

## XXIII.

Arbeiten aus dem Laboratorium für experimentelle Pharmakologie  
zu Strassburg.

### 78. Apparat zur Durchblutung isolirter überlebender Organe.

Von

Dr. C. Jacoby,

Assistent am pharmakologischen Institut zu Strassburg.

Mit 1 Abbildung und Tafel V.

Versuche an isolirten und künstlich durchströmten Nieren wurden schon 1849 von Löbell<sup>1)</sup> und 1862 von Bidder<sup>2)</sup> angestellt. Zu einer Methode haben aber erst seit 1868 Ludwig<sup>3)</sup> und seine Schüler die künstliche Durchblutung ausgebildet. Die Untersuchungen, welche Schmiedeberg, Bunge, Schröder, Hoffmann<sup>4)</sup> und viele Andere seitdem mit Hülfe derselben ausgeführt haben, liessen werthvolle Einblicke in die chemische Thätigkeit der Gewebe gewinnen.

Die Versuchsanordnung ist im Wesentlichen die folgende. Aus einem auf Körpertemperatur erwärmten Reservoir fliesst das Blut unter dem Druck einer Mariotte'schen Flasche oder entsprechenden Vorrichtung in die Arterie des gleichfalls körperwarm gehaltenen Organs ein. Nachdem es dasselbe passirt hat, wird es durch einfaches Schütteln mit Luft oder mittelst einer besonderen Vorrichtung arterialisirt, darauf in das Reservoir zurückgebracht und so beliebig lange in Circulation erhalten.

Dieses Verfahren erfüllt seinen Zweck in vielen Fällen vollständig. Aber die bei demselben nöthige Blutmenge ist so gross (1 Liter), dass bei Versuchen mit Organen von Hunden mindestens 2 Thiere verblutet werden müssen; ferner ist die Versuchsanordnung dann

---

1) De conditionibus quibus secretiones in glandulis perficiuntur. Diss. Marburg 1849.

2) Beiträge zur Lehre von der Function der Nieren. Diss. Dorpat 1862.

3) Arbeiten aus dem physiolog. Institut zu Leipzig. 1868. S. 113; 1869. S. 1.

4) Dieses Archiv. VI. Bd. S. 233; VII. Bd. S. 239; XV. Bd. S. 364.

unbrauchbar, wenn eine quantitative Bestimmung der im Organ gebildeten Kohlensäure und des vom Blut aufgenommenen Sauerstoffs gefordert wird. Deshalb sahen sich Frey und Gruber<sup>1)</sup> genöthigt, als sie Versuche über den Gaswechsel des die Lunge durchströmenden Blutes ausführen wollten, einen neuen Durchblutungsapparat herzustellen.

Auf die Construction desselben hier einzugehen, verbietet mir der Raum. Er erfüllte im Allgemeinen durchaus seinen Zweck, und wenn er trotzdem bisher nicht weiter verwendet wurde, so hat das seinen Grund wohl zum grössten Theil darin, dass seine Herstellung zu kostspielig und seine Handhabung für die meisten Untersuchungen nicht einfach genug ist. Die Circulation des Blutes in demselben wird durch eine kleine Pumpe besorgt, welche unter intermittirendem Druck das Blut in das Organ einströmen lässt. Dabei zeigte es sich, dass diese dem Puls entsprechende Druckschwankung, wie auch in neuester Zeit G. Hamel<sup>2)</sup> wieder festgestellt hat, für die Geschwindigkeit des Blutstroms im Organ und also auch für die Ernährung desselben von entschiedener Bedeutung ist. Dass bei der alten Methode das Blut unter constantem Druck in das Organ einfliesst, ist demnach als ein weiterer Nachtheil derselben anzusehen.

Wohl Niemand hat bei der Unvollkommenheit der bisherigen Methode angenommen, dass derartig isolirte Organe sich völlig wie lebende verhalten. Schmiedeberg<sup>3)</sup> wies nach, dass in denselben zwar Benzylalkohol, nicht aber wie im normalen Thierkörper Toluol zu Benzoësäure oxydirt wird, und dass dieser Unterschied als ein quantitativer anzusehen sei. Ebenso stellen die betreffenden Organelemente der Niere trotz gegentheiliger Behauptung meistens ihre normale harnbildende Thätigkeit völlig ein. Man musste also damit zufrieden sein, dass wenigstens den Zellen gewisser Theile des Organs ihre Lebensfähigkeit bis zu einem gewissen Grade für eine Reihe von Stunden erhalten blieb.

Es kann indessen keinem Zweifel unterliegen, dass, je vollkommener die Methode der künstlichen Durchblutung ausgebildet wird und je mehr es gelingt, das isolirte Organ unter gleichen Bedingungen wie im lebenden Körper mit Blut zu versorgen, um so mehr Lebenserscheinungen an ihm in normaler Weise erhalten bleiben und dadurch der Untersuchung zugänglich gemacht werden. Bei den

1) Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie. 1885. S. 519 u. 533.

2) Die Bedeutung des Pulses für den Blutstrom. Zeitschr. f. Biologie. N. F. VII. Bd. S. 474.

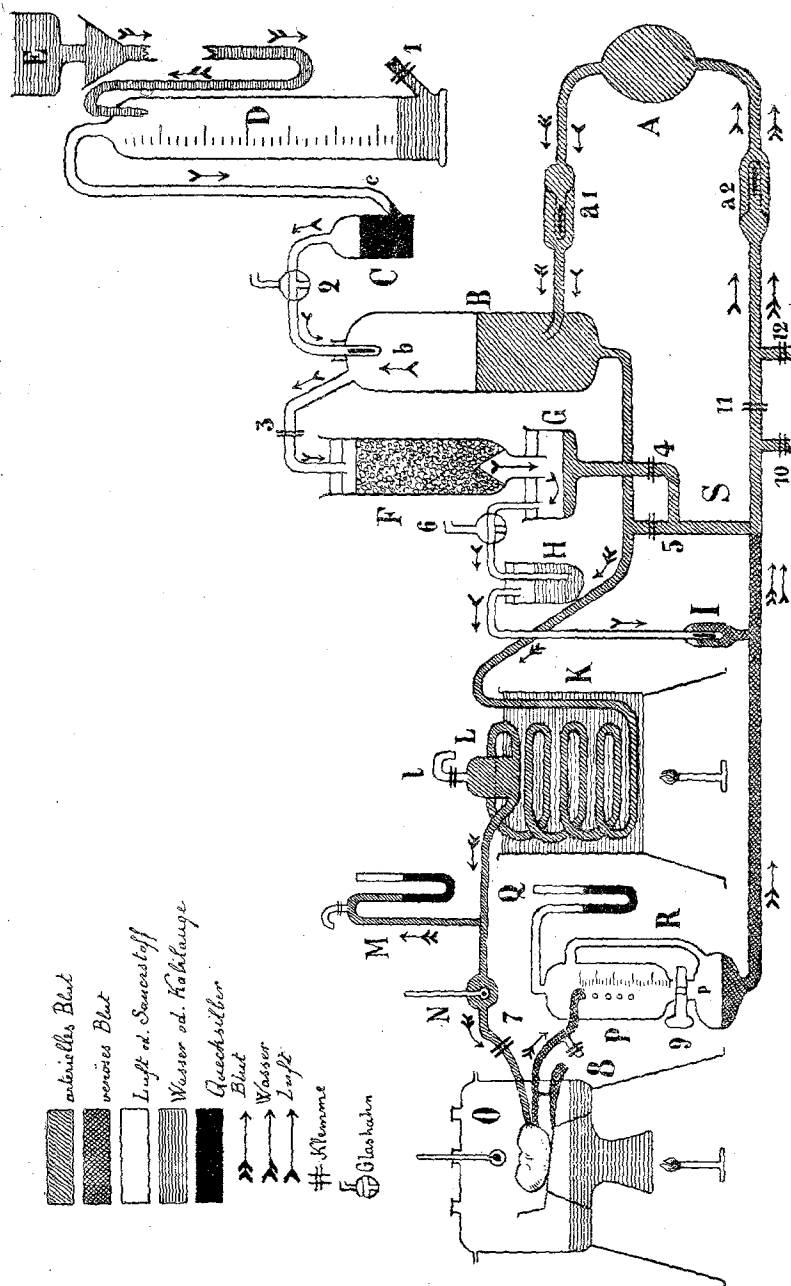
3) Dieses Archiv. XIV. Bd. S. 300 u. 301. 1881.

grossen Vortheilen aber, welche die Untersuchung an isolirten Organen durch schärfere Abgrenzung und sicherere Beherrschung der einwirkenden Factoren gegenüber der am lebenden Gesamtorganismus angestellten gewährt, erscheint es durchaus berechtigt, auf eine möglichst vollkommene Ausbildung der Methode der künstlichen Ernährung isolirter Organe Zeit und Arbeit zu verwenden.

Deshalb habe ich es versucht, als ich mich in den verflossenen 2 Jahren wiederholt mit Durchblutungen zu beschäftigen hatte, eine Vorrichtung zu diesem Zweck zu construiren, welche sich einerseits zur quantitativen Analyse des Blutes und der Blutgase eignet, und andererseits den natürlichen Circulationsverhältnissen möglichst gleichstehende Bedingungen herzustellen gestattet, sowie auch leicht auszuführen und sicher und bequem zu handhaben ist.

Die wesentlichen Theile des Apparats, der auf der beigefügten Tafel abgebildet und nebenstehend schematisch veranschaulicht ist, sind 1. ein künstliches Herz *A*, 2. ein Reservoir für Luft und Blut *B*, 3. ein Kohlensäurerabsorptionsapparat *H* und Sauerstoffgasometer *D*, 4. eine zur Erwärmung des Bluts dienende Glasspirale *K*, 5. ein zur Aufnahme des Organs bestimmtes Gefäss *O* und endlich eine zum Messen des Blutstroms dienender Messcylinder *P*. Diese Theile sind miteinander durch drei Röhrensysteme verbunden. In dem ersten derselben circulirt, entsprechend dem gesammten grossen Kreislauf eines Thieres, das arterielle Blut. Eine Abzweigung von demselben führt in das zu durchströmende Organ. Das zweite ist das venöse Röhrensystem. Es leitet das aus der Vene des Organs abfliessende Blut durch den Messcylinder zurück in das arterielle System. Das dritte Röhrensystem vermittelt die Luftcirculation zwischen dem ersten und zweiten und dient zur Arterialisirung des venösen Blutes.

Die Herzpumpe besteht aus einem dickwandigen 10 cm langen, 5 cm dicken Gummiballon (*A*) (Klysoomp), welcher, wenn er rhythmisch comprimirt wird, durch zwei Ventile ( $a_1$  und  $a_2$ ) einen Strom in der durch die Pfeile angegebenen Richtung erzeugt. Die Compression der Pumpe wird mittelst einer federnden Wippe bewirkt, welche durch eine von einem Wassermotor in rotirende Bewegung gesetzte excentrische Scheibe in beliebigen, von der Geschwindigkeit der Umdrehung abhängigen, Intervallen rhythmisch niedergedrückt wird und dazwischen durch eine Feder wieder zurückschnellt. Das durch die Compression des Ballons zum Ventil  $a_1$  stossweise ausgeworfene Blut gelangt zunächst in das Reservoir *B*, und zwar durch eine Röhre, deren Ende mit weiter Oeffnung nach oben



gebogen ist, so dass die Luftblasen, welche das Blut mit sich führt, aufwärts getrieben werden. Das Reservoir darf während des Versuchs nur zur Hälfte mit Blut gefüllt sein. Infolge der Compression, der im oberen Theil des Gefässes befindlichen Luft wird gleichzeitig das Blut in die am Boden desselben ausmündende Röhre getrieben. Der Blutstrom theilt sich gleich nach dem Eintritt in diese Röhre in zwei Zweige: der eine geht durch die Leitung *S* (Nebenschliessung) wieder direct zum Herzen *A* zurück, der andere dagegen tritt, nachdem er die in Wasser von ca.  $40^{\circ}$  C. eintauchende Wärmespirale *K* passiert hat, mit einer Temperatur von etwa  $38^{\circ}$  in das Organ ein. Die Wärmespirale steht mit dem Behälter *L* in Verbindung, welcher als Luftfänger dient, indem er alle sich noch in der Spirale ansammelnden und an der oberen Wand derselben hingleitenden Luftbläschen aufnimmt. Unmittelbar vor dem Organ zweigt sich eine zum Manometer *M* führende Leitung ab, so dass an diesem der Druck, sowie die dem Puls analoge Druckschwankung, mit welcher das Blut in das Organ gelangt, controlirt werden kann. Ein kleines, gleichfalls an dieser Stelle in den Blutstrom eingesenktes Thermometer *N* zeigt die Temperatur des Blutes an, unmittelbar ehe dasselbe in das Organ eintritt.

Das Organ selbst befindet sich in einer tiefen Glasschale *O*, an deren unterem Tubulus ein kegelförmiges Blechgefäss mittelst eines Gummiringes befestigt ist, so dass man durch Erwärmen des in ihm befindlichen Wassers den Raum der Glasschale und das Organ auf einer beliebigen Temperatur erhalten kann. Soll, wie es unter Umständen angezeigt erscheinen dürfte, das Organ ganz in einer Flüssigkeit sich befinden, so kann durch den auf die Schale aufgeschliffenen Deckel der Raum luft- und wasserdicht abgeschlossen werden. Die an demselben befindlichen Tuben gestatten, Thermometer, Manometer u. s. w. einzusetzen. An der Seitenwand der Schale befinden sich nebeneinander drei Löcher eingebohrt, welche den Durchtritt der das arterielle und venöse Blut zu- und abführenden Röhren gestatten. Die dritte Oeffnung kann nach Umständen zu anderen Zwecken benutzt werden.

Das aus der Vene des Organs austretende Blut fliesst, um gemessen zu werden, wie wir gleich sehen, ohne jeden Widerstand in den Messapparat *P p R*. Derselbe besteht aus einem graduirten Cylinder *P*, an den sich unten ein Gefäss *p* anschliesst, welches die Form einer breitgedrückten Kugel hat. Zwischen beiden befindet sich ein Hahn *q* mit sehr weiter Bohrung. Ausser durch diesen sind aber die beiden Gefässtheile noch durch eine weite Röhre *R* ver-

bunden, welche ganz oben aus dem graduirten Cylinder abgehend nach abwärts läuft und in der oberen Wölbung des unteren Gefässes mündet. Das Blut tritt in den Cylinder durch eine Röhre ein, welche etwas tiefer als die Oeffnung des Verbindungsrohrs  $R$  und dieser gegenüber angebracht ist, und kann bei offenem Hahn direct aus einer am Boden des kugeligen unteren Gefässes austretenden Röhre wieder abfliessen.

Oben geht der Messcylinder in ein zum Ansetzen des Manometers  $Q$  bestimmtes Rohr aus. Da durch das Verbindungsrohr der Luftraum des Cylinders mit dem des unteren Gefässes communicirt, so kann sich der Cylinder, wenn der an seinem unteren Ende befindliche Hahn geschlossen wird, füllen, ohne dass in demselben eine Druckdifferenz entsteht; denn, wie wir gleich sehen werden, saugt die Herzpumpe durch das Ventil  $a_2$  immer so viel Blut aus dem unteren bauchigen Theil  $p$  ab, als oben in den Cylinder eintritt, die Luft aber weicht dementsprechend aus dem Cylinder durch  $R$  nach unten aus. Ist die in den Messcylinder eingeflossene Blutmenge und die dazu nöthig gewesene Zeit gemessen, so lässt man durch Oeffnen des Hahns das Blut in das untere Gefäss abfliessen und die Messung kann von Neuem beginnen.

Würde die Nebenschliessung  $S$  nicht vorhanden sein, so müsste, damit sich das Herz in der Diastole wieder füllen könnte, ohne einen negativen Druck im venösen System zu erzeugen, alles Blut, welches in der Systole ausgeworfen wurde, in dieser Zeit auch das Organ passirt haben. Dies ist aber bei der Grösse des Ballons und der Zahl der Compressionen, welche er in der Minute (60—80) erleidet, nicht möglich. Es soll aber verhindert werden, dass das Blut mit grösserer Gewalt in das Organ gepresst wird, als dies im Körper der Fall ist. Wir wünschen vielmehr demselben nur so viel Blut zuzuführen, als es bei dem angewendeten normalen Druck durchzulassen vermag. Oeffnet man deshalb die Nebenschliessung  $S$  entsprechend, so wird dem Blut, welches nicht durch das Organ durchtreten kann, Gelegenheit geboten, direct wieder zum Herzen abzufliessen. Auf diese Weise wird das Organ vor dem Zudrang von überschüssigem Blut geschützt. Würde mehr Blut durch die Nebenschliessung abfliessen, als das Organ durchzulassen vermag, so wäre damit die Circulation durch dasselbe nach der anderen Seite hin geschädigt. Wir erkennen diesen Fehler sofort daran, dass der Druck im Venensystem, wie ihn uns das Manometer  $Q$  anzeigt, positiv zu werden beginnt, denn es tritt jetzt mehr Blut in dieses System ein, als das Herz in der Diastole aus demselben abzusaugen vermag.

Ist die Vertheilung des Blutes auf die beiden Stromgebiete durch die Nebenschliessung richtig regulirt, d. h. ist die durch das Organ getretene Blutmenge plus der durch die Nebenschliessung geflossenen gleich der vom Herzen ausgeworfenen und dementsprechend auch wieder angesaugten, so steht das Manometer *Q* auf Null. Jedes Steigen oder Fallen desselben ist ein Zeichen, dass dieses Verhältniss nach der einen oder der anderen Seite hin gestört ist und von Neuem einer Regulirung durch die Klemme 5 der Nebenschliessung bedarf.

Während in dem arteriellen System und also auch in dem Reservoir *A* ein hoher Druck von 120–160 mm Hg bestehen muss, soll dagegen im venösen System derselbe gleich Null sein. Diesen Umstand benutzte ich, um die im Reservoir befindliche Luft gleichfalls in Circulation zu versetzen, sie mit dem Blute behufs dessen Arterialisirung in innige Berührung zu bringen, sie dann von der aufgenommenen Kohlensäure zu befreien und ihr neuen Sauerstoff zuzuführen. Zu diesem Zweck führt ein aus dem obersten Theile des Reservoirs abgehendes Rohr Luft und Blutschaum in den mit Granatkörnern (Pyropen) gefüllten Cylinder *F*. Beim Durchtritt durch die Granatschicht werden die Luftblasen zerrieben und das Blut läuft zuletzt an dem unteren Theil der Wand des Gefässes durch die weite Oeffnung in den Behälter *G*, aus dem es beim Oeffnen der Klemme 4 wieder in das arterielle System zurückfliessen kann. Die von Schaum freie Luft dagegen tritt durch die im Cylinder *H* befindliche Kalilauge, welche die ihr beigemengte Kohlensäure zurückhält, in das venöse System ein. Hier mischt sie sich mit dem aus dem Messcylinder kommenden Blut und wird mit demselben durch die Herzpumpe wieder in das Reservoir zurückgeführt. Damit bei einer eventuellen Drucksteigerung im venösen System kein Blut in den Kaliapparat zurücktreten kann, ist in die Luftleitung das Ventil *I* eingeschaltet. Der zwischen dem Reservoir und dem mit Granaten gefüllten Cylinder angebrachte Hahn gestattet diesen Luftkreislauf beliebig zu reguliren. Durch die innige Berührung, in welche Blut und Luft miteinander gebracht werden, hat ersteres beständig Gelegenheit, seine Kohlensäure abzugeben und aus der Luft neuen Sauerstoff aufzunehmen. Um den verbrauchten Sauerstoff zu ersetzen, ist mit dem Reservoir ein sauerstoffenthaltender Gasometer *D* verbunden, dessen Inhalt unter dem constanten Druck einer Mariotte'schen Flasche *E* steht. Zwischen dem Gasometer und dem Reservoir *B* ist ein Quecksilberventil *C* derartig eingeschaltet, dass beim Sinken des Druckes im arteriellen System infolge des Sauerstoffverbrauchs sofort neuer Sauerstoff in das Reservoir und damit in die Circulation tritt. Um den Rücktritt

von Blutschaum in das Quecksilberventil zu verhüten, ist das den Sauerstoff in das Reservoir einführende Rohr an seinem Ende mit einem Membranventil versehen. In dem Maasse also, als Sauerstoff vom Organ verbraucht und als Kohlensäure aus der Luft durch die Kalilauge absorbiert wird, erhält die Luft aus dem Gasometer neuen Sauerstoff zugeführt, so dass der Gesamtdruck im arteriellen System sich immer entsprechend der Niveauhöhe der Mariotte'schen Flasche constant erhalten muss.

Bei der Benutzung des Apparates verfährt man nun in folgender Weise. Nachdem man den Gasometer durch den T-Hahn 2 abgeschlossen hat, wird der Kaliapparat durch T-Hahn 6 zunächst gleichfalls abgesperrt und gleichzeitig durch die Stellung dieses Hahnes der Luft aus Gefäss *G* nach aussen der Durchtritt gestattet; dann verbindet man die zum Einfügen für die Arterie und Vene des Organs bestimmten Enden des arteriellen und venösen Systems zunächst durch ein gebogenes Glasröhrchen miteinander, öffnet Klemme 3, so dass die Luft aus dem Reservoir durch den Cylinder *F* und Hahn 6 nach aussen treten kann, schliesst die übrigen Klemmen, mit Ausnahme von 12, taucht das Ansatzrohr *U* in ein Becherglas, welches das einzufüllende Blut enthält und setzt die Herzwippe in Bewegung. Es saugt nun das Herz *A* das Blut an und wirft es in das Reservoir *B*. Ist dieses genügend gefüllt, so schliesst man die Klemme 12, sowie 3 und öffnet zunächst Klemme 7 und 11. Dadurch vertheilt sich das Blut im ganzen Röhrsystem, wobei man den Messcylinder sich füllen lässt. Ist dies geschehen, so schliesst man Klemme 7 wieder ab und öffnet gleichzeitig den Quetschhahn 8 des Ansatzrohrs. Es steigt jetzt, da das Herz *H* beständig durch den Messcylinder Luft ansaugt und dieselbe in das Reservoir treibt, der Druck im arteriellen System. Hat er eine Höhe von etwa 200 mg Hg erreicht, so schliesst man 8, lässt sich den Luftfänger *L* durch Oeffnen seines Ansatzröhrchens *I* füllen, ebenso die Leitung zum Manometer *M* und den das Thermometer enthaltenden Ansatz *N*. Dabei sinkt der Druck im System auf etwa 160 mm herab. Sollte er die für den Versuch gewünschte Höhe noch überschreiten, so kann man ihn durch Oeffnen der Klemme 3 nach Belieben zum Sinken bringen. Im entgegengesetzten Falle lässt man durch Oeffnen von Klemme 8 noch mehr Luft in das Reservoir treiben. Jetzt wird der Inhalt des Messcylinders in den unteren Theil des Messgefässes fallen gelassen und durch geringes Oeffnen der Klemme 7 das Blut durch das Schaltstück so lange treten gelassen, bis dasselbe hier völlig blasenfrei passirt. Dabei wird die Klemme 5 so eingestellt, dass der Druck im venösen System auf Null bleibt. Ist das aus



dem Blasenfänger austretende Blut völlig luftfrei, so werden die Klemmen 7, 5 und 11 geschlossen und an Stelle des Schaltstückes das Organ in den durch Wasser auf 37—38° gewärmten Raum des Gefässes *O* eingeschaltet, wobei jedes Eintreten von Luft in die Arterie zu vermeiden ist. Oeffnet man nun die Klemme 7, so beginnt das Blut in das Organ einzuströmen und dasselbe zu füllen. Da das zuerst aus der Vene fliessende Blut meist Gerinnsel enthält, so werden etwa 10—20 ccm durch Oeffnen von Klemme 8 zunächst nach aussen abfliessen gelassen. Sind alle Gerinnsel aus dem Organ entfernt, so schliesst man 8 und öffnet Klemme 11. Es fliesst nun das aus dem Organ tretende Blut in den Messcylinder ein, in welchem durch das zu heftige Ansaugen des Herzens sofort ein negativer Druck entsteht. Durch schnelles Oeffnen der Klemme 5 beseitigt man denselben und regulirt nun den Durchfluss durch diese Nebenschliessung nach dem oben besprochenen Princip so, dass der Druck im venösen System gleichmässig auf Null bleibt. Darauf stellt man Hahn 6 derart, dass die Luft von *G* aus in den Kaliapparat treten kann, und öffnet dann auch 3 allmählich so weit, dass mit jeder Druckschwankung 3—4 Luftblasen durch die Kalilauge streichen. Auch der Sauerstoffgasometer wird durch Hahn 2 mit dem Reservoir in Verbindung gesetzt und mit der Mariotte'schen Flasche der Druck in demselben so weit erhöht, dass er demjenigen im arteriellen System gleich kommt, was man leicht daran erkennt, dass das Quecksilber in Röhre *c* unmittelbar an deren Eintritt in *C* steht. Durch das Uebertreten der Luft in das venöse System wird es meist nöthig, den Druck in diesem durch geringes Schliessen von Klemme 5 wieder auf Null zu bringen. Ist auch dies geschehen, so bedarf es nur noch der Ueberwachung der Druckverhältnisse und durch geringes Reguliren an der Nebenschliessung 5 wird die Circulation des Blutes, sowie der Luft stets gleichmässig von Statten gehen und ein völlig arterialisirtes Blut stundenlang ohne jede Untersuchung durch das Organ fliessen.

Auch die Grösse der Pulsschwankung kann durch Verchiebung des Ballons unter der Wippe, so dass derselbe mehr oder weniger zusammengedrückt wird, nach Wunsch verändert werden. Man ist also im Stande, die Verhältnisse des Blutstroms nach allen Richtungen derart zu beherrschen, dass sie denen im lebenden Körper äusserst nahe kommen. Die Füllung des Apparates erfordert nur 300 ccm Blut, ja es genügen dazu sogar schon 200 ccm, unter der Voraussetzung, dass das Organ nicht blutet. Um für diesen Fall Verluste an Blut zu vermeiden, liegt das Organ in einer kleinen Schale, aus

deren Boden ein Rohr austritt, das mit der durch Klemme 8 verschliessbaren Röhre verbunden werden kann. Durch jeweiliges Oeffnen der Klemme 8 ist man im Stande, das angesammelte Blut aus der Schale in die Circulation zurückfliessen zu lassen.

Die gesammte im Apparat befindliche Blutmenge kann am Schluss des Versuchs ohne jeden Verlust aus demselben wieder gewonnen werden. Die Luftcirculation und der Gasometer werden dabei abgesperrt, das Organ aus der Wärmeschale genommen und an seine Stelle wieder wie beim Füllen des Apparats das gebogene Schaltrohr gesetzt. Nun schliesst man zunächst die Klemmen 5 und 11 und öffnet das Ansatzröhrchen *U*, sowie das Rohr *T*.

Durch *U* saugt die Herzpumpe Luft an und treibt dieselbe nach dem Reservoir, so dass sich das Blut desselben und des ganzen Apparats durch das Schaltrohr in den Messeyylinder und von dort durch *T* nach aussen entleeren muss. Die in der Nebenschliessung des Ballons und den Ventilen zurückbleibenden Reste gewinnt man leicht, indem man den ganzen Apparat einmal mit  $\frac{1}{2}$  proc. CIN-Lösung nachspült, wobei man nichts weiter zu thun hat, als die Lösung von *U* ansaugen und nach *T* entleeren zu lassen, während man gelegentlich Klemme 5 und 4 öffnet.

Will man dem circulirenden Blute Gifte oder andere Substanzen zusetzen, so injicirt man dieselben mit einer Spritze durch das zum Füllen des Apparats benutzte Rohr *U*. Auf dem Wege durch das Herz und Reservoir mischen sich die zugesetzten Flüssigkeiten, bis sie das Organ erreichen, auf das Beste mit dem Blute.

Kommt es darauf an, zu bestimmen, wie oft die gesammte Blutmenge das Organ passirt hat, so lässt sich dies leicht aus der von Zeit zu Zeit mittelst des Messgefässes bestimmten Durchflussgeschwindigkeit pro Zeiteinheit berechnen.

Die folgenden Protokolle, welche aus einer grösseren Reihe gleichwerthiger Probeversuche entnommen sind, werden ein Bild von der Leistungsfähigkeit des neuen Apparats hinsichtlich der Durchflussgeschwindigkeit des Blutes durch die Nieren, sowie des dabei zur Anwendung gelangten Drucks zu geben vermögen. Es sei noch erwähnt, dass Versuch 1, 2 und 3 mit Schweinenieren aus dem Schlachthaus vorgenommen wurden, und dass die Zeit, welche von der Tödtung des Thieres bis zum Einsetzen der Nieren in den Apparat verstrichen war, etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden betrug. Das Blut wurde unverdünnt benutzt und hatte in dem arteriellen Röhrensystem des Apparats stets eine schön hellrothe Farbe, während es aus der Vene dunkel-bläulichroth austrat.

Versuch 4 gibt eine mit einer Hundeniere angestellte Durchblutung wieder. Da das Blut des gleichen Thieres zum Füllen des Apparats benutzt werden musste, so war auch in diesem Falle die Circulation in der Niere  $\frac{1}{2}$  Stunde unterbrochen. Der aus dem Ureter austretenden Flüssigkeit wurde deshalb wie bei den übrigen Versuchen keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt.

## Versuch I.

Schweineniere im alten Apparat				Schweineniere im neuen Apparat			
Zeit	Bluttemperatur	Druck in mm Hg	Durchfluss pro Min. in ccm	Zeit	Bluttemperatur	Druck in mm Hg	Durchfluss pro Min. in ccm
11 h 45 m	—	180	50	11 h 15 m	35°	90	50
12 h — m	39°	200	67	11 h 29 m	36,5°	100	70
12 h 18 m	—	200	63	11 h 32 m	36,7°	100	70
12 h 25 m	—	200	57	11 h 42 m	36,8°	140	140
Bei 180 fließt nichts durch die Niere				11 h 56 m	36,7°	150	171
				12 h 5 m	37,3°	140	193
				12 h 15 m	37,5°	140	167

## Versuch II.

9 h 40 m	33°	100	20	10 h 15 m	35,5°	95—105	43
9 h 55 m	38,5°	100	26	10 h 25 m			47
10 h 10 m	39,0°	120	22	10 h 40 m			63
10 h 30 m	38,7°	120	22	10 h 50 m			75
10 h 50 m	37,7°	160	40	11 h — m	36,8°	90—100	85
11 h 25 m	39,0°	200	44	11 h 10 m	37°	115—120	111
11 h 35 m	39,0°	240	43	11 h 30 m	36°		111
12 h 10 m	38,0°	240	47	11 h 40 m	35,8°		66
12 h 30 m	37,5°	260	50	11 h 50 m	36°		82
12 h 45 m	36,0°	260	60	12 h — m	36°	120—125	95
12 h 50 m	36,0°	260—270	63	12 h 10 m	36,5°		100
1 h — m	36,0°	265	63	12 h 20 m	37,0°	125—130	95

## Versuch III.

Eine aus dem Schlachthaus bezogene Niere wurde 11 h. 20 m. eingelegt.

Zeit	Durchflussgeschwindigkeit pro Min. in ccm	Druck im arteriellen System	Temperatur	
			des Blutes	des Organs
11 h 30 m	29	120—140	31,2	31
11 h 35 m	66	120—140	32,1	32
11 h 40 m	80	120—140	32,1	32
12 h — m	139	120—140	35	36
Da das Organ blutet, neu aufgefüllt.				
12 h 15 m	139	120—130	35,2	35
12 h 20 m	169	140—160	36,0	39
12 h 30 m	169	110—130	36,0	38
12 h 45 m	171	110—130	36	38

## Neu aufgefüllt.

Zeit	Durchfluss- geschwindigkeit pro Min. in ccm	Druck im arte- riellen System	Temperatur	
			des Blutes	des Organs
12 h 55 m	111	120—140	34,8	34,5
1 h — m	127	110—120	35,3	37,0
1 h 10 m	154	110—130	35,5	38,0
1 h 20 m	167	110—130	35,5	38,0

## Neu aufgefüllt.

1 h 35 m	63	120—140	33,5	34
1 h 45 m	97	110—130	33,6	36
1 h 55 m	109	110—130	33,8	37

## Neu aufgefüllt.

2 h 5 m	125	100—120	34,3	38,0
2 h 10 m	139	100—120	35,3	37,5
2 h 15 m	152	100—120	36,0	38,3
2 h 23 m	167	100—120	37	40

## 2 h. 30 m. neu aufgefüllt.

2 h 38 m	94	110—120	35,4	40
2 h 47 m	113	110—120	35,6	39
2 h 55 m	127	110—120	35,5	39
3 h — m	130	—	—	—

## 3 h. 5 m. neu aufgefüllt.

3 h 10 m	66	110—120	34,1	38
3 h 20 m	103	120—130	35,3	38
3 h 30 m	115	120—130	36,1	39
3 h 32 m	137	120—130	36,1	39
3 h 35 m	133	120—130	36,1	39
3 h 40 m	120	110—120	36,1	39
3 h 44 m	133	100—120	35,8	40
3 h 48 m	171	120—140	35,6	38

## Versuch IV.

## Hundeniere, 28 g schwer.

Zeit	Druck	Blut- temperatur	Durchfluss- geschwindigkeit in 1 Min. in ccm
10 h 30 m	120—130	36°	10
11 h 30 m	120—130	36°	10
11 h 50 m	120—130	38°	11,7
12 h — m	130—135	37°	16,6
12 h 5 m	130—135	36°	25,0
12 h 15 m	135—140	36,5°	25,0
12 h 20 m	135—140	36,5°	33,3
12 h 40 m	160—170	37°	33,3
12 h 50 m	140—150	37°	25
1 h — m	140—150	37°	25
1 h 20 m	140—150	37,5°	25

Wie man sieht, ist bei Versuch 1 und 2 unter Anwendung eines in den normalen Grenzen gehaltenen Drucks die Durchflussgeschwin-

digkeit im neuen Apparat ungleich grösser als im alten, obgleich beide Nieren demselben Thiere angehörten und auch sonst bis zum Einsetzen in die Apparate sich unter ganz gleichen Bedingungen befanden. Dass die grosse Durchflussgeschwindigkeit bei Anwendung des neuen Verfahrens sich auch ohne Druckerhöhung constant erhält, zeigt Versuch 3. Erwähnt sei noch, dass die Farbe, Consistenz, sowie das ganze äussere Verhalten der im neuen Apparat durchbluteten Nieren stets ein durchaus normales war und auch die mikroskopische Untersuchung keine Abweichung von der Norm ergab, während bei Anwendung des alten Verfahrens sich an den Organen in der Regel nach kurzer Zeit eine blaue Verfärbung und Oedeme einstellten, dieselben sich sehr hart anfühlten und nach Abziehen der Kapsel Ekchymosen schon makroskopisch ohne Schwierigkeit zu finden waren. Wie weit bei dem neuen Verfahren das Leben und die Functionsfähigkeit der specifisch secretorischen Zellen erhalten werden kann, darüber weitere Untersuchungen anzustellen bin ich im Begriff und hoffe die Resultate derselben in einiger Zeit mittheilen zu können.

---

