel einfacher Metallkanülen können die Kanülen von Ludwig und François-Frank dienen.

Die Ludwigsche Kanüle für Hunde (Fig. 17) besteht aus zwei Röhren, welche unter einem rechten Winkel zu einander zusammengelötet sind. Dasjenige Ende, welches in die Trachea hineingebunden wird, ist abgeschrägt und mit zwei walzenförmigen Verdickungen versehen; eine gleiche walzenförmige Verdickung befindet sich auch auf dem anderen Ende der Kanüle, welches mit die Luft zuführenden Röhren verbunden wird. An diesem selben Teil befindet sich eine Vorrichtung zum Regulieren der eintretenden Luft-

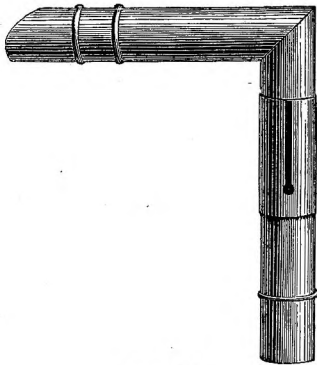


Fig. 17.

menge: im Röhren ist eine Spalte gemacht und das Röhren selbst wird von einer Hülse umgeben, die eine gleiche Spalte trägt; die Hülse kann auf dem Röhren nach Belieben hin und her geschoben werden.

Die Kanüle von François-Frank<sup>63)</sup> für Hunde (Fig. 18) bietet die große Bequemlichkeit, daß sie ohne mit Ligaturen festgebunden zu sein, in der Trachea sehr fest hält. Dieses wird dadurch erreicht, daß die Kanüle eigentlich ein T-förmiges Röhren darstellt, dessen horizontaler Ast von der einen Seite festgelötet ist und in die Trachea mit der Öffnung nach den Lungen hin hingestellt wird; der vertikale

winklig zu einander zusammengelöteten Röhren, zuweilen aus einer stark gebogenen Röhre) wird mit dem Röhren, durch welches die Luft zuströmt, verbunden. Um die Luftzufuhr zu den Lungen zu regulieren, wird die oben beschriebene Vorrichtung angewandt.

Eine bequeme Modifikation der einfachen Kanüle stellt die kleine Kanüle aus Neusilber für Kaninchen von Ludwig (Fig. 19) dar. Die Eigenheit dieser Kanüle ist die, daß derjenige Teil des Astes, welcher mit der die Luft zustellenden Röhre in Verbindung steht, sich um seine Achse drehen läßt und folglich die Möglichkeit gegeben ist, auf beiden Seiten des Halses in aller Bequemlichkeit zu arbeiten.

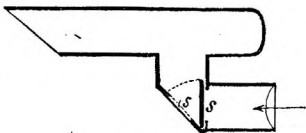


Fig. 18.

Schließlich kann man mittels der Kanüle von Gad<sup>64)</sup> durch das Umdrehen des Hahns

die Lungen nach Belieben bald mit dem die Luft zustellenden Röhren, bald mit der Mund- und Nasenhöhle vereinigen.

Außer diesen einfachen gibt es noch kompliziertere Kanülen, welche den Zweck haben, die Inspirationsluft von der Expirationsluft zu trennen. So eingerichtet sind die Kanülen von Wintrich<sup>65)</sup>, Czermak<sup>66)</sup>, François-Frank<sup>63)</sup>, Guthrie<sup>57)</sup>, das von Cyon beschriebene Ventil (Cyon), die Kanüle für kleine Tiere von Ranvier<sup>68)</sup> u. dergl. Das Konstruktionsprinzip aller dieser Kanülen ist immer dasselbe und besteht darin, daß mittels irgendeiner Vorrichtung, gewöhnlich eines Ventils, welches durch den Strom der eingepumpten oder ausgeatmeten Luft in Gang gebracht wird, während der Inspiration die Öffnung, welche das ganze System mit der Atmosphäre verbindet, sich schließt und die Luft in die Lungen strömen muß, wogegen

wiederum während der Expiration sich die Öffnung des die Luft zuführenden Röhrchens schließt und erstere sich öffnet, so daß der Luft die Möglichkeit gegeben ist, nach außen hinauszutreten.

Bei Tieren, welche die Fähigkeit selbständig zu atmen eingebüßt haben, werden die Atembewegungen mit Hilfe spezieller Apparate zustande gebracht, von Pumpen oder Blasebälgen. Diese Apparate können nach einem der folgenden Typen eingerichtet werden: entweder sie jagen periodisch Luft in die Lungen hinein, oder sie vermindern periodisch den Luftdruck in den Lungen; es können auch beide Typen in einem Apparat vereinigt werden, d. h. der Apparat pumpt die Luft ein, und dann pumpt er sie wieder aus.

In den Apparaten der ersten Kategorie wird die Inspiration dadurch bedingt, daß der eingepumpte Luftstrom sich nach der Seite des geringsten Widerstandes hin, d. h. nach den zusammengefallenen Lungen hin, verbreitet; die Expiration kommt dank einer Pause im Einpumpen zustande, während welcher der Brustkasten seiner Schwere wegen zusammenfällt. Dabei ist es eine unvermeidliche Bedingung, daß der eingepumpten Luft die Möglichkeit gegeben sein muß, aus den Lungen herauszuströmen; dieses wird mittels besonderer Vorrichtungen, welche schon oben beschrieben worden sind, erreicht. So eine künstliche Respiration hat im Vergleich zum natürlichen Atmen den Nachteil, daß die Lungen und der Brustkasten wegen des übermäßigen Aufblasens bis zu einem gewissen Grade an Elastizität einbüßen. Deswegen scheiden die Lungen weniger Luft aus, als sie Zeit haben aufzunehmen, der Druck innerhalb des Brustkorbes wird größer und der Blutdruck fällt.

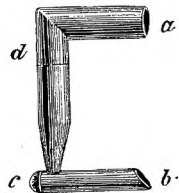


Fig. 19.

Ein anderes Prinzip zum Einrichten von Respirationsapparaten besteht darin, daß man mit Hilfe einer Pumpe die Luft aus den Lungen auspumpt; das entspricht dem Ausatmen. Die Inspiration geschieht auf Kosten der Erweiterung der Lungen und des Brustkorbes infolge ihrer Elastizität. Dabei strömt entweder die Atmosphärenluft, welche in einem bestimmten Augenblick die Möglichkeit bekommt, ins System einzudringen, von selbst in die Lungen hinein, oder sie wird künstlich unter nicht zu sehr vergrößertem Druck hineingejagt. Solche Apparate verfolgen das Ziel, den Blutdruck nach Möglichkeit nicht zu verändern und dem übermäßigen Aufblasen, ja sogar dem Zerreißen der Lungen vorzubeugen, was passieren kann, wenn man Apparate der ersten Kategorie anwendet.

Schließlich werden in Apparaten der dritten Kategorie sowohl die Inspiration als auch die Expiration mit Hilfe von Pumpen zustande gebracht, von denen die eine die Luft in die Lungen einpumpt und die andere sie auspumpt. Auch hierbei leidet der Blutdruck weniger, als bei der künstlichen Respiration, wenn die Luft nur eingepumpt wird.

Die Apparate für künstliche Respiration können von den verschiedensten Konstruktionen sein, aber an die Arbeit eines jeden Apparates können folgende Hauptforderungen gestellt werden: 1. es muß die Möglichkeit vorhanden sein, die eintretende Luftmenge zu regulieren; 2. müssen jedesmal gleiche Portionen in die Lungen geraten; 3. muß der Apparat rhythmisch arbeiten; 4. muß der Rhythmus der Arbeit nach Belieben verstellbar sein;

5. muß der Einfluß auf die Blutzirkulation nach Möglichkeit beseitigt werden;
6. muß die Arbeit des Apparats automatisch vor sich gehen.

In den Apparaten der ersten Kategorie wird die Luft entweder mittels eines Blasebalgs oder dank dem erhöhten Luftdruck, den eine Luftpumpe erzeugt, in die Lungen hineingejagt.

Ein Blasebalg kann von den oben gestellten Bedingungen, denen die Arbeit der Apparate für künstliche Respiration genügen muß, folgende erfüllen.

Die Menge der vom Blasebalg eingepumpten Luft wird für denselben Balg durch die Größe der Exkursionen der beiden Deckel bestimmt. Im einfachen Blasebalg, den man mit der Hand aufbläst, wird dieses einfach dadurch erreicht, daß man die Exkursionen der beiden Deckel auf diese

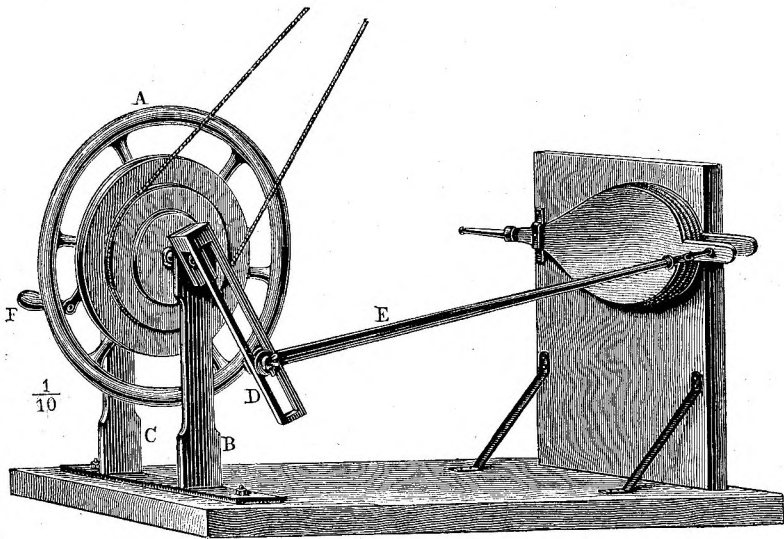


Fig. 20.

oder jene Art beschränkt. In den komplizierteren Apparaten, wie z. B. die Apparate von Schwann (Cl. Bernard), Gréhant<sup>69)</sup>, Stricker (Gscheiden, S. 530), Liebreich<sup>70)</sup>, bei denen der eine Deckel des Blasebalgs unbeweglich befestigt ist und der andere durch eine an ihn befestigte Stange, die ihrerseits mit einem Schwungrade verbunden ist, in Gang gebracht wird, ist folgende Einrichtung vorhanden. Die Stange (Fig. 20) wird nicht direkt am Rade unbeweglich befestigt, sondern sie wird mit einer Gabel, welche an das Rad oder an dessen Achse angemacht ist, verbunden; im Schlitz dieser Gabel kann die Stange hin und her bewegt und in der beliebigen Lage befestigt werden. Dadurch kann der Radius des vom oberen Ende der Stange beschriebenen Kreises, und somit auch die Exkursionen, welche das freie Ende des Blasebalgs beschreibt, innerhalb gewisser Grenzen nach dieser oder jener Seite hin verändert werden.

Eine analoge Einrichtung hat der Apparat von Langard (Fig. 21) (Gscheidlen, S. 529).

Im Apparate von Ludwig (Cyon) wird dasselbe durch verschiedene Einstellungen des Exzenters erreicht (Fig. 22).

Wenn aber der Blasebalg durch einen Kautschukbeutel ersetzt wird, welcher letzterer immer zwei Ventile hat — ein Inspirations- und ein Expirationsventil —, so wird die Menge der mit jedem Male ausgeblasenen Luft dadurch bestimmt, wie stark er (mit der Hand oder mit dem Fuß) zusammengequetscht wird.

Außerdem wird bei allen Apparaten dieser Gruppe die Menge der in die Lungen gelangenden Luft noch durch die sich auf der Kanüle befindenden Vorrichtungen reguliert (vergl. oben). So ein Ableiten eines Teils der einströmenden Luft in die Atmosphäre dient aber hauptsächlich dazu,

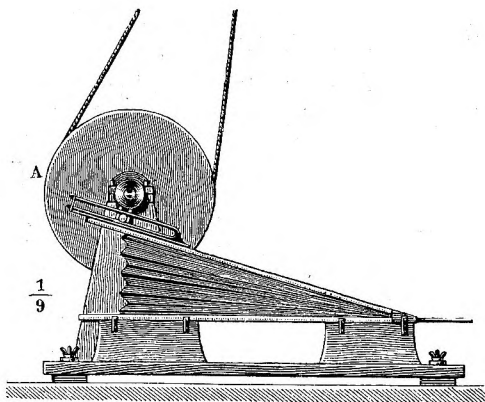


Fig. 21.

um das übermäßige Aufblasen der Lungen zu verhindern, und kann nicht allein im gewünschten Grade die Menge der einströmenden Luft regulieren (z. B. bei verschiedenen Tierarten und ein und demselben Blasebalg).

Was die Gleichmäßigkeit der jedesmal ausgeblasenen Luftportionen und den Rhythmus der Arbeit des Blasebalgs betrifft, so sind diese beiden Bedingungen (wenn man von der feineren Ausarbeitung des Blasebalgs absieht) von der Vollkommenheit und der Regelmäßigkeit abhängig, mit welcher der Motor, der den Blasebalg in Bewegung versetzt, arbeitet. So z. B. sind die Hand oder der Fuß des Gehilfen (z. B. beim Ludwigschen Apparat), wenn sie auch bei einiger Fertigkeit ziemlich lange Zeit recht gleichmäßig arbeiten können, dennoch ein wenig vollkommener und teurer Motor. Wesentliche Unbequemlichkeiten bieten auch die älteren Apparate für künstliche Respiration, die mit einem Uhrmechanismus versehen sind (Schwann, Stricker). Sie verlangen oft von neuem aufgezogen zu werden (der Apparat von Schwann muß alle 15 Minuten, der von Stricker alle 8 Minuten wieder aufgezogen werden), und wenn es noch dazu ein Sprungfedermechanismus ist (Stricker), so wird die Wirkung der Sprungfeder

mit dem Auseinanderrollen derselben immer schwächer und es wird somit auch die Arbeit des Blasebalgs keine regelmäßige sein.

Die Wahl eines jeden anderen Motors, es sei ein Wasser-, ein Dampf-, ein Gas- oder ein Elektromotor, hängt von der Vollkommenheit seiner Konstruktion, welche eine regelmäßige Arbeit sichert, ebenso wie auch von der Tragbarkeit, Geräuschlosigkeit, Billigkeit und sogar von der Gewohnheit, mit diesem oder jenem Apparat zu arbeiten, ab.

Noch eine Bedingung, welcher die Arbeit der Apparate für künstliche Respiration genügen muß, ist die Möglichkeit, den Rhythmus der Arbeit zu ändern; dieser ist unumgänglich nötig, wenn man ein und denselben Blasebalg für

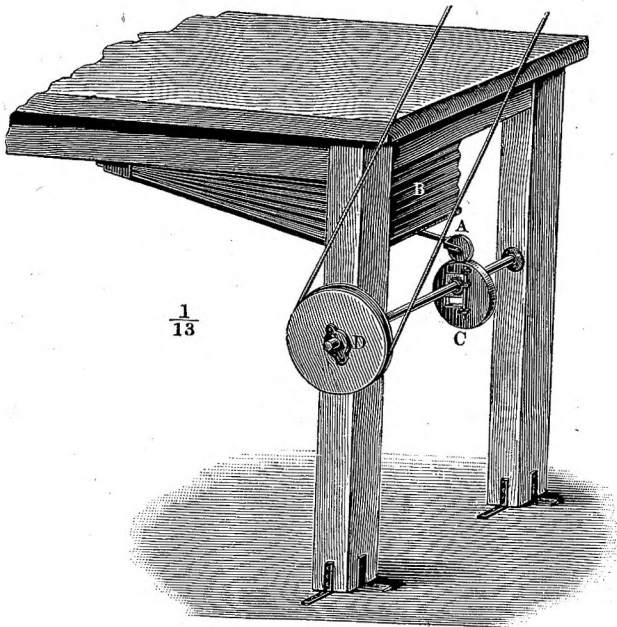


Fig. 22.

verschieden große Tiere gebraucht und auch an ein und demselben Tier in manchen speziellen Aufgaben. So eine Veränderung des Rhythmus wird durch das Beschleunigen der Umdrehungen des Schwungrades erreicht; auf der Achse desselben befindet sich die oben beschriebene Gabel mit dem Schlitz, welche die Stange und folglich auch den beweglichen Deckel des Blasebalgs mit sich in Bewegung versetzt. Die Beschleunigung der Drehungen des Schwungrades, durch welche die Frequenz der Bewegungen des Blasebalgdeckels erhöht wird, wird in den jetzt gebräuchlichen Apparaten vor allem dadurch erreicht, daß man die Arbeit des Motors (Hand, Kraftmaschine) verstärkt. Aber außerdem kann bei maximaler Arbeit des Motors die Beschleunigung des Rhythmus noch auf folgende Weise erreicht werden: An das Schwungrad (zuweilen auch an das Rad des Motors) werden einige Räder (gewöhnlich sind sie von Holz) mit verschiedenem Durchmesser an-



gebracht; diese Räder haben am Rande eine Schnurrolle. Der Riemen oder die Schnur, welche das Motorrad mit dem Rade des Blasebalgs verbinden, können nach Wunsch an eins von den Holzrädern herumgelegt werden und dadurch wird die gewünschte Veränderung in der Arbeit des Blasebalgs erreicht. Einen sehr bequemen Blasebalg, der sich auch in unserem Laboratorium bewährt hat, stellt das vom Mechaniker Ch. Verdin in Paris herführende Modell dar (Fig. 23).

Eine andere Methode, um Luft in die Lungen hineinzupressen, bildet der Gebrauch einer Luftpumpe, einer Wasser- oder einer Kolbenpumpe. In allen diesen Apparaten muß eine besondere Einrichtung vorhanden sein,

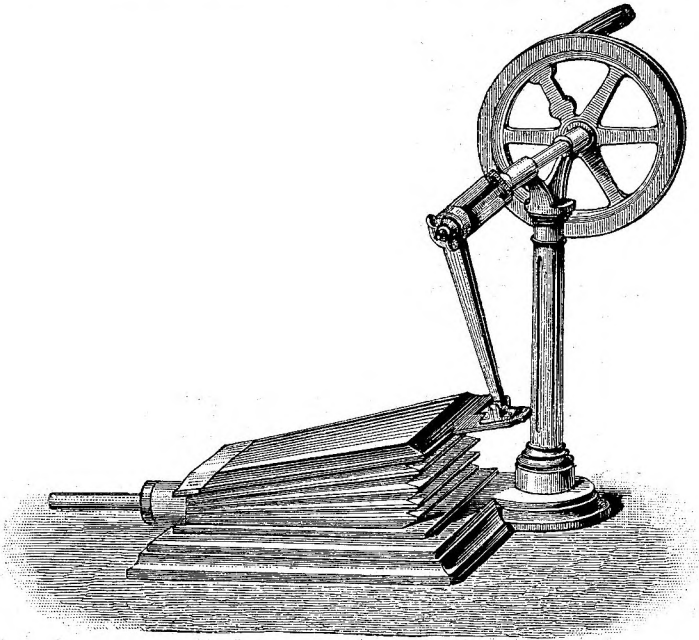


Fig. 23.

welche die Möglichkeit gibt, den Luftstrom periodisch zu unterbrechen, damit es dem Respirationsapparat des Tiers dadurch möglich gemacht wird, die Expiration zustande zu bringen. Die einfachste Vorrichtung besteht darin, daß das Röhrchen, welches die Trachealkanüle mit der Pumpe vereinigt, an irgendeiner Stelle periodisch zusammengedrückt und wieder losgelassen wird. Dieses wird dadurch erreicht, daß der eine Arm eines zweiarmigen Hebels durch einen Elektromagnet periodisch tief hinuntergezogen wird. Der Elektromagnet kann durch einen Uhrmechanismus reguliert werden (Apparat von Lukjanoff<sup>71</sup>) oder kann seine Wirkung dadurch unterbrochen werden, daß die elektrische Kette sich öffnet; letzteres wird durch eine kompliziertere Einrichtung erreicht (Apparat von Dutto<sup>72</sup>). Im noch komplizierteren Apparat von Miescher<sup>73</sup>) wird die Unterbrechung des Luftstroms durch einen besonderen Atemschieber erreicht, welcher durch

einen Motor in Gang gebracht wird. Dank einer speziellen Vorrichtung können nicht nur die Bewegungen des Atemschiebers beschleunigt oder verlangsamt werden, d. h. mit anderen Worten, es kann nicht nur die Anzahl der Luftstöße, welche in einer gewissen Zeiteinheit in die Lungen gelangen, vergrößert werden, sondern es kann bei gleicher Frequenz der Luftstöße die Öffnungszeit innerhalb weiter Grenzen verkürzt oder verlängert werden.

Im Apparat von Bowditch<sup>74)</sup> wird die Unterbrechung des Luftstroms durch das Umdrehen eines Hahns erreicht; der Hahn wird von einem Motor gedreht.

Schließlich wird im Apparat von Kronecker<sup>75)</sup> die Öffnung und Schließung des Luftstroms dadurch erreicht, daß ein speziell eingerichteter Regulator durch einen Wasserstrom in Gang gebracht wird.

Einen anderen Typus von Apparaten zur Unterbrechung des Luftstroms bildet eine Art von Hähnen (der Apparat von Hoyt<sup>76)</sup> und der von Straub<sup>77)</sup>.) So ein Hahn stellt nichts anderes dar, als einen massiven Zylinder, welcher sich in einem anderen ihm genau angepaßten, hohlen, von oben und unten geschlossenen Zylinder herumdreht. Am letzteren Zylinder sind folgende Abzugsröhrchen angebracht: eine zur Trachea des Tiers (zuweilen zwei zu den Tracheen von zwei Tieren, Hoyt), eine zur Luftpumpe und eine dritte in die Atmosphäre. Im inneren massiven Zylinder ist entweder ein exzentrisch verlaufender Kanal gemacht (Straub) oder es sind zwei unter einem Winkel zu einander verlaufende Kanäle (Hoyt); diese vereinigen abwechselnd bei ihrer Drehung bald die Trachea mit der Pumpe, bald die Trachea mit der Atmosphäre. Solche Hähne können, wie auch komplizierte Kanülen zur Trennung der ein- und der ausgeatmeten Luft, zum Zweck ihrer Untersuchung dienen. Der Hahn wird durch einen speziellen Motor in Gang gebracht.

Die Menge der in die Lungen eingeblasenen Luft wird bei allen diesen Apparaten durch die Arbeit der Pumpe bedingt, der Rhythmus der Atembewegungen aber dadurch, wie oft der Luftstrom unterbrochen wird.

Ganz abge sondert von allen beschriebenen Apparaten für künstliche Respiration, welche Luft in die Lungen einpumpen, steht der recht komplizierte und heutzutage wohl kaum irgendwo gebräuchliche Apparat von Thiry<sup>78)</sup>. Die Eigentümlichkeit dieses Apparats besteht darin, daß die Luft durch die Schwankungen des Quecksilbers in einer umgebogenen Röhre in Bewegung versetzt wird und nicht durch einen Blasebalg oder eine Luftpumpe.

Es versteht sich von selbst, daß man bei allen Apparaten für künstliche Respiration, welche die Luft in die Lungen hineinjagen, auch mit geöffnetem Brustkorb arbeiten kann.

Da beim Einpumpen der Luft in die Lungen, wie schon oben erwähnt ist, der Blutdruck stark geschädigt wird, und die Expiration dank dem Verlust der Lungen an Elastizität erschwert wird, bediente sich Zuntz<sup>79)</sup> eines Apparats, welcher die Luft aus den Lungen periodisch heraussog, was der Expiration entspricht. Das Eintreten von frischer Luft in die Lungen wurde auf Kosten der Elastizität der Lungen und des Brustkorbes oder dank einem geringen positiven Druck erreicht. Wenn der Brustkorb geöffnet wird, ist natürlich so ein Apparat unwirksam.

Eine gleiche Idee liegt auch der Einrichtung des Apparats für künstliche Respiration von Rosenthal<sup>80)</sup> zugrunde. Da Rosenthal seinen Apparat einigemal modifiziert hat und ihn zuletzt endgültig als ein- und aus-pumpenden Apparat konstruiert hat (diese beiden Eigenschaften des Apparats können auch jede einzeln verwandt werden), so wird es bequemer sein, ihn in der nächsten Gruppe der Apparate für künstliche Atmung zu besprechen<sup>81)</sup>. Hier muß nur vermerkt werden, daß es Rosenthal gelungen ist, durch künstliche Respiration, welche mit Hilfe des Aussaugens der Luft erzielt wurde, bei einem Kaninchen Apnoe zu erreichen.

Dasselbe Prinzip kann auch in einigen oben beschriebenen Apparaten mit ununterbrochenem Luftstrom durchgeführt werden, wenn man die Pumpe,

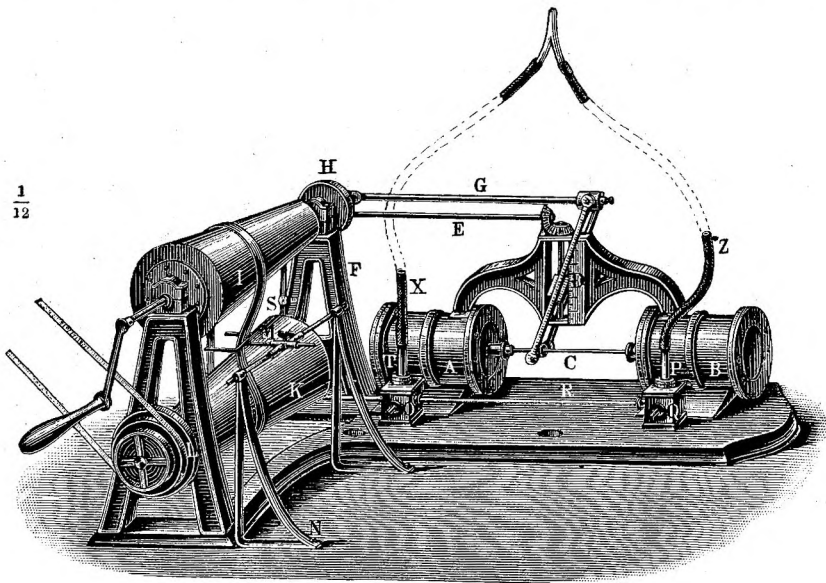


Fig. 24.

welche die Luft einpumpt, durch eine Saugpumpe ersetzt, was von Lukanoff<sup>71)</sup> und Miescher<sup>73)</sup> auch vorgeschlagen worden ist. Nach Miescher ist es indessen viel schwerer, unter solchen Umständen Apnoe beim Kaninchen zu erzeugen als durch gewöhnliche künstliche Respiration.

Das Einrichtungsprinzip der Apparate für künstliche Atmung, welche das Ziel haben, sowohl für die Inspiration als auch für die Expiration zu arbeiten, ist in den Hauptzügen folgendes: Die Lungen müssen abwechselnd, bald mit der Druck- und bald mit der Saugpumpe vereinigt werden; es können auch zwei Luftbehälter sein, von denen der eine komprimierte, der andere verdünnte Luft enthält, in denen aber der Luftdruck auf der gewünschten Höhe unterhalten werden kann. Dabei darf sich die aus den Lungen ausgesogene Luft nicht mit derjenigen, welche zum Einpumpen bestimmt ist, vermengen, sondern den Lungen müssen stets neue und neue Portionen frischer Luft zugeführt werden.

Als Pumpen können Kolbenluftpumpen (Apparat von Hering, Fig. 24, und der Apparat von Mayer<sup>82</sup>), Wasserstrahlpumpen (Apparat von Rosenthal<sup>81</sup>) oder Wassertrommelgebläse (Apparate von Lehmann<sup>83</sup> und Ewald<sup>84</sup>) dienen.

Zur Y-förmigen Trachealkanüle gehen gewöhnlich zwei Kautschukröhrchen, durch das eine wird die Luft eingepumpt und durch das andere ausgesogen. Um die Lungen des Tiers bald mit der einen, bald mit der anderen funktionierenden Pumpe zu vereinigen, gibt es verschiedene Vorrichtungen. Es können Schieber sein, welche bald die eine, bald die andere Öffnung öffnen (Hering, Mayer), oder Ventile (Rosenthal) oder Hähne, wie sie oben für die Apparate von Hoyt und Schraub beschrieben sind (Ewalds Luftkommutator). Schließlich kann die künstliche Respiration einfach dadurch erreicht werden, daß man abwechselnd bald das Inspirations-, bald das Expirationsröhrchen, welche zur Trachealkanüle führen, zudrückt; dieses Zudrücken geschieht mit Hilfe eines Elektromagnets (Lehmann). Um alle diese Hilfsapparate in Gang zu bringen, benutzt man entweder dieselbe Kraft, welche die Pumpe in Gang bringt, oder es muß noch ein spezieller Motor vorhanden sein.

Von der Cambridge Scientific Instrument company wird folgender Apparat zur künstlichen Atmung dargestellt (Fig. 25).

Der Apparat besteht aus zwei weiten Luftzylindern mit je zwei Klappen; unter diesen findet sich ein Wasserzylinder mit Klappe und Hähnen; rechts ein Windkessel mit einem Einströmungsrohr und zwei Hähnen; links eine Spiralfeder und die Vorrichtung, um die Zufuhr von Wasser zu regulieren. Die Einströmungsröhre am Boden des Windkessels ist mittels eines Schlauches mit dem Wasserzylinder verbunden. Nachdem das Wasser bis zu einer gewissen Höhe in den Windkessel gestiegen ist, treibt es den Kolben im Wasserzylinder nach oben; gleichzeitig werden auch die Kolben in den beiden Luftzylindern nach oben bewegt, und also die Luft aus ihnen getrieben. Nachdem die Bewegung nach oben vollendet ist, stellt sich die Wasserklappe automatisch ein, die Spiralfeder zieht die Kolben nach unten und Luft wird in den beiden Luftzylindern hineingezogen. Der untere Zylinder treibt Luft in die Lungen, der obere saugt Luft von ihnen aus. Zur Narkose kann ein Teil der in den unteren Luftzylinder eintretenden Luft durch eine Woulffsche Flasche mit Chloroform geleitet werden.

Durch Drehen der Hähne am Wasserzylinder kann die Geschwindigkeit des Kolbens sowohl beim Aufsteigen als beim Absteigen unabhängig reguliert werden. Auch kann die bei jedem Kolbensschlag gelieferte Luftmenge durch Verstellen der Schraube nahe an die Spiralfeder variiert werden.

Mit Hilfe der hier beschriebenen Apparate ist es leicht möglich, die Menge der eingepumpten bzw. der ausgesogenen Luft (stärkere Arbeit der Pumpen) oder die Frequenz der Atembewegungen (Beschleunigung oder Verlangsamung der Schieber-, Ventilarbeit usw.) zu verändern. Außerdem ist es bei einigen von diesen Apparaten möglich, nach Belieben das Verhältnis zwischen Inspirations- und Expirationszeit zu verändern, unabhängig von der Zahl der Atembewegungen verschiedenen Inspirations- und Expirationsdruck einzustellen oder nach der beliebigen Phase Pausen einzuschalten (Ewald). Man kann auch das Luftvolum, welches zum Ein- oder

Auspumpen bestimmt ist, momentan verändern und das Einpumpen oder Aussaugen der Luft mit der gewünschten Geschwindigkeit vollziehen, oder

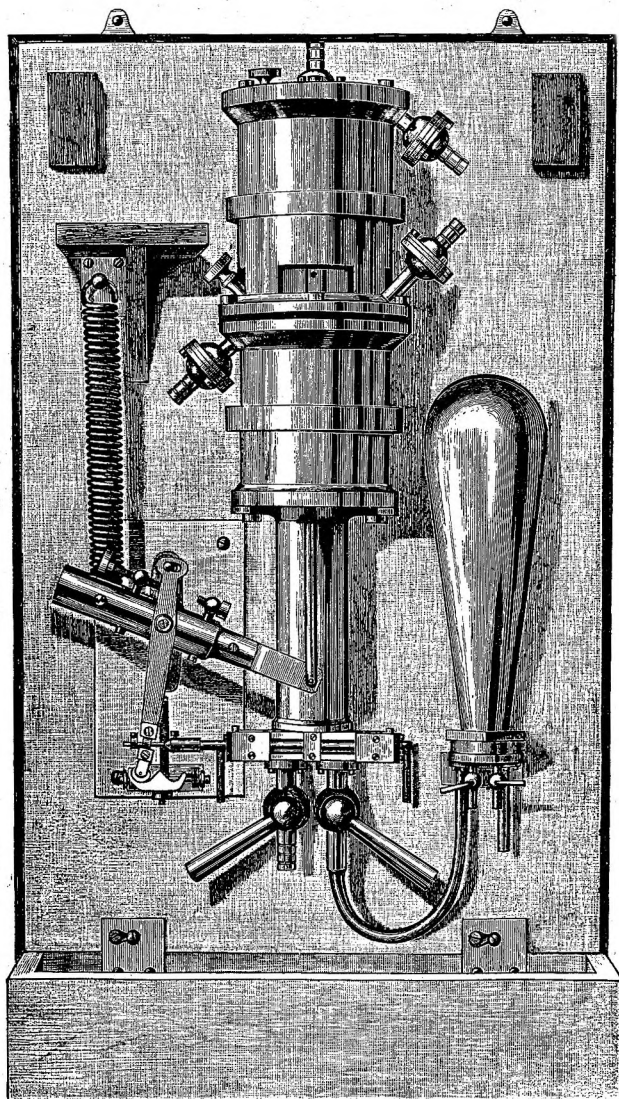


Fig. 25.

man kann auch die Inspirations- und die Expirationszeit unabhängig voneinander verlängern oder verkürzen.

In allen derartigen Apparaten kann die aus den Lungen ausgepumpte Luft apart gesammelt und einer chemischen Analyse unterworfen werden.

Brauer<sup>(61)</sup> hat, im Anschluß an eine von Sauerbruch beschriebene

Methode der künstlichen Atmung bei interthorakalen Operationen am Menschen, folgendes Verfahren zur künstlichen Atmung bei Tieren ausgebildet.

Nach stattgefundenener Tracheotomie wird die Trachealkanüle mit einer Sauerstoffbombe in Verbindung gesetzt. Der aus der Bombe ausströmende Sauerstoffstrom wird, bevor er die Trachealkanüle erreicht, durch ein Y-Rohr in zwei Bahnen geleitet. Eine Bahn geht direkt zu einem zweiten Y-Rohr, die andere hingegen passiert zum Zwecke der Narkose eine Ätherflasche und tritt nun mit Äthergasen geschwängert zu jenem zweiten, die beiden Bahnen wieder vereinigenden Y-Rohr. Durch Klemmschrauben kann man nach Belieben den einen oder anderen Weg dem Sauerstoff vorschreiben, welcher alsdann zur Kanüle gelangt.

Die Trachealkanüle ist fest einzubinden; sie stellt ein dickes T-Rohr dar. In derselben strömt der Sauerstoff an der sich rechtwinklig abzweigenden Trachealkanüle vorbei. Bei jedem auch noch so leichten Atemzuge wird dem Tiere daher reichlich Sauerstoff verfügbar sein. Von dem T-Rohr aus gelangt dann der Luftstrom in einen großen Windkessel, der etwa 20 bis 50 l zu fassen imstande ist. Der Windkessel ist notwendig, damit durch die Atembewegungen in dem Röhrensystem und auf der Innenfläche der Lungen keine unnatürlichen Druckschwankungen erzeugt werden. Aus diesem Kessel führt ein Hahn mit weitem Lumen; dieser steht in Verbindung mit dem Druckventil, d. h. einem weiten Glasrohre, welches nach Wunsch wechselnd tief unter Wasser getaucht wird. Dieses Rohr stellt das Manometer dar, regelt ferner den Druck in dem Röhrensystem und läßt, dem Zustrome und den Atembewegungen des Tieres entsprechend, Gasblasen austreten.

Die Brauersche Methode ist von Auer und Meltzer<sup>86)</sup> in folgender Weise modifiziert worden.

Nach stattgefundenener Tracheotomie wird ein Glasrohr in die Trachea eingeführt und bis zur Bifurkation oder bis in den rechten Bronchus geschoben. Der Durchmesser des Rohres ist etwa  $\frac{2}{3}$  von dem der Trachea. Die Luft tritt durch das Rohr hinein und durch die Öffnung in der Trachea heraus.

In anderen Fällen wurde eine kurze Trachealkanüle in den oberen Teil der Trachea festgebunden und eine dünne Glasröhre durch eine kleine Öffnung in der Trachea bis zu dem rechten Bronchus geschoben. Die Luft trat durch die Trachealkanüle hinein und mußte das untere Ende der Glasröhre passieren, bevor sie heraustreten konnte.

Eine dritte Methode bestand darin, daß ein Intubationsrohr nach O'Dwyer in Larynx hineingeführt wurde; Pharynx und Mundhöhle wurden mit Verbandsgaze gestopft und ein langer weicher Kautschukkatheter durch das Intubationsrohr tief in die Trachea bis zu der Bifurkation hineingeführt. Mittels einer T-Röhre trat die Luft durch das Intubationsrohr in die Trachea und konnte nur durch die seitliche Öffnung am tieferen Ende des Katheters entweichen.

In einer folgenden Mitteilung<sup>86)</sup> haben die Autoren ihre Methode noch weiter vereinfacht. Eine Sonde wird durch Mund und Larynx bis in den rechten Bronchus geschoben. Das äußere Ende dieser Sonde ist mittels

eines T-Rohres mit einem Manometer und einer Ätherflasche verbunden. Ihrerseits ist diese Flasche mit einem Blasebalg verbunden und durch diesen wird der Druck in der Flasche auf eine Höhe von etwa 15 mm Hg getrieben.

Zum Schluß muß noch erwähnt werden, daß bei vielen Apparaten für künstliche Respiration besondere Vorrichtungen zum gleichzeitigen Narkotisieren der Tiere vorhanden sind. Diese Vorrichtungen bestehen darin, daß auf dem Wege des in die Lungen ziehenden Luftstroms, oder auf einer Abzweigung desselben, ein Gefäß mit dem betreffenden Narkotikum hingestellt wird; mit dessen Verdunstung wird die Inspirationsluft gesättigt. (Vergl. die oben beschriebene Respirationskanüle von Guthrie<sup>7)</sup>, welche zu demselben Zweck angewandt werden kann.) Brodie<sup>87)</sup> hat den Versuch gemacht, die Mengen des in die Lungen gelangenden anästhesierenden Stoffes zu graduieren.

Unlängst hat C. Tigerstedt<sup>88)</sup> folgenden einfachen, mit der Luftröhre zu verbindenden Narkoseapparat empfohlen. Die von dem Blasebalg gehende Luftröhre wird durch ein T-Rohr gezwéigt. Der eine Zweig wird mit der Trachealkanüle verbunden und führt den Lungen die Luft zu, der andere mit einem geschlossenen, Äther enthaltenden Gefäß. Dieser Ätherbehälter ist seinerseits vermittels eines mit einer Mikrometerschraube versehenen Hahns, und weiter einer Glaskanüle und Gummischlauch mit der ersten Abzweigung der obigen T-Röhre verbunden, die die Luft den Lungen zuführt. Auf diese Weise fließt der Äther durch eigenen Druck, je nachdem wie der Hahn mit der Mikrometerschraube eingestellt ist, und es wird dadurch ermöglicht, während der künstlichen Atmung beliebige Quantitäten der Narkosemittel der in die Lungen eintretenden Luft beizumengen.

### III. Die chirurgischen Operationen.

Wenn es sich um Operationen handelt, nach denen die Tiere lange Zeit leben und zu verschiedentlichen Beobachtungen und Versuchen dienen sollen, ist es, um Zeit, Mühe und Tiere zu sparen, unbedingt nötig alle möglichen Mittel anzuwenden, um eine Erkrankung und desto mehr den Tod des Tieres als zufällige Operationsfolgen zu verhüten. Wenn jemand finden sollte, daß das Erreichen des so formulierten Ziels dem Laboratorium zu teuer zu stehen käme und daß es zuweilen billiger sei, im Falle einer mißlungenen Operation seine Mühe, seine Zeit und das Tier zu opfern, so muß in Aussicht genommen werden, daß die Untersuchungen des Tieres vor der Operation oft Wochen, Monate ja sogar Jahre kosten und daß es unter solchen Umständen gar nicht berechnend wäre, das Tier durch die Unvollkommenheit des Operierens zu verlieren.

Bei unserer Ansicht über diese Sache ist natürlich die chirurgische Reinheit, die Sicherung vor dem gefährlichen Eindringen der eitererregenden Mikroorganismen, während der Operation und in der nächsten Zeit nach ihr, derjenige wichtigste Umstand, auf welchen sich alle unsere Bemühungen konzentrieren müssen. Augenscheinlich kann aber die nötige chirurgische Reinheit von den Physiologen nur dann erreicht werden, wenn

sie sich nach Möglichkeit derjenigen Einrichtung und denjenigen Handgriffen beim Operieren und bei der Pflege nach der Operation nähern werden, welche von den Chirurgen für die Operationen an Menschen ausgearbeitet sind und von ihnen verlangt werden. Außer der chirurgischen Reinheit sind die anderen Bedingungen des erfolgreichen Operierens, leichter und mit geringeren Ausgaben zu erfüllen. Übrigens bleibt uns von diesen Bedingungen, wie schon oben erwähnt, eine absolut für die Tiere ungefährliche Narkose — ein *pium desiderium*.

Der vorliegende Teil ist hauptsächlich auf Grund persönlicher Erfahrung zusammengestellt. Die jahrelange operative Erfahrung überzeugt den Verfasser davon, daß man bei den physiologischen Operationen ein vollkommenes Ausschließen des zufälligen Todes erreichen kann. In den mißglückten Fällen konnte immer ein Fehler entdeckt werden; oft war es ein grober Fehler, aber durchaus kein solcher, der nicht bei strenger Aufmerksamkeit hätte beseitigt werden können. Die Sachlage beim Menschenchirurgen (ein gewisser Prozent Todesfälle) kann beim physiologischen Chirurgen nicht zur Entschuldigung der mißlungenen Fälle dienen. Der Menschenchirurg steht bei seiner Arbeit in viel schwereren Verhältnissen, da er es immer mit einem kranken Organismus zu tun hat, d. h. mit einem Organismus, der mehr oder weniger, oft sogar sehr stark, sowohl von der anatomischen wie auch von der physiologischen Norm abgewichen ist. Der physiologische Chirurg geht dagegen beinahe immer vom normalen Tier aus.

Es darf überhaupt nicht bestritten werden, daß in einem vollständigen physiologischen Laboratorium eine aparte Abteilung sowohl für das Vollziehen von chirurgischen Operationen als auch für das Halten der operierten Tiere angewiesen sein muß. Im Laboratorium, welches unter der Leitung des Verfassers steht, besteht die Operationsabteilung aus ganzen vier Zimmern, welche in einer Reihe nacheinander gelegen sind: ein Zimmer mit einer Wanne, ein Zimmer zum Vorbereiten des Tiers zur Operation, ein Zimmer, wo sich die Teilnehmer der Operation die Hände waschen, zugleich Ankleidezimmer für sterile Wäsche und schließlich das Operationszimmer. So eine große Zahl von Zimmern und so eine Lage der, wenn auch ihrer Dimension nach nicht großen Zimmer tragen sehr dazu bei, das letzte wichtigste Zimmer in möglichster Reinheit zu erhalten, denn in dieses gelangen sowohl das Tier als auch der Operateur, wenn sie vom chirurgischen Standpunkte nach Möglichkeit rein sind.

Natürlich ist so eine Anzahl von Zimmern für die Operationsabteilung nicht obligatorisch, aber mir möchte es scheinen, daß man nicht mit weniger als zwei Zimmern auskommen sollte: ein Vorbereitungszimmer, in welchem alles Vorbereitende mit dem Tier und mit den bei der Operation Beteiligten vorgenommen wird und das Operationszimmer selbst. Die Operationsabteilung muß mit Ölfarbe gestrichen sein, seine Dielen müssen aus wasserdichtem Material gemacht sein und Abflüsse haben. Die Desinfektion der Abteilung muß periodisch, je nach der Arbeit bald öfter, bald seltener und ebenfalls nach besonderen Verunreinigungsfällen vorgenommen werden. Am richtigsten ist es, die Wände, die Lage und die Diele der Abteilung mit Sublimatlösung (0,1 %) mit pulverisiertem Strahl aus einem speziellen Apparat und dann mit Wasser zu waschen.



Es sind viele Gründe vorhanden, um die Tiere nach der Operation, besonders natürlich nach ernstesten und neuerdachten Operationen, in einem speziellen chirurgischen Raum in der chirurgischen Klinik, die auch einen untrennbaren Teil des Laboratoriums bildet, zu halten. Nur so ein Raum kann stets in der erforderlichen Reinheit gehalten werden, welche unmöglich wäre, in der allgemeinen Tierabteilung durchzuführen. Außerdem können nur bei steter Kontrolle, wie sie nur im Laboratorium möglich ist, alle Zufälligkeiten und alle Stadien der Nachbehandlungsperiode bemerkt und zeitig die entsprechenden Maßregeln ergriffen werden. Die klinische chirurgische Abteilung muß von den anderen allgemeinen Räumlichkeiten des Laboratoriums mehr oder weniger isoliert sein. In dem von mir geleiteten Laboratorium besteht die Abteilung aus einer Anzahl kleiner Zimmer, die in einer Reihe einem gemeinsamen Korridor gegenüber gelegen sind und mit dicken, festschließenden Türen versehen sind. Jedes Zimmer hat ein großes Fenster, gute Ventilation und kann gut erwärmt werden. Käfige befinden sich in den Zimmern nicht. Die Hunde fühlen sich in diesen Zimmern viel besser als in Käfigen. Die Hauptsache besteht aber darin, daß es viel leichter ist, Zimmer rein zu halten, als Käfige. Diese ganze Abteilung ist ebenfalls mit Ölfarbe gestrichen und hat wasserdichte Dielen mit Abflüssen. Auf der Diele, oder noch besser an der Lage ist um jedes Zimmer eine Bleiröhre mit Öffnungen herumgeführt, aus welcher diese Zimmer, jedesmal wenn sie von den Tieren verunreinigt sind, mit Wasser gewaschen werden. Auf der einen Seite des Zimmers ist die Diele etwas gehoben, dabei ist sie zur Mitte hin geneigt. Diese Erhöhung wird mit einem Stück dicken Segeltuchs bedeckt, welches stets durch ein reines ersetzt wird. Auch diese Abteilung muß ebenfalls periodisch und mit denselben Mitteln, wie es oben für die Operationsabteilung beschrieben ist, desinfiziert werden.

In diesen Zimmern können leicht wegnehmbare Rahmen, an denen viereckige Säcke aus dickem Tuch ausgespannt werden, aufgestellt werden; in diesen werden für eine Zeitlang die Tiere mit verschiedenen Operationen am Gehirn placiert, denn solche Tiere stoßen sich öfters mit dem Kopf stark an die Diele und an die Wände und können natürlich dadurch den Zustand des operierten Gehirns, welches jetzt seiner normalen Stützen und Decken beraubt ist, wesentlich verschlimmern.

Wenn für die operierten Hunde spezielle klinische Abteilungen zur guten und ungestörten Heilung der beigebrachten Verwundungen nötig sind, so entspringt aus demselben Bedürfnis guter chronischer Beobachtungen und Versuche an den operierten Tieren die Notwendigkeit, stets einen guten Raum für die Tiere zu haben, wenn sie aus den klinischen Abteilungen herauskommen. Diese Räumlichkeiten sind gegenwärtig an allen physiologischen Laboratorien vorhanden. Ohne sich mit dem Planieren dieser Räumlichkeiten, welches sehr verschiedenartig sein kann, zu befassen, muß man als unumgängliche Eigenschaften dieser besonderen Gebäude für die Tiere folgende anerkennen: eine gewisse Geräumigkeit, genügende Beleuchtung, eine nicht niedrige Temperatur, Trockenheit und möglichste Reinheit. Im entgegengesetzten Falle werden die einen oder die anderen Erkrankungen, welche in Verbindung mit den ungünstigen Lebens-

bedingungen auftreten (parasitäre Hautaffektionen, rheumatische Erkrankungen usw.), die an den Tieren projektierten Untersuchungen entweder ganz unmöglich machen oder sie im höchsten Grade erschweren.

Die Vorbereitung des Tiers zur Operation wird schon am Vorabend begonnen, im Falle einer Operation am Verdauungskanal, wird dann dem Tier am Abend eine Portion Kalomel eingeführt.

Kurz vor der Operation wäscht man das Tier in einer Wanne und gibt ihm danach etwas Zeit zum Trocknen, dann wird es im Vorbereitungsraum auf dem Tisch angebunden, dann narkotisiert man es, dann rasiert und wäscht man das Operationsfeld. Während dem Waschen wird es mehrere Male mit Karbolseife eingeseift, darauf läßt man einen starken Strahl Sublimatlösung darüber laufen; man endigt mit Äther und Alkohol. Darauf wird das Tier ins Operationszimmer gebracht. Es ist zweckmäßig, den Operationstisch (dieser ist aus Metall, wie auch alle Gerätschaften des Operationszimmers, und mit Emailfarbe gestrichen) mit einem sterilisierten Überzug zu bedecken. Das Tier wird auf dem Operationstisch auch teils mit sterilisierten Handtüchern, welche mit Hilfe von Nadeln zusammengeheftet werden, teils mit Stücken sterilisierter Gaze bedeckt, damit der Operierende, wenn er sich mit den Händen aufs Tier stützt, nicht ans Fell anzukommen braucht. Es ist am besten ums Operationsgebiet selbst mehrfach zusammengelegte Gazestücke herumzulegen, diese Gaze kann rund herum mit einzelnen Stichen an die Haut angenäht werden. Auf diese Weise wird eine vollständige Fixation der Gaze für die ganze Dauer der Operation erreicht, anders würde die Gaze immer vom Operationsgebiet hinuntergleiten. Schließlich wird, gerade vor dem Schnitt, das auf diese Weise begrenzte Feld noch einmal mit Alkohol und mit Äther abgewaschen.

Wie es uns die Erfahrung lehrt, genügt vollkommen zur Reinigung der Hände folgendes Verfahren. Die Hände werden zuerst mit einfachem Wasser, mit Seife und Bürsten gewaschen. Darauf werden sie der Wirkung eines ziemlich starken Strahls aus einer hochstehenden Flasche mit (0,1 %) Sublimatlösung ausgesetzt. Darauf werden der Reihe nach Alkohol, Äther und wieder Alkohol auf die Hände gegossen, wobei die Hände jedesmal mit sterilisiertem Material stark abgewischt werden. Schließlich werden die Hände noch einmal für ein, zwei Minuten in eine Schale mit Sublimatlösung gelegt, in welcher man die ganze Zeit energisch herumplätschert. Darauf ziehen die Operierenden sterilisierte Leinwandmäntel an, welche sie gut umfassen und gut zugebunden sind, so daß die Kleidung von ihnen überall bedeckt ist. Es ist zweckentsprechend, auf den Kopf ein sterilisiertes Käppchen anzuziehen. — Überhaupt ist es klar, wenn ein Kampf mit den Mikroorganismen geführt werden soll, so muß er folgerichtig und unabwiegend geführt werden und der Operateur muß sich dazu erziehen, um niemals durch irgendeine unbewußte Bewegung seine Hände mit anderen Gegenständen oder mit seinen Körperteilen, welche nicht der chirurgischen Reinigung unterzogen worden sind, in Berührung zu bringen.

Die ganze Operationswäsche (die Mäntel, die Handtücher, die Tischüberzüge und das ganze chirurgische Material, Watte, Gaze) wird im Verlauf von 30—40 Minuten der Sterilisation durch überhitzten Dampf bei

einer Temperatur von  $125^{\circ}$  (ein Druck von ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären) unterzogen. Da es bequem ist, die ganze Wäsche und das chirurgische Material in einem großen Sack in den Sterilisator zu legen, so ist es nützlich, in speziellen Versuchen die Zeit der gleichmäßigen Durchwärmung dieser ganzen Masse zu bestimmen, um die Zeit, welche die Sachen im gegebenen Sterilisator verweilen, zu verlängern oder zu verkürzen. Sterilisatoren können von verschiedensten Konstruktionen und verschiedensten Größen erhalten werden. In dem Laboratorium, welches unter der Leitung des Verfassers steht, erwies sich ein Wiesneggscher Apparat als sehr geeignet (Autoklav).

Die Instrumente werden in dem bekannten Kochschen Apparat sterilisiert, indem man sie 15 Minuten lang in kochender (1 % iger) Sodalösung liegen läßt. Während der Operation werden die Instrumente in einer Schicht in einem flachen, breiten, viereckigen Porzellengefäß, welches mit absolutem Alkohol oder 2 % iger Boraxlösung gefüllt ist, placiert. Gerade vor der Anwendung werden sie mit einem sterilisierten Handtuch abgewischt.

Es ist natürlich keine Möglichkeit vorhanden, hier das chirurgische Instrumentarium zu beschreiben oder irgendwie auf seine Besprechung einzugehen. In bezug auf alle chirurgischen Operationen ist es höchst mannigfaltig, sehr groß und beruht auf der der gegebenen Aufgabe entsprechenden Auswahl aus der unendlichen Sammlung der vorhandenen chirurgischen Instrumente der ärztlichen Chirurgen, so daß ein physiologischer Chirurg wohl kaum in die Lage kommen kann, selbst für sich die nötigen Instrumente erdenken zu müssen.

Was das Operieren selbst betrifft, so müssen hier im Vergleich zur Vivisektion nur wenige besondere Punkte erwähnt werden. Natürlich ist hier, noch mehr als bei den Vivisektionen, die vollkommene Vertrautheit mit der Anatomie der zu operierenden Region erforderlich, sowohl wie auch das vorläufige Erlernen der Technik der Operationen, sei es an Leichen oder an lebendigen Tieren, aber nicht an solchen, welche durch langdauernde physiologische Beobachtungen und Versuche zur Operation vorbereitet wurden, um nicht die angewandte Mühe einer Zufälligkeit auszusetzen.

Die Hände, was für Maßregeln man auch zu ihrer Reinigung ergreift, können doch keine Ansprüche auf absolute Reinheit erheben. Daher muß man, wo es nur möglich ist, die Berührung der Wundflächen mit den Händen vermeiden und es immer vorziehen, wenn es auch weniger bequem ist, mit den Instrumenten zu arbeiten, so z. B. muß man in der Tiefe einer Wunde die Ligaturen nicht mit den Fingern, sondern mit Pinzetten zuziehen. Während dem Operieren ist es nützlich, wenn die Hände mit Blut oder anderen Flüssigkeiten beschmiert werden, sie in einer Sublimatlösung abzuspielen, wobei man sie natürlich später mit einem Handtuch abwischt. Ebenso müssen auch die Instrumente während der Zeit, wo sie durch andere ersetzt werden, in die oben genannten desinfizierenden Flüssigkeiten gelegt werden. Schließlich ist es zweckentsprechend, wenn das Operieren in der Wunde oder in einem ihrem Teile unterbrochen wird, dieselbe mit sterilem Material zu bedecken.

Bei den chirurgischen Operationen ist es augenscheinlich wichtiger als bei den Vivisektionen, sich von der Dauerhaftigkeit der Blutstillung zu

überzeugen, indem man einem vollständigen Ausschließen späterer Blutungen nachstrebt, denn deren Auftreten würde der ganzen Sache einen größeren Schaden antun als bei einer Vivisektion. Deswegen muß hier, viel beharrlicher als bei den Vivisektionen, das Unterbinden von Blutgefäßen oder blutenden Stellen angewandt werden. Die Erfahrung der jüngsten Jahre meiner operativen Praxis hat gezeigt, daß auch hinsichtlich der Blutungen bei Operationen am Gehirn die Ligatur das richtigste Mittel ist; diese wird auch hier, einige Übung natürlich vorausgesetzt, ohne besondere Mühe angewandt. Im Falle einer Blutung aus einem Knochen (des Schädels oder anderer) ist das Anwenden von gewöhnlichem, gelbem Wachs höchst zweckentsprechend. Dazu läßt man das Wachs zuerst im Verlauf von 15 bis 20 Minuten in einer Karbolsäurelösung (2 %) kochen. Während der Operation nimmt man mit einer Metallplatte aus der noch warmen Lösung ein wenig von oben schwimmendes flüssiges Wachs, welches auf der Platte zu einer weichen Masse sich abkühlt und mit voller Bequemlichkeit zum Verschmieren des blutenden Knochens angewandt werden kann.

Überhaupt, da man die Möglichkeit einer späteren Blutung bekämpft, muß man mit dem Schließen der Wunde nicht eilen und sie immer, besonders aber in verdächtigen Fällen, eine Zeitlang offen lassen, um die Blutungen, welche aus dem einen oder anderen Grunde zeitweise gestillt sein können, zu entdecken.

Bei den chirurgischen Operationen muß man, wiederum mehr als bei den Vivisektionen, ohne sich durch die Dimensionen der Verwundung genieren zu lassen, die Operation möglichst genau ausführen, indem man, ohne zu schwanken, das gewählte Ziel verwirklicht, denn jetzt kann nach der Verheilung der Wunde eine Verbesserung nicht so leicht wie bei der Vivisektion gemacht werden. Im letzteren Falle bietet sich die leichte Möglichkeit, wenn durch den Versuchsverlauf die regelrechte Vollziehung der Operation in Frage gestellt wird, die Operation sofort noch einmal zu kontrollieren und, wenn es nötig ist, sie gleich in entsprechender Weise zu ergänzen. Bei den chirurgischen Operationen dagegen kostet die Verbesserung eines Fehlers, wenn sie überhaupt möglich ist, einen großen Aufwand an Zeit, Mühe und Mitteln. In den Fällen, wenn eine spezielle Reinigung der Wunde verlangt wird, wie z. B. beim Öffnen des Verdauungskanals, wird die Wunde reichlich mit sterilisierter physiologischer Kochsalzlösung, welche bis zur Körpertemperatur erwärmt ist, ausgespült und dann mit sterilisiertem Material abgetrocknet.

Das Zunähen der Wunde wird gewöhnlich schichtenweise vorgenommen. Das Zunähen der Hautwunde muß besonderer Sorgfalt gewürdigt werden. Erstens darf hierbei nicht die geringste Blutung stattfinden, d. h. durch die zusammengenähten Ränder darf kein Blut durchsickern. Wenn eine Blutung vorhanden ist, so muß sie gestillt werden. Zweitens müssen die Ränder der Wunde nach Möglichkeit genau aneinander gelegt sein und zu einander in vollkommen natürlichen Verhältnissen stehen, d. h. nicht im geringsten eingestülpt sein und sich auf gleicher Höhe befinden. Beides wird dadurch erreicht, daß der Gehilfe die Ränder in der richtigen Lage hält, während der Operateur die Ligaturen zubindet, als auch dadurch, daß der Operateur auf die Ligaturen den entsprechenden Zug ausübt. Das Zunähen selbst kann

entweder auf die gewöhnliche Art vollzogen werden, indem man die ganze Hautschicht in einem Abstand von einigen Millimetern vom Schnitttrande durchsticht oder auf eine etwas andere Weise. Nach dieser anderen Art werden die Nadeln am Rande, welcher von der Hautoberfläche und der zu ihr senkrechten Schnittfläche gebildet wird, hineingestochen und herausgezogen, und zwar von der Seite der Schnittfläche.

In diesem Falle ist die Ligatur von außen beinahe gar nicht zu sehen. Über die verschiedenen Arten der Naht ist in den entsprechenden chirurgischen Büchern nachzulesen.

Natürlich muß die zugenähte Wunde verschlossen werden, es fragt sich nur wie? Leider ist ein Verband aus sterilisiertem Material bei Tieren nicht ohne Schwierigkeiten anwendbar. Ein einfach gemachter Verband gleitet entweder von seinem Platz oder wird vom Tier abgerissen. Natürlich kann der Verband durch verschiedenartiges Festbinden und Ankleben (z. B. mit Hilfe von Heftpflaster) befestigt werden, aber alles das läßt viel zu wünschen übrig. Sicherer ist es, große Teile des Körpers, z. B. den ganzen Rumpf, die ganze hintere Partie des Tiers usw., in vollständige Säcke, oder sogar in unbewegliche, festwandige Verbände, Gips-, Stärkeverband usw., zu verschließen. Am einfachsten aber ist das sorgfältige Zugießen der zugenähten Wunde mit Kollodium und dadurch wird auch meistens glücklich das Ziel erreicht. Man muß nur die Oberfläche, welche zugegossen werden soll, zuerst mit Alkohol und Äther gut reinigen und trocknen lassen und eine möglichst dünne Kollodiumschicht anwenden, damit sie nach dem Antrocknen nicht zerbrechlich werde, sondern vollständig elastisch bleibe. Bei weitem die größere Mehrzahl der Wunden heilt dabei, ohne weitere Sorgen zu verursachen, per primam intentionem. In dem Falle, wenn sich in der Kollodiumschicht Risse erweisen, ist es nützlich, sie mit Jod zu verschmieren.

## Literatur.

- E. Cyon, Methodik der physiologischen Experimente und Vivisektionen. 1876.  
 Gscheidlen, Physiologische Methodik. 1876.  
 Claude Bernard, Leçons de physiologie opératoire. Paris 1879.  
 Ch. Richet, Dictionnaire de physiologie. Chien, Chat et autr. expériment. animaux.
- 1) Roussy, Collier-préhenseur pour chien etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1899, S. 520. — Derselbe, Collier-préhenseur perfectionné, rétrécissable et limitable à distance, pour chien etc. Ebenda 1899, S. 558.
  - 2) Bowditch, Physiological apparatus in use at the Harvard Medical School. Journ. of. Physiol. II, S. 202.
  - 3) Roussy, Mors immobilisateur. R. C. de la Soc. de Biol. 1899, S. 288.
  - 4) Livon, Manuel de vivisection. Paris 1882, S. 22 u. folg.
  - 5) Cowl, Ein allgemeiner Tierhalter und Operationsbrett. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1896, S. 185.
  - 6) Roussy, Nouveau matériel d'attache et d'immobilisation à l'usage de physiologiste et des vétérinaires etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1894, S. 264.
  - 7) Cowl, Über eine neue Maulsperre für Tiere. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1898, S. 143.

8) Grossmann, Experimentelle Beiträge zur Lehre von der „Posticuslähmung“. Archiv f. Laryngologie, Bd. IV, S. 315.

9) Roussy, Mors ouvre-gueule pour chien etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1899, S. 286.

10) Roussy, Nouveau matériel d'attache et d'immobilisation à l'usage des physiologistes, vétérinaires etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1894, S. 408.

11) Malassez, Nouvel appareil à contention pour chiens. C. R. de la Soc. de Biol. 1890, S. 319.

12) Johansson, Ein neues Stativ für operative Tierversuche. Skand. Archiv f. Physiol. VIII, S. 143.

13) Centanni, Notiz über experimentelle Technik. Zentralbl. f. Bakteriologie. Bd. XVIII, S. 281.

14) Steinach, Ein Kopfhalter für Versuchstiere verschiedener Größe. Pflügers Archiv, Bd. 53, S. 171.

15) Fredericq, Manipulations de physiologie. Paris 1892.

16) Malassez, Nouveau système d'appareils à contention pour lapins, cobayes et rats. C. R. de la Soc. de Biol. 1890, S. 77.

17) Malassez, Sur les appareils à contention. C. R. de la Soc. de Biol. 1892, S. 947.

18) Steinach, l. c. (Nr. 14). Vergl. Malassez, Kontentivapparat für Vivisektion. Pflügers Archiv LIII, S. 585 und Steinach, Bemerkung betreffend den Kontentivapparat für Vivisektion nach Dr. Malassez. Ebenda LIV, S. 552.

19) Debrand, Note sur un nouvel appareil à contention. Annales de l'Institut Pasteur XIV, S. 249.

20) Roussy, Muselière immobilisatrice universelle pour oiseaux etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1899, S. 556.

21) L. Morochowecz, Apparate und Instrumente der physiologisch-praktischen Arbeiten des physiologischen Laboratoriums bei der Universität zu Moskau. Bd. IV, S. 472, 1893 (russisch).

22) Voinitch-Sianogensky, Table d'opération pour les animaux. Arch. des sciences biol. Bd. IV, S. 465.

23) Centanni, Notiz über experimentelle Technik. Zentralbl. f. Bakteriologie, Bd. XVIII, S. 281.

24) Roussy, Serre-pattes pour immobiliser les animaux sans les blesser. C. R. de la Soc. de Biol. 1899, S. 308.

25) Janowski, Eine einfache und bequeme Modifikation der Tierfixierung bei physiologischen Experimenten. Zentralbl. f. Physiol., Bd. XV, S. 226.

26) Camus, Procédé de contention des animaux opérés. C. R. de la Soc. de Biol. LIV, S. 1512.

27) Cowl, Ein allgemeiner Tierhalter und Operationsbrett. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1896, S. 185.

28) Johansson, Ein neues Stativ für operative Tierversuche. Skand. Archiv f. Physiol. VIII, S. 143.

29) Roussy, Nouveau matériel d'attache et d'immobilisation etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1894, S. 522.

30) Livon, Manuel de vivisections. Paris 1882, S. 22 u. folg.

31) Roussy, Table d'immobilisation pour chien etc. C. R. de la Soc. de Biol. 1899, S. 306.

32) Debrand, Note sur un nouvel appareil à contention. Annales de l'Institut Pasteur XIV, S. 249.

33) Malassez, Perfectionnement apporté à mes appareils à contention: lit grillagé d'opération. „Centenaire de la Soc. de Biol.“ Paris 1899, S. 570.

34) Roussy, Table de dissection et de démonstration. C. R. de la Soc. de Biol. 1899, S. 412.

35) Rost, Ein heizbarer Operationstisch für Tiere. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1900, S. 363.

- 36) Dietrich, Ein neuer Operationstisch für Kaninchen. *Zentralbl. f. Bakteriologie*, Bd. XXX, S. 256.
- 37) Roussy, Tablettes d'immobilisation pour petits quadrupèdes: lapins, cobayes, grenouilles etc. *C. R. de la Soc. de Biol.* 1899, S. 411.
- 38) Latapie, Nouvel appareil à contention. *Annales de l'Institut Pasteur VIII*, S. 668.
- 39) Queyrat, Appareil à contention pour les cobayes. *C. R. de la Soc. de Biol.* 1893, S. 262.
- 40) Ch. Richet, *Dictionnaire de physiologie. Chorolose.* 1898.
- 41) A. Dastre, *Les anesthésiques.* 1890.
- 42) N. P. Krawkow, Über die Hedonal-Chloroform-Narkose. *Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmakol.*, Suppl.-Bd. 1908.
- 43) R. Boehm, Das südamerikanische Pfeilgift Kurare. *Abhandl. d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch.*, Bd. XXII und XXIV; auch *Archiv. d. Pharm.* Bd. 235, 1897.
- 44) R. Boehm, *Chemische Studien über das Kurare. Beiträge zur Physiologie. Carl Ludwig-Festschrift. Leipzig* 1887.
- 45) J. Tillie, Über die Wirkung des Kurare und seiner Alkaloide. *Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmakol.*, Bd. 27, 1890.
- 46) Malassez, *Présentation d'instrument. C. S. de la Soc. de Biol.* 1886, S. 355.
- 47) Straus et Collin. *C. R. de la Soc. de Biol.* 1886, S. 30.
- 48) Malassez, *Perfectionnements apportés aux seringues tout en verre et stérilisable. C. R. de la Soc. de Biol.* 1891, S. 71.
- 49) Mareschal, *Injektion hypodermique sans piston n'exigeant aucun entretien et facilement stérilisable. C. R. de la Soc. de Biol.* 1895, S. 298.
- 50) Rochon, *Seringue hypodermique sans piston. C. R. de la Soc. de Biol.* 1897, S. 222.
- 51) d'Arsonval, *Sur un procédé pour obtenir des seringues stérilisables de grande capacité. C. R. de la Soc. de Biol.* 1891, S. 92.
- 52) Straus et Collin, *Sur une seringue à injection hypodermiques stérilisable, à piston en moelle de sureau. C. R. de la Soc. de Biol.* 1891, S. 69.
- 53) d'Arsonval, *Présentation d'une seringue à injections hypodermiques de M. Gudendag. C. R. de la Soc. de Biol.* 1894, S. 194.
- 54) Malassez, *Seringue toute en verre de M. Wouffing-Luër. C. R. de la Soc. de Biol.* 1894, S. 689.
- 55) Mermet et Major, *Seringue stérilisable métallique. C. R. de la Soc. de Biol.* 1897, S. 870.
- 56) Fournier, *Nouvelle seringue stérilisable. C. R. de la Soc. de Biol.* 1897, S. 270.
- 57) Spiegel, *Eine selbstwirkende Injektionsspritze. Wien. klin. Wochenschrift XV*, S. 340.
- 58) Malassez, *Seringue pour injection de sérums. C. R. de la Soc. de Biol.* 1894, S. 754.
- 59) Duflocq, *Seringue à injection hypodermique aseptique. C. R. de la Soc. de Biol.* 1893, S. 885. *Vergl. ebenda* S. 925.
- 60) Burlmeaux et Guerder, *Note sur l'injection sous-cutanées copieuses et lentes, faites au moyen d'appareils spéciaux. Arch. de physiologie* 1894, Bd. VI, S. 135.
- 61) Brauer und Petersen, *Über eine wesentliche Vereinfachung der künstlichen Atmung nach Sauerbruch. Zeitschr. f. physiol. Chemie* XLI, S. 299.
- 62) Rosenthal, *Atembewegungen und Innervation derselben. Hermanns Handbuch d. Physiol.* 1882, Bd. VI, Teil 2, S. 239.
- 63) Livon, *Manuel de vivisections. Paris* 1882, S. 55.
- 64) Gad. *Archiv f. (Anat. u.) Physiol.* 1878, S. 559 u. folg.
- 65) Wintrich, *Krankheiten der Respirationsorgane. Virchows Handbuch d. spez. Pathol. und Ther.* 1854, Bd. V, Abt. 1, S. 211.
- 66) Czermak, *Eine neue Kanüle zur künstlichen Atmung. Mitteil. aus d. physiol. Privatlaboratorium in Prag* 1864, Heft 1, S. 65.

- 67) Guthrie, Respiration valves. The Journal of the American Medical Association, April 6, 1907.
- 68) Ranvier, *Traité technique d'histologie*. S. 463.
- 69) Gréhant, Note sur un appareil pour la respiration artificielle. *Arch. de physiol. norm. et pathol.* 1870, Bd. 3, S. 304.
- 70) Lewin, Über einen Apparat für die künstliche Respiration. *Arch. f. (Anat. u.) Physiol.* 1879, S. 36.
- 71) Lukjanow, Über eine einfache automatische Vorrichtung zur Herstellung der künstlichen Atmung bei Tieren. *Zentralbl. f. Physiol.*, Bd. II, S. 235.
- 72) Dutto, Apparat für künstliche Atmung der Tiere. *Pflügers Archiv*, Bd. LXIII, S. 575.
- 73) Miescher, Der „Atemschieber“. *Zentralbl. f. Physiol.*, Bd. II, S. 341.
- 74) Bowditch, Physiological apparatus in use at the Harvard Medical School. *Journ. of Physiol.*, Bd. II, S. 202.
- 75) Gad, Über Kroneckers Vorrichtung zur künstlichen Lungenlüftung bei Tieren. *Zentralbl. f. Physiol.*, Bd. II, S. 240.
- 76) Hoyt, An apparatus for artificial respiration and for other purposes. *Journ. of Physiol.*, Bd. XXVII, S. 48.
- 77) Straub, Ein einfacher Apparat zur Unterhaltung der künstlichen Atmung an Versuchstieren. *Pflügers Archiv*, Bd. CXIX, S. 549.
- 78) Thiry, Des causes des mouvements respiratoires et de la dyspnée. *Recueil des travaux de la Soc. méd. All. de Paris* 1865, S. 57.
- 79) Zuntz, Über die Bewertung kuraresierter Tiere zu Stoffwechseluntersuchungen. *Du Bois-Reymonds Archiv* 1884.
- 80) Rosenthal, Apparat zur künstlichen Atmung. *Archiv f. (Anat. u.) Physiol.* 1885, S. 400.
- 81) Rosenthal, Über künstliche Atmung. *Archiv f. (Anat. u.) Physiol.* 1889, S. 64. — Derselbe, Kalorimetrische Untersuchungen. *Ebenda* 1894, S. 248 u. folg.
- 82) Mayer, Zwei neue Laboratoriumsapparate. *Archiv f. experiment. Pathol. und Pharmakol.*, Bd. 47, S. 426.
- 83) Lehmann, Über zwei Apparate zur künstlichen Respiration der Tiere. *Archiv f. (Anat. u.) Physiol.* 1883, S. 459.
- 84) Ewald, Apparate zur künstlichen Atmung und Verwendung eines kleinen neuen Wassermotors. *Pflügers Archiv*, Bd. XXXI, S. 154.
- 85) J. Meltzer und J. Auer, Respiration by continuous intra-tracheal insufflation of air. *Proceedings of the Society for Exp. Biol. and Medicine.* 7, S. 26, 1910.
- 86) S. J. Melzer und J. Auer, Respiration by continous interpulmonary pressure without the aid of muscular action. *Proceedings of the society for experim. Biol. and Med.* VI, S. 106. 1909.
- 87) Brodie, A tap for graduating the amount of anaesthetic in experiments in which respiration is being employed. *Journ. of Physiol.*, Bd. XXVII, S. XXXII.
- 88) Carl Tigerstedt, Ein Apparat zur Narkose bei künstlicher Atmung. *Zeitschr. f. biolog. Technik und Methodik*, Bd. 1, S. 175.