

2820/1 2820/1

Beiträge zur Lehre
von der
Function der Nieren.

INAUGURAL-DISSERTATION,

zu Erlangung

des

Doctorgrades

verfasst und

mit Bewilligung der Hochverordneten

Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu

DORPAT

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Ernst Bidder.

(Mit einer lithographirten Tafel.)



DORPAT.

Gedruckt bei E. J. Karow, Universitäts-Buchhändler.

1862.

Imprimatur

haec dissertatio, ea conditione, ut, simulac typis fuerit excusa,
numerus exemplorum lege praescriptus tradatur collegio ad
libros explorandos constituto.

Dorpati Livonorum d. XIX. m. Novbr. a. MDCCCLXII.

Nº 222.
(L. S.)

Dr. Rud. Buchheim,
med. ord. h. t. Decanus.

829061

Seinen

Freunden und Studiengenossen

Hugo Bursy

und

Eduard Landesen

gewidmet

vom

Verfasser.

So lange bei der wissenschaftlichen Untersuchung der Erscheinungen der lebenden Natur es durchaus zulässig erschien zur Erklärung jeglichen Lebensprocesses und zur Aufstellung jeglicher Theorie den ausgiebigsten Succurs bei der Lebenskraft zu suchen, gab man sich auch bei der Lehre von der Secretion nicht sonderliche Mühe thatsächliche Grundlagen für dieselbe zu suchen. So wurde selbst von Haller¹⁾ z. B. behauptet: „Fere quilibet humor per quodeunque colum separari potest“, und: „Ergo non adeo, ut passim creditur, necessaria cujuslibet coli peculiaris fabrica est, ut humor ei colo proprius non aliter nasci possit.“ Haller widerspricht der Ansicht van Helmont's, der in jedem Organe specifische Fermente annimmt, welche das Blut nach ihrer Weise und zu ihrer Beschaffenheit umwandeln; er streitet gegen Descartes, der den einzelnen Substanzen im Blute auch verschiedene Elementarformen zuschreibt, und in den absondernden Membranen zugleich Poren von verschiedener Gestalt statuirt, so dass bei der Secretion an den einzelnen Stellen auch nur die den Poren gleich gestalteten Substanzen abgesondert werden könnten. Dagegen nimmt auch Haller an, dass zu jedem absonderndem Organe auf irgend eine Weise (?) verschieden vorbereitotes Blut strömt, und aus diesem durch besondere Gestaltung der Gefasslumina die an jeder Stelle

1) Haller, Elementa physiolog. Lausannae 1760, II, pg. 369.

nöthige Flüssigkeit ausgeschieden werde; aber er fügt auch ausdrücklich hinzu, *civis particulae corporis animati vis propria et recondita necessaria est* 1). Es war also die Lebenskraft da, die selbst bei gleichen Mitteln doch an verschiedenen Orten Verschiedenes schaffen konnte und musste, und deren unumschränkte Gewalt für bewiesen galt durch die mit sehr unzureichenden Mitteln dargethanen „Versetzen“ der Secretionen.

Erst nach und nach lernte man verstehen, von welchen Grundsätzen aus, mit welchen Mitteln und auf welches Ziel hin eine exacte Wissenschaft arbeiten müsse, um nicht ein auf blossen Voraussetzungen gestütztes haltloses Gebäude zu schaffen; erst allmählig brach sich die Ueberzeugung Bahn, dass man nur von sorgfältig geprüften Thatsachen ausgehend, und ihren Zusammenhang suchend, die Kreise des Verständnisses immer enger zu ziehen und dem Mittelpunkte des Erkennens langsam aber stetig näher zu rücken im Stande sei.

Indessen, auch nachdem solche Grundsätze anerkannt waren, hat die Theorie häufig genug der Versuchung nicht widerstehen können, der Erfahrung vorauszueilen und Früchte zu pflücken, welche die Sonne des thatsächlichen Wissens noch nicht gezeitigt hatte. So war es allmählig auch eine durch vollgültige Beweise keineswegs gerechtfertigte Sitte geworden, in der Lehre von der Secretion zwei Processe einander gegenüber zu stellen, deren Producte einerseits Secrete andererseits Excrete genannt wurden. Dem entsprechend hatte man auch in den Thätigkeitsäusserungen der absondernden Organe zwei verschiedene Reihen zu unterscheiden gesucht, bei deren einer die Wirksamkeit der Drüsensubstanz sich zu wirklicher Production steigerte, zu der Fähigkeit, aus dem durch das Blut gelieferten Materiale durch Veränderung der Atomgruppierung

neue Stoffe zu bilden, während bei der andern mehr ein passives Geschehen Statt haben sollte, indem das Drüsengewebe als eigenthümlich gebautes Filtrum schon fertige Stoffe von einer Oberfläche zur andern überführte, Educte aus dem Blute lieferte. So althergebracht aber auch die Geltung dieser beiden Vorstellungen ist, so hat man sich doch nie einigen können über die Ausdehnung, in welcher jede derselben zu Recht bestehen sollte. Abgesehen von den in allen thierischen Flüssigkeiten in gleicher Weise vorkommenden Stoffen, die eben deshalb selbst in den „producirenden“ Drüsen unverändert aus dem Blute übergeführt werden, und „Educte“ bilden, kommen hier besonders diejenigen Substanzen in Betracht, die man als die specifischen Kennzeichen der an verschiedenen Orten abgesonderten Flüssigkeiten ansah. Indem Harn und Galle durch solche Substanzen besonders ausgezeichnet sind, gaben auch Niere und Leber die in dieser Beziehung wichtigsten Untersuchungsobjecte ab; sie waren es eigentlich allein, deren Thätigkeit im Gegensatz zu der der übrigen Secretionsorgane der wissenschaftlichen Forschung genügende Anhaltspunkte zu bieten, und zur Entscheidung über die Richtigkeit der angedeuteten Erklärungen zu führen verhiess. Nach vielen Kämpfen und Schwankungen gilt denn endlich heute allgemein der Harn für ein Educt, die Galle für ein Product aus dem Blute. Leider sind aber die Thatsachen, die das Eine und das Andere beweisen sollen, nicht so zwingend, dass sie nur eine Erklärungsweise zulassen. So lange die Chemie nicht genauere und sicherere Anhaltspunkte für die Untersuchung complicirter organischer Substanzen bietet, als es bis jetzt der Fall ist, wird auch die Physiologie nicht im Stande sein, über die hier vorliegende, so wie über manche andere Frage ein endgültiges Urtheil abzugeben. So lange der Antheil, den die Niere an der Production der Urate, namentlich des Harnstoffes nimmt, immer

1) a. a. O. pg. 465 ff.

noch eine offene Frage ist, und wir noch immer nicht entscheiden können, ob und wie viel von den specifischen organischen Bestandtheilen des Urins nicht vielleicht erst bei und durch den Durchtritt durch die Drüsenmasse entsteht ¹⁾, so lange wird der Harnsecretion ein fester Platz in einer der genannten beiden Reihen von Absonderungsvorgängen kaum anzuweisen sein.

Ganz abgesehen jedoch von diesen die Grundlagen der Secretionslehre betreffenden Verhältnissen, bietet die Transsudation von Flüssigkeiten, die allen Drüsen zukommt, so weit sie alle Filtrirapparate darstellen, noch immer genug der dunkeln Parthien, um ein interessantes Untersuchungsobject abzugeben; und dass hierbei die Harnsecretion vorzugsweise Berücksichtigung fand, ist leicht verständlich. Denn man mag Anhänger irgend welcher Theorie der Harnsecretion sein, so muss doch zugegeben, ja davon ausgegangen werden, dass der Filtration eine Hauptrolle bei diesem Vorgange zuzuweisen ist. Die physicalischen Bedingungen, die durch die Construction des Harnapparates gesetzt sind, zwingen zu der Annahme eines Durchgepresstwerdens von Flüssigkeit in den Glomerulis; die Präexistenz aller Harnbestandtheile im Blute spricht mit Bestimmtheit für die einfache Ueberführung derselben von einer Oberfläche zur andern, und auch das unveränderte Auftreten von Substanzen, die in den Blutstrom gebracht waren, in dem Harn, verlangt keineswegs das Mitwirken von specifischen chemischen oder organischen Kräften.

Aber so unbestreitbar das Alles zu sein scheint, so ist doch schon häufig der Zweifel ausgesprochen worden, ob denn wirklich durch einen rein mechanischen Process, und ohne wesentliche Bethheiligung von Bedingungen, wie nur der lebende

¹⁾ Ludwig, Physiolog. II. Auf. Leipzig und Heidelberg 1861, Bd. II, pag. 418. Wagner, Handwörterbuch, Braunschweig 1842, Bd. I, Art. Absonderung.

Organismus sie liefert, das in Rede stehende Secret gebildet werden könne.

So äussert sich Joh. Müller ¹⁾ über diese Angelegenheit dahin, dass die Eigenthümlichkeiten und Verschiedenheiten der Absonderungen nicht von einem äusserlichen und mechanischen Grunde abhängen, sondern von der eigenthümlichen specifisch belebten organischen Substanz, welche die innern absondernden Canäle der Drüsen bilde, bedingt seien; er widerspricht der Möglichkeit, dass die Verschiedenheit der Blutgefässvertheilung und des innern Drüsenbaues die Absonderung beeinflussen könne. Gewiss hat im spätern Verfolg seiner Studien der zu früh abberufene Heros der Physiologie des neunzehnten Jahrhunderts diese seine Ansicht sehr modificirt. Denn wie könnte in unsern Tagen verkannt werden, dass die eigenthümliche Art der Gefässgestaltung in den Nieren auf andere Weise der Absonderung zu dienen habe, als die einfache Umspinnung anderer Drüsen canale mit einem Capillarnetze; oder dass auch in den feinsten Structurverhältnissen der absondernden Membranen sich Unterschiede zwischen den verschiedenen Drüsen finden, die unmöglich für die Natur des Secretes bedeutungslos sein können. Andererseits dürfte der Einfluss der von Müller so genannten „eigenthümlichen specifischen Belegung der Substanz“ ganz unbezweifelbar sein. Denn dass auch die in dem Organismus gegebenen mechanischen Verhältnisse durch den Einfluss des „Lebens“ modificirt werden, dass nicht blos die gröbern Structurtheile, sondern auch die feinsten Formelemente den Wechsel der Lebensbedingungen erfahren, Aenderungen in ihrer Dichtigkeit, Elasticität, Porosität, Permeabilität u. s. w. erleiden müssen, das ist a priori unleugbar. Für das

¹⁾ Joh. Müller, Handbuch der Physiologie, Coblentz 1844, Band I, pag. 381.

wissenschaftliche Verständniss handelt es sich eben darum, diesen Einfluss des Lebens auch erfahrungsmässig darzuthun.

Zwei Verhältnisse sind es, die hierbei ins Auge gefasst werden müssen, einerseits die Nerventhätigkeit in ihrer Einwirkung auf die Drüsensubstanz, andererseits der lebendige Stoffumsatz in derselben. — Die Durchschneidung der Nierennerven ist öfters versucht worden, lässt jedoch bis jetzt keine reinen Schlüsse zu. Allerdings scheint bei allen diesen Versuchen — und sie sind von verschiedenen Beobachtern in ziemlich grosser Zahl angestellt worden, — das Endresultat stets das gewesen zu sein, dass kein Urin abgesondert wurde. So sprechen sich übereinstimmend Krimer¹⁾, Lund²⁾, Brachot³⁾, Müller und Peipers⁴⁾ und Andere aus, die alle nach Durchschneidung der Nierennerven bei lebenden Thieren aus dem Ureter keinen Harn, sondern entweder blutiges Serum oder geradezu blutähnliche Flüssigkeit hervorkommen sahen. — Alle diese Versuche sind aber für die Art und Weise des directen Nerveneinflusses auf die Secretion nicht vollständig beweisend, denn es war durchaus nicht allein die Thätigkeit der Nerven bei diesen Experimenten gestört und aufgehoben worden. Um nur auf das am nächsten Liegende hinzuweisen, so war auch die Circulation in der Niere modificirt, der Druck, den die Niere von aussen zu erleiden hat durch Oeffnung der Unterleibshöhle verringert

1) Krimer, Physiolog. Untersuchungen, Leipzig 1820, pg. 43: „Nach Durchschneidung der Nierennerven nimmt der abgesonderte Harn in dem Maasse an Eiweiss und Blutfarbestoff zu, als die dem Harn eigenthümlichen Bestandtheile abnehmen, und wird mehr dem Blutsrum ähnlich.“

2) Lund, Physiolog. Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit, Kopenhagen 1825, pg. 205.

3) Brachot, Recherches experiment. sur les fonctions du système nerv. gangl. Paris 1830, pg. 279: „Le liquide se conduisit comme du sang pur, en se partageant en deux parties, le sérum et le caillot; le sérum était très-abondant.“

4) Joh. Müller, a. a. O. pg. 384

worden. Leider lässt sich aber bis jetzt die Möglichkeit nicht absehen, den Nerveneinfluss zu beseitigen, ohne zu gleicher Zeit die Thätigkeit anderer in die Zusammensetzung einer Drüse eingehender Organtheile ebenfalls zu beeinträchtigen; und es können demnach derartige Versuche zu durchaus reinen und unzweideutigen Resultaten nicht führen. Nichtsdestoweniger darf man dem Ausspruch, den schon J. Müller¹⁾ thut, wohl zustimmen, dass die Aufhebung des Einflusses der Nerven eines absondernden Organes die Bildung der specifischen Secrete vielleicht immer gänzlich hindert, weil dieses beständige Resultat der bezüglichen Versuche, nicht sowohl den wechselnden und ganz uncommensurablen Neben Umständen, als vielmehr und vorzugsweise der bei denselben stets wiederkehrenden Bedingung der Nerventrennung zugeschrieben werden muss. Auch lässt sich a priori mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit schliessen, dass mit dem Ausfall einer so wichtigen Lebensbedingung, wie der Nervenwirksamkeit, auch die Lebensthätigkeit eines Körpertheils wesentlich geändert werden muss, und die hervorragendste Lebensäusserung der Drüsen ist eben die Secretion.

Ebenso wenig können wir bei dem jetzigen Stande unserer Hilfsmittel die Art und den Grad angeben, wie und in wie weit die permanente Stoffmetamorphose in dem Drüsengewebe selbst die Ueberführung der Stoffe aus dem Blute in die Drüsencanäle etwa beeinflusst. Wir sind gezwungen, jedem einzelnen Gewebe die Kraft zuzuschreiben besondere Stoffe aus dem Blute anzuziehen, zu verarbeiten und die verbrauchten Substanzen wiederum zurückzugeben. Es sind das überall zur Geltung kommende Bedingungen und Erscheinungen des Stoffwechsels, die sicherlich auch zu den Secretionen in engster Beziehung

3) Joh. Müller, a. a. O. pg. 385.

stehen, deren Dasein und Wirken aber im einzelnen Falle nachzuweisen bisher nicht möglich wurde.

Aus dem Angedeuteten dürfte zur Genüge hervorgehen, dass eine nach allen Seiten befriedigende Theorie der Secretionen überhaupt und der Harnsecretion im Besonderen sich noch keineswegs aufstellen lässt, und dass es daher auch gegenwärtig noch als Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung angesehen werden muss, die empirischen Grundlagen zu einem tiefern Eindringen in das Wesen dieses Processes zu erweitern und zu vervielfältigen. Von diesem Gesichtspunkte aus will denn auch der folgende Versuch, unser thatsächliches Wissen von den Bedingungen der Harnabsonderung zu erweitern, beurtheilt sein.

Unter den Erfahrungen, welche die neuere Zeit zum richtigern Verständniss der Nierenactionen gesammelt hat, muss ohne Zweifel den von C. Ludwig und seinen Schülern durchgeführten Untersuchungen eine hervorragende Stelle angewiesen werden, indem dieselben die mechanische Seite dieses Herganges in feste Sätze zu fassen trachten. Das gilt auch, trotz der über alle Maassen fehlerhaften Sprache derselben, von der Dissertation von Loebell¹⁾.

Unter den Versuchen, die Loebell unternahm, um einzelne Momente der Harnsecretion einer nähern Prüfung zu unterwerfen, findet sich einer, der mir einer Wiederholung und eingehenderen Benutzung besonders werth zu sein scheint.

Um die Menge des secernirten Urins mit der durch eine Niere strömenden Blutmenge und dem Secretionsdruck im Ureter vergleichen zu können, trieb Loebell durch eine ausge-

1) Loebell, De conditionibus, quibus secretiones in glandulis perficiuntur, Marburgi 1849.

schnittene Schweinsniere defibrinirtes Blut durch, und beobachtete dabei, dass das hellrothe Arterienblut dunkel gefärbt und reicher an festen Bestandtheilen aus der Nierenvene abfloss, während aus dem Ureter eine völlig klare Flüssigkeit hervortrat, welche in ziemlicher Quantität Eiweiss enthielt. Loebell hat diesen Versuch nicht weiter verfolgt. Doch schien mir derselbe sehr passend, um den Einfluss der Nierensubstanz an und für sich auf die Secretion zu prüfen. Die Nierensubstanz konnte in diesen Fällen nur wie ein complicirtes aber rein physicalischen Gesetzen folgendes Filtrum agiren, und es musste eine unmittelbare Einsicht darin gewonnen werden können, welchen Einfluss die Gesamtheit der lebendigen Vorgänge in der Niere auf die Filtration durch die Wandung der Blutgefässe und Drüsenanäle zu äussern bestimmt sei.

Ich verfuhr bei der Wiederholung der angedeuteten Versuche in einer Weise, die der von Loebell befolgten im Wesentlichen sich anschloss. Aus der Carotis eines lebenden Thieres wurde Blut gelassen, so lange das Gefäss noch etwas hergab, was bei mittelgrossen Thieren (Hunden) durchschnittlich etwa 2 Pfund russ. bis 1 Kilogramm betrug. Dieses Blut wurde durch Schlagen mit einem Stabe defibrinirt, und darauf durch einen feinen Leinwandlappen colirt, um die darin befindlichen Gerinnsel zu entfernen. Dann wurde das Thier getödtet, eine Niere mit einem Theile ihrer Fetthülle, um sowohl ein Eintrocknen ihrer Oberfläche als auch eine zu rasche Abkühlung zu vermeiden, ausgeschnitten, gewogen, und mit einem Druckapparat in Verbindung gebracht, wobei überdies die Niere, um die Einwirkung der atmosphärischen Luft möglichst abzuhalten, mit in Blut getauchtem Fliesspapier umhüllt wurde. Der Druckapparat war folgendermaassen zusammengesetzt. (Vgl. die Tafel Fig. 1.) Das Glasgefäss A, welches mit dem defibrinirten Blute gefüllt war, war geschlossen durch einen Kautschukpfropf, durch

welchen, wie bei den Spritzflaschen, zwei Röhren gingen, deren längere gerade (a) mit dem einen trichterförmigen Ende nach aussen ragte, mit dem andern bis auf den Boden des Gefässes reichte; während die zweite, kürzere Röhre (b) rechtwinkelig gebogen war, mit dem senkrechten Schenkel nur die innere Oberfläche des Pfropfes erreichte, und mit ihrem horizontalen Schenkel vermittelt eines durchbohrten Korkes in die metallene Kanüle (c) passte, die durch einen unter rechtem Winkel abgehenden seitlichen Schenkel mit einem Haemodynamometer (d) verbunden war (die Art der Verbindung beider zeigt Fig. 2.). Die Kanüle c wurde, nachdem sie vorher mittelst einer Pipette mit Blut gefüllt worden war, um allen Luftzutritt möglichst vollständig auszuschliessen, mit ihrer Spitze in die Nierenarterie (a) eingebunden. Die Nierenvene (v) trug eine silberne Kanüle, die in den Glasballon B führte, ebenso war an den Ureter (u) der Ballon C befestigt. — Der zum Eintreiben des Blutes aus dem Gefäss A in die Nierenarterie und durch die Niere hindurch erforderliche Druck wurde hervorgebracht durch eine Quecksilbersäule in der Röhre a, welcher durch den Heber f stets neues Quecksilber aus der Schale D zugeführt wurde. Der Druck konnte beliebig vermehrt oder vermindert werden je nach dem Stande des Quecksilbers in der Röhre a, und die Schale D war zu solchem Zwecke auf einem Stativ aufgestellt, dessen Höhe mittelst der Schraube s beliebig geändert werden konnte.

Der Druck, den ich anwandte, war der einer Quecksilbersäule von 160 — 200 mm. Höhe, womit nach bekannten hämodynamometrischen Erfahrungen der normale Druck in der Nierenarterie sicherlich nicht bloss erreicht, sondern wahrscheinlich überschritten war. Dennoch war damit die normale Schnelligkeit des Blutlaufes in der Niere nicht erreicht, denn das Blut trat aus der Nierenvene nur in mehr oder weniger schnell auf einander folgenden Tropfen heraus, nie in einem continuirlichen

Strome, und die grösste Menge Blut, die ich bei solchen Experimenten aus der Nierenvene erhalten habe, war 500 CC. in einer halben Stunde. — Eine Berechnung, die ich anstellte, um die Blutmenge schätzen zu können, die im lebenden Thiere in einer gewissen Zeit durch die Niere circulirt, lehrte ebenfalls, dass die Schnelligkeit des Blutlaufes in meinen Experimenten erheblich verringert war. Setzt man den Durchmesser der Nierenarterie bei einem mittelgrossen Hunde = 4 mm., die Schnelligkeit des Blutstromes in derselben Arterie = 300 mm. in der Secunde, — was noch den ziemlich übereinstimmenden Beobachtungsergebnissen von Volkmann und Vierordt gewiss nicht zu wenig, aber wohl auch nicht übermässig viel ist, — so werden in jeder Secunde 942 C. mm. oder etwa 0,94 Grm., in einer halben Stunde also ungefähr 1500 Grm. Blut in die Nierenarterie getrieben; ebenso viel oder nur um ein Geringes weniger muss aus der Nierenvene abfliessen; es ist aber das eine Quantität, die in meinen Versuchen niemals erreicht ward. — Berechnet man in ähnlicher Weise die die Niere passirende Blutmenge beim Menschen, so erhält man, angenommen dass die Nierenarterie einen Durchmesser von 5 mm. hat, als approximatives Resultat, dass innerhalb 24 Stunden etwa 500 Litres Blut die Gefässbahn einer Niere passiren, also circa 1200 Pfund Harn abgesondert, das Mengenverhältniss zwischen der Mutterflüssigkeit und dem Secret stellt sich also etwa wie 100 : 0,25. Es lässt sich daraus ersehen, wie gering die Quantität Flüssigkeit sein musste, die wir in unsern Versuchen aus dem Ureter zu erhalten hoffen konnten; es hätte bei günstigster Gestaltung aller Bedingungen etwa 1 Grm. betragen können, da 500 CC. die Blutmenge war, die unser Druckapparat aufnehmen konnte.

Der Austritt von Blut aus der Nierenvene begann sofort, nachdem Apparat und Nieren in Verbindung gesetzt worden,

und es war dieses Venenblut, ganz wie schon Loebell angiebt, in unverkennbarem Grade dunkler gefärbt als das hellrothe im Apparat befindliche Arterienblut. Nachdem schon vor dem Beginn des Versuches von letzterem eine Probe genommen war, um das Verhältniss der festen und flüssigen Bestandtheile zu bestimmen, wurde das aus der Vene heraustretende Blut in bereit gehaltene Glasballons von etwa 60 CC. Rauminhalt aufgefangen, so dass bei jedem Versuche 6—8 auf einander folgenden Quantitäten gewonnen wurden, die ebenfalls auf das Verhältniss zwischen festen und flüssigen Bestandtheilen geprüft wurden. Die in meinen Versuchen hervorgetretenen Veränderungen eben dieses Verhältnisses will ich zunächst näher betrachten.

I. Experiment. Kalb, 25 Kg. schwer.

Arterienblut 1). % an festen Bestandth.	Venenblut. % an festen Bestandth.	Bemerkungen
16,658	1 Port. — 19,045	Durch die Niere
	2 „ — 18,416	flossen
	3 „ — 17,897	500 C C. Blut
	4 „ — 17,606	in
	5 „ — 16,966	
	6 „ — 16,600	2½ Stunden.

1) Ich habe bei diesen Experimenten mehrfach Gelegenheit gehabt die bekannte Thatsache zu constatiren, dass das Blut durch den Aderlass diluirter wird. Und zwar geschieht das schon während der Dauer der Blutentziehung. Wo in den folgenden Tabellen der procentische Gehalt des arteriellen Blutes an festen Bestandtheilen durch zwei Zahlen angezeigt wird, da entsprechen dieselben den Proben, die am Anfange und am Ende des Blutlassens gewonnen wurden. Der Unterschied ist ebenso auffallend als constant, und beweist die grosse Schnelligkeit der Wasserresorption aus den im Innern des Organismus dazu vorhandenen Quellen.

II. Experiment. Kalb von c. 25 Kg.

Arterienblut. % an festen Bestandth.	Venenblut. % an festen Bestandth.	Bemerkungen.
17,607	1 Port. — 20,235	Durch die Niere
	2 „ — 18,778	flossen
	3 „ — 18,636	380 C C.
	4 „ — 18,369	in
	5 „ — 17,636	
	6 „ — 17,195	1½ Stunde.

III. Experiment. Hund von c. 16 Kg.

21,225	1 Port. — 21,620	Durch die Niere
20,036	2 „ — 21,204	flossen
Mittel: 20,630	3 „ — 21,113	240 C C.
	4 „ — 20,272	in
		1 Stunde.

IV. Experiment. Hund 1).

14,733	1 Port. — 14,985	Durch die Niere
14,404	2 „ — 14,772	flossen
Mittel:	3 „ — 14,676	500 C C.
14,568	4 „ — 14,624	in
	5 „ — 14,585	
	6 „ — 13,865	½ Stunde.

— Wo in den folgenden Tabellen dagegen in derselben Rubrik der Procentgehalt an festen Bestandtheilen nur durch eine Zahl angezeigt ist, da ist dieselbe aus einer Probe gewonnen, die der durch Eröffnung der Carotis erlangten Gesamtmenge Blut entnommen war. — Bemerkenswerth ist auch die Bestätigung dessen, dass das Blut jüngerer Thiere, der Kalber, weit diluirter war als das Blut älterer Geschöpfe, der vollkommen erwachsenen Hunde.

1) Der Gehalt an festen Bestandtheilen stellt sich bei dem Blute dieses

V. Experiment. Hund.

Arterienblut. % an festen Bestandth.	Venenblut. % an festen Bestandth.	Bemerkungen.
20,155	1 Port. — 21,607	Durch die Niere
	2 „ — 21,359	flossen
	3 „ — 21,246	500 C C.
	4 „ — 20,942	in
	5 „ — 20,629	30 Minuten.
	6 „ — 20,136	

Vergleichen wir die bis jetzt aufgeführten Zahlen, so ist das Erste, was in die Augen springt, der Verlust an Flüssigkeit, an verdunstbarer Masse, den das Blut während seines Durchganges durch die Niere erleidet. Diess relative Wachsen der Menge der festen Bestandtheile ist constant, wenn sich auch in dem Grade desselben Schwankungen zeigen, von 0,395—2,629%. Wir schliessen daraus, dass während des Laufes durch die Niere ein gewisses Quantum von Flüssigkeit durch die Gefässwandungen transsudirt ist, und zwar muss das Transsudat diluirter gewesen sein als das Blut selbst, damit Letzteres concentrirter werden konnte. Wir sind hiernach zu der Annahme berechtigt, dass die Poren der Gefässwandungen, welche die Flüssigkeit passiren musste, so construirt sind, dass sie nur einer diluirten Eiweisslösung den Durchtritt gestatten, concentrirtere Flüssigkeiten zurückweisen. Aehnliche Resultate haben Valentin ¹⁾ und

Thieres deshalb so ausserordentlich gering heraus, weil dasselbe wenige Tage zuvor in Folge einer an ihm vorgenommenen Operation bis zu äusserster, ohnmachtartiger Erschöpfung Blut. verloren hatte, und der Verlust an Albuminaten seitdem noch nicht ersetzt worden war.

1) Valentin, Lehrbuch der Physiol., I. Bd., 68.

W. Schmidt ¹⁾ erzielt bei Filtration von Eiweisslösungen durch thierische Membranen, indem sie ebenfalls die durchgegangene Flüssigkeit diluirter fanden als die aufgegossene. Diess ist auch der Befund, den schon Löbell bei seinem Versuche machte.

Sehen wir aber die vorstehenden Zahlen genauer an, so finden wir bald, dass diese Modification des Blutes durch die Transsudation nicht bleibend ist. Zunächst zeigt sich ganz constant, dass während der Dauer des Versuches die Wasserabnahme in dem aus der Nierenvene aufgefangenen Blute immer mehr sinkt, was sich in der Abnahme der Procentzahlen fester Bestandtheile ausspricht, so dass schliesslich der Concentrationsgrad des injicirten arteriellen Blutes nicht nur wiederum erreicht, sondern in einigen Fällen sogar überschritten wird, und die Procente fester Bestandtheile in dem Venenblute selbst geringer sind als die des Arterienblutes. Wie haben wir uns dieses Sinken des Wasserverlustes des Blutes zu erklären?

Es giebt hier, wenn wir auf die filtrirende Flüssigkeit, das Blut, allein Rücksicht nehmen, nur zwei Möglichkeiten: Entweder es wird die Filtration allmählig geringer, das Blut giebt durch die Gefässwände hindurch endlich Nichts mehr ab, und muss dann seine ursprüngliche Zusammensetzung beibehalten; oder die transsudirte Flüssigkeit wird bei längerer Fortsetzung des Versuches immer concentrirter, bis sie dem in die Arterie eingetriebenen Blute entspricht, mit andern Worten, bis Alles im Blute Gelöste transsudirt, so dass durch solche Abgabe wohl die Menge nicht aber die Qualität des durchgetriebenen Blutes sich ändern könnte. Der erste Fall kann aber nicht statuiert werden, was aus dem weitem Verlauf unserer Betrachtungen hervorgehen wird. Der zweite Fall dagegen ist nicht allein möglich, sondern kommt hier wirklich zur Beobachtung, was ich

1) W. Schmidt, Poggendorfs Annalen, 99 Bd., 337.

indessen erst unten bei der Besprechung der filtrirten Flüssigkeit näher erörtern werde.

Es bleibt daher hier nur das Phänomen zu besprechen, dass schliesslich das Venenblut sogar diluirter werden kann, als das injicirte Arterienblut. Vielleicht genügt zur Erklärung dieses Verhältnisses folgende Betrachtung.

Es ist unmöglich nicht anzunehmen, dass bei dem fortwährenden Durchtritt von Flüssigkeit durch die Nierengefässwandungen die Niere selbst mit der Zeit von derselben imprägnirt wird. Die beträchtliche Volumzunahme, welche die Nieren in allen meinen Versuchen darboten, war einestheils gewiss dem congestiven Zustand der Blutgefässe, anderentheils aber sicherlich auch der Transsudation zuzuschreiben. Letztere muss so lange vor sich gehen, bis der Druck ausserhalb und innerhalb der Blutgefässe gleich geworden ist. Der Druck, den die Flüssigkeit ausserhalb der Gefässe erleidet, wird dieselbe nach allen Seiten hin zu entfernen streben. Am leichtesten geschieht das natürlich nach der Seite hin, die den geringsten Gegendruck leistet, und das sind die Harncanälchen. Setzen wir nun aber den Fall, dass der Druck innerhalb der Blutgefässe wieder abnimmt, während der Druck, unter dem das Filtrat steht, derselbe bleibt, so muss wiederum Flüssigkeit aus der Nierensubstanz in die Nierengefässe zurückkehren; das in denselben strömende Blut erhält hiemit einen Theil der verlorenen Flüssigkeit wieder, und kann auf solche Weise endlich diluirter werden, als es Anfangs war. Eine solche Druckverminderung innerhalb der Blutgefässe trat aber bei meinen Versuchen in der That gewöhnlich ein. Denn der Druck in dem Apparate muss bei gleichbleibender Stellung der Schaafe D und des Hebers f deshalb immer abnehmen, weil die Oberfläche des Quecksilbers, das in dem Gefässe auf das Blut drückt, fortwährend steigt,

die drückende Quecksilbersäule in der Röhre a eben darauf immer kürzer wird.

Zur Begründung der so oben ausgesprochenen Vermuthung, dass die Nierensubstanz allmählig von dem Transsudate imprägnirt werde, habe ich die Niere vor und nach dem Versuche einer Prüfung auf das Verhältniss der festen und flüssigen Bestandtheile unterworfen. Der, wie ich schon oben bemerkte, durch den Versuch bedingten, ganz constanten Zunahme an Volumen und absolutem Gewicht der benutzten Niere, entsprach stets eine relative Verminderung der festen Substanz. Beispielsweise seien folgende Zahlen hier genannt:

Frische Niere.			Gebrauchte Niere.	
<i>N</i>	Absolut. Gew.	% an festen Best.	Absolut. Gew.	% an festen Best.
Kalb	1. 58 grm.	20,120	86 grm.	18,070
	2. 63 „	22,865	88 „	21,096
Hund	3. 49 „	24,328	58 „	21,541
	4. 60 „	26,307	72 „	23,065

Es musste also während des Versuchs die Niere eine gewisse Quantität an wässrigen Bestandtheilen aufgenommen haben. Um aber ein bestimmtes Verhältniss zwischen der Zunahme des absoluten Gewichtes und der Abnahme der festen Substanzen zu bestimmen, ist die Zahl der vorliegenden Erfahrungen wohl zu gering, da die Ausdehnbarkeit der Nierensubstanz und besonders der Nierenkapsel ohne Zweifel bedeutenden Schwankungen unterliegt, worauf auch der Unterschied zwischen den Nieren der Hunde und Kalber zu beziehen ist, da jene bei dem Versuch nur um $\frac{1}{3}$, diese dagegen um fast $\frac{1}{3}$ des Gewichtes zugenommen hatten. Es ist leicht einzusehen, wie diese Verhältnisse in hohem Grade bestimmend auf die Quan-

tität der in dem Nierengewebe sich anhäufenden Flüssigkeit einwirken müssen.

Was nun den Grad des anfänglichen Wasserverlustes betrifft, so scheint derselbe wenigstens theilweise von der Schnelligkeit des Blutstromes in der Niere abzuhängen, und zwar so, dass er reichlicher wird bei Verlangsamung des Stromes d. h. bei längerem Verweilen des Blutes in der Niere. Ein Blick auf die oben mitgetheilten Tabellen lehrt, dass der geringeren Stromgeschwindigkeit stets die bedeutendere Veränderung des Blutes, ein grösserer Gehalt an festen Bestandtheilen correspondirt. Ein Gleiches werden später noch anzuführende Zahlenreihen ergeben. Es ist ja auch ganz verständlich, dass die Menge des Transsudates bei gleichbleibendem Druck mit der Dauer des letzteren wächst, und dass wegen der im Verhältniss zum Blut diluirteren Beschaffenheit des Transsudates das aus der Nierenvene herausfliessende Blut desto mehr an Concentration gewinnt. Doch sind wohl auch noch andere Einflüsse hierbei mitwirkend, namentlich solche, die den in der Niere stattfindenden Druck modificiren. Dergleichen Aenderungen in dem Blutdruck ergeben sich bei meinen Versuchen fast ganz regelmässig aus den am Anfange jedes Experimentes bemerkbaren bedeutenden Schwankungen der Quecksilbersäule des Hämodynamometers, die in abwechselndem Steigen und Fallen bis 16 Mm. und darüber betragen. Mit diesen Schwankungen der Quecksilbersäule treffen ziemlich auffallende Unterschiede in den Ausflussgeschwindigkeiten aus der Nierenvene zusammen, die bei Fortsetzung des Versuches zugleich mit den Schwankungen schwinden, wenn nicht etwa andere, neu auftretende Ursachen, z. B. Lagenänderung in der Vene und der zugehörigen Canäle Stauung hervorrufen. Diese im Anfange der Versuche ziemlich constant beobachteten Schwankungen des Blutdruckes in der benutzten Niere kann ich, da alle an-

deren Verhältnisse hierbei gleich blieben, nicht anders als auf von den Gefässbahnen selbst ausgehende wechselnde Widerstände beziehen. Hierbei wäre zunächst allerdings an die Elasticität der Gefässwandungen zu denken; doch ist mit der Wirklichkeit dieser Ursache die Unregelmässigkeit der Schwankungen nicht wohl vereinbar. Die Elasticität konnte bei dem nur einmal beim ersten Eindringen des Blutes in die Gefässe ausgeübten Stosse auch nur so wirken, dass einige regelmässig an Stärke abnehmende Oscillationen der Quecksilbersäule erfolgten, worauf, wenn Elasticität und Druck sich gegenseitig ausgeglichen hatten, Alles in Ruhe bleiben musste. Gerade der Umstand, dass hier die Schwankungen bald grösser, bald kleiner, und wiederum grösser werden, dass auch die Intervalle zwischen denselben ganz ungleiche Dauer besitzen, zwingt dazu an einen noch vorhandenen Rest von lebendiger Contractilität zu denken, und zwar nicht im Stamme der Arterie und den ersten grössern Nebenästen, sondern auch in den feinem Verzweigungen, da diese letzteren gerade in der Niere sich durch die Mächtigkeit ihrer Muskelschicht auszeichnen. Auf solch einen Rest von Leben deutet wohl auch noch ein anderes in den ersten Stadien bei diesen Versuchen beobachtetes Phänomen. Ein Paar Mal nämlich zeigte das defibrinirte in die Niere eingetriebene Blut, nachdem es dieses Organ passirt hatte nach kurzer Zeit aufs Neue Fibringerinnsel. Nach den neuesten von A. Schmidt ¹⁾ veröffentlichten Arbeiten über das Fibrin und seine Gerinnung lässt sich diese auch von andern Beobachtern schon gefundene Erscheinung wohl so auffassen, dass das defibrinirte Blut, welches noch fibrinoplastische Substanz enthält, aus dem Nierengewebe fibrinogene Materie aufnimmt, aus der

1) A. Schmidt, Ueber den Faserstoff und die Ursache seiner Gerinnung in Reichert's und Dubois's Archiv 1861, Heft V und VI.

Vereinigung welcher beiden dann wiederum Faserstoffgerinnsel entstehen. Da diese Erscheinung aber nicht eintrat, wenn zwischen dem Tode des Thieres und der Benutzung der Niere desselben längere Zeit verstrichen war, so muss die Anwesenheit fibrinogener Substanz in der Niere als ein Zeichen fortwirkender Lebensvorgänge angesehen werden.

Durch die oben genannten der lebendigen Contractilität zuzuschreibenden Phänomene kam ich auf den Gedanken, ob nicht auch ein auf die Niere applicirter galvanischer Strom Einfluss auf die Veränderungen haben könnte, die das Blut bei dem Durchgange durch die Niere erleidet. Es ist ja ersichtlich, dass die Geschwindigkeit des Blutstromes modificirt werden musste, sobald eine Zusammenziehung der Gefässwänden durch den galvanischen Reiz sich herbeiführen liess, und dass eben damit auch eine Aenderung der Druckverhältnisse erwartet werden konnte; es liess sich aber in Folge derselben Zusammenziehung auch eine Verdichtung der Gefässwände, eine Aenderung ihrer Permeabilität voraussetzen, die auf die Beschaffenheit des aus der Niere zurückkehrenden Blutes nicht ohne Einfluss bleiben konnte.

Ich machte daher ein Paar hierauf zielende Versuche. An die Electroden eines Dubois'schen Schlittenapparates, der durch ein Grovesches Element in Gang gesetzt werden konnte, wurden ein Paar Staniolplättchen befestigt, welche auf die beiden Flächen einer Niere zu liegen kamen, die mit dem Druckapparate in Verbindung gesetzt wurde. Nachdem zuerst, wie gewöhnlich, ein Paar Proben des durchzutreibenden arteriellen Blutes genommen, und ebenso ein Paar Ballons zurückkehrenden venösen Blutes aufgefangen waren, wurde die Niere in den inducirten Strom geschlossen, und von dem während fortgesetzten Reizung aus der Vene ausfliessenden Blute weitere Proben untersucht.

VI. Experiment. Hund.

Arterienblut.	Venenblut.	Bemerkungen.
17,428	1 Port. — 18,491	} Vor dem Eintritt der galvan. Reizung.
16,399	2 „ — 17,361	
Mittel: 16,913	3 „ — 18,578	} Während fortgesetzter Reizung.
	4 „ — 18,055	
	5 „ — 18,168	
	6 „ — 17,590	

VII. Experiment. Hund.

20,256	1 Port. — 20,871	} Vor der Reizung.
18,941	2 „ — 19,643	
Mittel: 19,598	3 „ — 20,096	} Während d. Reizung.
	4 „ — 20,207	
	5 „ — 19,915	
	6 „ — 19,918	
	7 „ — 19,148	

VIII. Experiment. Kalb.

19,467	1 Port. — 20,923	} Vor der Reizung.
19,174	2 „ — 19,330	
Mittel: 19,320	3 „ — 19,840	} Während d. Reizung.
	4 „ — 19,501	
	5 „ — 19,415	
	6 „ — 18,407	

Es geht aus diesen Zahlen mit Entschiedenheit hervor, dass der galvanische Strom Einfluss hat auf die Veränderung des Blutes in der Niere. In allen drei Versuchen zeigt sich mit dem Beginn des Stromes eine Zunahme in den Procenten der

festen Bestandtheile des aus der Nierenvene fließenden Blutes, ja in dem ersten Experiment übersteigt diese Zunahme selbst die anfängliche Concentration des Venenblutes. Aber auch hier zeigt sich bei Fortsetzung des Versuches, trotz anhaltender galvanischer Reizung, doch eine allmälige Abnahme der festen Bestandtheile und eine Annäherung an die ursprüngliche Zusammensetzung des arteriellen Blutes. Indessen wird diese Rückkehr, die wir schon oben auch ohne Reizung beobachtet haben, jedenfalls verlangsamt, und da wir sehen, dass mit dem Aufhören der galvanischen Reizung auch ein sofortiges Sinken in der Masse der festen Bestandtheile eintritt, so müssen diese Veränderungen ohne allen Zweifel dem Einflusse der Reizung zugeschrieben werden.

Diese Wirkung lässt annehmen, dass die Poren der Nierengefäße eine Veränderung erfahren haben. Die Zunahme des Blutes nämlich an festen Bestandtheilen geschieht, da ein Hinzukommen derselben von aussen her nicht wohl denkbar ist, dadurch, dass Wasser verschwindet, oder dass relativ mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile durch die Gefäßwand transsudirten; und diess könnte dann so erklärt werden, dass durch Poren, die in Folge der galvanischen Reizung verengert sind, eine concentrirtere Flüssigkeit wegen der verstärkten Adhäsion am weitem Durchtritt gehindert wird, während eine diluirtere noch zu passiren vermag. Es scheint mir, dass das Steigen des Wassergehaltes im Blute sofort mit Aufhören des reizenden Stromes nicht wenig für diese Erklärung spricht, da mit dem Nachlass der durch die Reizung bewirkten Contraction sogleich eine Relaxation und eine Erweiterung der Poren eintreten muss, deren Resultat ein Transsudat von grösserer Concentration, und eine geringere Alteration der Zusammensetzung des injicirten Blutes sein wird. Ob dieser Einfluss des galvanischen Stromes direct auf die Nierensubstanz, oder auf die Muskulatur ihrer Ge-

fäße ausgeübt, oder durch die Nierennerven vermittelt werde, bleibt vorläufig unentschieden. Indessen dürfte an der Niere eines Säugethieres, bei welchem die Reizbarkeit der Nerven bekanntlich so rasch erlischt, in einem ein Paar Stunden nach dem Tode fortgesetzten Experiment auf eine lebendige Action der Nerven schwerlich zu rechnen sein.

Schon oben habe ich erwähnt, dass bei allen meinen Versuchen das aus der Nierenvene zurückkehrende Blut in auffallender Weise dunkler roth war, als das in die Nierenarterie eintretende, und der Einfluss des Capillarkreislaufes auf die Blutfarbe dürfte sich kaum anschaulicher demonstrieren lassen als durch einen in der beschriebenen Weise an der Niere angestellten Versuch. Mit Rücksicht auf die bekannten Versuche Bernard's ¹⁾ über die Farbenveränderung des Drüsenvenenblutes, je nachdem das secernirende Organ ruht, oder durch Nervenreiz zur Thätigkeit angeregt wird, habe ich darauf geachtet, ob nicht auch in meinen Versuchen bei Reizung der Niere vielleicht ein Unterschied in dieser Beziehung sich herausstellen würde; doch hat sich mir hierbei ein entschiedenes Resultat nicht ergeben. Nur in dem Experiment VII zeigte sich allerdings die 3te, 4te und 5te Portion des Venen-Blutes, deren Auffangen mit dem Eintritt der galvanischen Reizung begann, von hellrothen Streifen durchzogen, während die vor der Reizung wie auch nach Aufhören derselben aufgefangenen Blutquantitäten die gewöhnliche gleichmässig dunkel rothe Farbe darboten. Da indessen die übrigen Versuche, in denen hierauf geachtet wurde, nichts Aehnliches zeigten, so werden wohl auch in diesem einen Falle andere Verhältnisse, als die galvanische Reizung den bezeichneten Erfolg zu Wege gebracht haben. Vielleicht hatte gerade in diesen Fällen der Sauerstoff der Luft

1) Bernard, in Reichert's und Dubois's Archiv, 1860.

in dem zum Auffangen des Bluts bestimmten Ballon in besonders günstiger Weise einwirken können.

Schon mehrfach ist in der bisherigen Auseinandersetzung meiner Versuche von der Transsudation die Rede gewesen, und es ist namentlich aus den Veränderungen, welche das durch die Niere getriebene Blut erleidet, die Anwesenheit und die Beschaffenheit eines Transsudates in dem Nierengewebe erschlossen worden. Sein Vorhandensein liess sich besonders aus der Gewichtszunahme und Dichtigkeitsabnahme der Niere, seine unter die Dichtigkeit des Blutes herabsinkende Concentration aus der Concentrationszunahme des letzteren entnehmen.

Schon oben hatte ich Gelegenheit zu bemerken, dass dieses in das Nierenparenchym hinein gesetzte Transsudat unter dem Einflusse des Druckes, der von aussen her die Drüse trifft, dahin ausweichen muss, wo der geringste Widerstand sich findet, das ist nach den Secretionscanälen hin. Es werden diese daher theils direct von den in sie hineinragenden Glomerulis aus, theils auch indirect aus dem die Harncanälchen umspülenden Transsudat ihren Inhalt beziehen. Der für den letztern Fall namentlich erforderliche Druck mag theils schon von dem äussern Ueberzug der Niere, noch mehr aber von dem Druck der umgebenden von den Respirationsbewegungen beeinflussten Unterleibsorgane ausgehen. In meinen Experimenten fiel dieser Druck ganz fort, und hiervon allein kann ich die Erklärung dafür herleiten, dass das Produkt, das ich aus den Harncanälen, resp. dem Ureter auffing, in so geringen Quantitäten auftrat, ja nicht selten durchaus fehlte. Ich habe in dieser Beziehung bei meinen wiederholten Experimenten nie ein so bedeutendes Quantum erhalten, wie es Locbell bei seinem einzigen Versuch fand. Während dieser Beobachter aus einer Schweinsniere, während in $1\frac{1}{2}$ Stunden nur 286 grm. Blut aus der Nierenvene

geflossen waren, 7,681 grmm Filtrat aus dem Ureter erhielt, eine Quantität, die freilich nach den vorläufigen Berechnungen, die ich oben mitgetheilt habe, ganz enorm erscheint, war die grösste Menge, die ich aus dem Ureter auffangen konnte, nur 2,896 grmm bei dem Experiment VI, bei welchem innerhalb einer Stunde 500 C. Cm. Blut durch die Niere getrieben worden waren. Alle andere Versuche haben noch weit niedrigere Resultate geliefert, nämlich:

- 1,081 grm. aus 500 C. Cm. Blut in $\frac{1}{2}$ Stunde, v. Exp. X.
- 0,290 grm. aus 500 C. Cm. Blut in 2 Stunden, v. Exp. VII.
- 0,429 grm. aus 500 C. Cm. Blut in 30 Minuten, v. Exp. V.

Die eben genannten vier Mengen von Transsudat sind die einzigen aus der ganzen Reihe meiner Versuche gewonnenen, die ich benutzen kann. Es mussten nämlich aus dieser Reihe diejenigen Mengen gestrichen werden, die ich von Kalbern erhalten hatte. Regelmässig war nämlich hier das aus dem Ureter abfließende Fluidum mehr oder weniger stark mit Blut durchmischt, und konnte daher nicht dazu gebraucht werden, um aus seiner Zusammensetzung weitere Schlüsse zu ziehen. Wahrscheinlich haben bei jüngern Geschöpfen die Wandungen der Capillaren noch nicht die gehörige Resistenz erlangt, um dem von mir angewandten doch etwas erhöhten Blutdruck den nöthigen Widerstand leisten zu können. An den Glomerulis reissen ohne Zweifel einzelne Gefässschlingen, und im Ureter erscheint demgemäss Blut. In dieser Auffassung wurde ich dadurch bestärkt, dass der einzige junge Hund, den ich unter die Hände bekam, dasselbe Resultat lieferte, während die übrigen von mir benutzten völlig ausgewachsenen Thiere, wenn überhaupt, nur ein klares Filtrat zu Tage förderten. In einigen Experimenten floss aber freilich aus der in den Ureter eingebundenen Röhre auch nicht ein Tropfen heraus.

Dieses letztere ist ein Phänomen, von dem ich mir keine

Rechenschaft geben kann. Alle Bedingungen, so weit man sie übersehen konnte, waren auch in diesen Experimenten dieselben, wie in den übrigen Versuchen; die Resultate, so weit sie die Veränderungen des Blutes betrafen, stimmten mit den sonst gefundenen ganz überein; es musste auch hier ein Austritt von Flüssigkeit durch die Wandung der Blutgefäße stattgefunden haben, und doch kam durchaus Nichts von derselben durch den Ureter zum Vorschein. Sollte in dem einen Falle die Nierensubstanz wegen lockereren Gefüges mehr Flüssigkeit haben aufnehmen und beherbergen können, als in dem andern, wo sie bereits früher genöthigt war das Transsudat wieder abzugeben? Es scheinen die Zahlen für die Gewichtszunahme der Niere während des Experimentes allerdings dafür zu sprechen.

Exp.	Gewicht der frischen Nieren.	Gewicht der gebrauchten Niere.	Procentische Gewichtszunahme.	Transsudat.
III	60 grm.	83 grm.	38	Keins
IX	62 „	87 1/2 „	41	„
IV	71 „	97 1/2 „	37	„
VI	49 „	58 „	18	2,896 grm.
VII	60 „	72 „	20	0,290 „
V	64 „	72 „	12	0,429 „
X	74 1/2 „	86 „	15	1,081 „

Die Gewichtszunahme derjenigen Nieren, die aus dem Ureter Nichts lieferten, ist also ungleich grösser als bei den andern, die ein Filtrationsproduct ergeben hatten, was doch nur durch eingedrungene und transsudirte Flüssigkeit bedingt sein konnte, deren Abfluss in die Harncanälchen nicht erfolgte. Ein genaueres Verhältniss zwischen der Gewichtszunahme der Niere und der Menge des aufgefangenen Transsudates hat sich freilich

nicht herausgestellt, namentlich nicht, wie vermuthet werden konnte, ein umgekehrtes Verhältniss zwischen den beiden fraglichen Grössen.

Gehen wir endlich zur nähern Besprechung des aus dem Ureter gewonnenen Productes oder Filtrates selbst über, so sehen wir erstens, wie schon gesagt, dass seine Menge keine Function der absoluten durch die Niere getriebenen Blutquantität ist; ebensowenig correspondirt sie mit der Schnelligkeit des Blutstromes durch die Niere, die nach der Ausflussgeschwindigkeit aus der Nierenvene taxirt werden konnte; auch die Länge der Zeit, die erforderlich war, um die ganze in dem Apparat enthaltene Blutmenge durch die Niere zu treiben, die Länge der Zeit also, während welcher die Capillarwände den Druck des Blutes auszuhalten hatten, scheint auf die Menge des in die Harncanälchen übertretenden Transsudates ohne Einfluss zu sein. Es sind das Alles Erfahrungen, die mit den an einfachen Häuten gewonnenen Filtrationsresultaten nicht übereinstimmen, und in unabweislicher Weise darthun, dass in der Niere noch andere den Durchtritt der Flüssigkeit bestimmende Verhältnisse vorhanden sein müssen, deren Wesen und Einfluss wir noch nicht ermessen können. Für die Wirksamkeit desselben liegt der augenscheinliche Beweis auch in der Art, wie das Analogon des Nierensecretes, die aus dem Ureter heraustretende Flüssigkeit, zum Vorschein kommt.

Zuerst ist in dieser Beziehung zu bemerken, dass in keinem meiner Versuche diese Absonderung sofort mit dem beginnenden Durchgang des Blutes durch die Niere sich einstellte. Sie begann vielmehr gewöhnlich erst bei dem Auffangen der dritten Portion des Venenblutes, also nachdem bereits 120 bis 150 grm. Blut durch die Niere getrieben waren, und das Volumen derselben, somit auch die Spannung und der Druck in

dem ganzen Organ, einen gewissen Grad erreicht haben musste. Wenn diess nach dem oben Bemerkten ganz verständlich war, so war um so auffallender, dass bei dem tropfenweise hervortretenden Filtrat die Tropfen einander nicht in gleichmässigen Intervallen folgten, sondern bald langsamer, bald schneller; auch traten längere Pausen in dem Ausfluss ein, denen plötzlich eine raschere Reihenfolge von Tropfen sich anschloss, wie wenn ein Hinderniss erst hätte überwunden werden müssen. Und doch ist ein solches nicht nachweisbar, und die Bedingungen der Filtration, die sich übersehen liessen, blieben continuirlich dieselben. In der That bleibt auch hier zur Erklärung kaum etwas Anderes übrig als die schon zur Erklärung einiger Verschiedenheiten des Venenblutes gemachte und wohl nicht unbegründete Annahme, dass Aenderungen in gewissen Gewebselementen der Nieren, namentlich in Folge eines Restes lebendiger Contractilität in den muskulösen Wandelementen der Gefässe, vielleicht auch der Harncanälchen, — Aenderungen in den Poren, Schwankungen der Permeabilität, zur Folge haben.

Was die Beschaffenheit des aus dem Ureter austretenden Filtrates betrifft, so ist sein Aussehen farblos, oder mit einem unbedeutenden Stich ins Gelbliche; es ist nicht ganz hell und durchsichtig, sondern opalisirend, wie fast alle Transsudate, was von spärlich beigemischten Epithelialzellen der Harncanälchen herrührte. Ich liess mir natürlich vor allen Dingen angelegen sein, zu untersuchen, ob etwa spezifische Harnbestandtheile darin entdeckt werden könnten. Zu dem Zwecke habe ich jedes Mal mit freundlicher Unterstützung des Herrn Prof. Schmidt und unter seiner beständigen Controle den Nachweis von Harnstoff (beim Hunde) oder von Hippursäure (beim Kalbe) zu fuhren versucht, jedoch immer mit negativem Resultate¹⁾.

1) Zum Nachweis von Harnstoff wurde die betreffende Flüssigkeit mit Al-

Nie habe ich auch nur die geringste Spur einer oder der andern dieser Substanzen finden können.

Man könnte hierbei sich zu der Annahme versucht fühlen, dass der Harnstoff auf irgend eine Weise am Transsudiren gehindert ward. Indessen ist hierbei nicht ausser Acht zu lassen, in wie äusserst geringen Quantitäten dieses Zersetzungsproduct im Blute vorhanden ist, oder vielmehr wie geringe Quantitäten von ihm sich nachweisen lassen, und wie klein in meinen Versuchen die durch die Niere getriebene Blutquantität war, im Verhältniss zu der Masse, welche im lebenden Organismus die Niere durchströmt. Picard¹⁾, dem wir die neuesten Untersuchungen über den Harnstoffgehalt des normalen Blutes verdanken, fand beim Hunde in dem Blute der Nierenarterie 0,02 p. m. Harnstoff; in der von mir gewöhnlich durch die Niere getriebenen Blutmenge von 500 CC. konnten also nur 0,01 grm. Harnstoff enthalten sein. Bedenken wir ferner, dass auch in der lebenden Niere nicht aller im Blute vorhandene Harnstoff ausgeschieden wird, sondern dass er in dem Nierenvenenblute sich ebenso nachweisen lässt wie im Arterienblute, so ist auch verständlich, wie der im vorliegenden Filtrate vielleicht doch vorhandene Harnstoff sich wegen seiner minimen Quantität der Untersuchung entziehen konnte.

Um übrigens zu beweisen, dass in meinen Experimenten der Harnstoff nicht durch irgend welche besondere Umstände

kohol behandelt, um das darin enthaltene Eiweiss zur Gerinnung zu bringen, darauf filtrirt, das Filtrat auf einem Uhrglase der Verdunstung über Schwefelsäure überlassen, und nach dem Eintrocknen unter dem Microscope untersucht.

Zur Darstellung von Hippursäure wurde das Transsudat mit Schwefeläther durchgeschüttelt, die über dem wässrigen Theile der Flüssigkeit nach einiger Zeit abgestandene Aetherschicht mit der Pipette abgehoben, auf ein Uhrglas gebracht, und dieses ebenso behandelt wie beim Verfahren zur Auffindung von Harnstoff.

1) Picard, De la présence de l'urée dans le sang. Thèse. Strasbourg. 1856. pg. 24 ff.

daran gehindert gewesen sei, in dem Filtrate zu erscheinen, richtete ich ein Paar Versuche so ein, dass, sofern überhaupt ein solcher Durchtritt Statt findet, die Quantität des Harnstoffes eine zum Nachweise genügend grosse sein musste. Ich mischte nämlich zu dem Blute, das die Niere passiren sollte, eine gewisse Portion Harnstofflösung. Die zwei in dieser Weise angestellten Versuche sind im Folgenden aufgeführt, wobei zur Vervollständigung der oben gemachten Angaben über die Blutveränderungen, die hier gewonnenen Reihen des austretenden Venenblutes auch vollständig hinzugefügt werden.

IX. Experiment. Hund.

Concentration		Abfluss aus dem Ureter.
des Arterienblutes.	des Venenblutes.	
(Nach Zumischung von 10 CC. einer Harnstofflösung von 1 grm. auf 100 CC. Wasser; also 0,1 grm. Harnstoff auf c. 500 CC. Blut:)	1 Port. — 22,159	0
	2 „ — 22,204	
	3 „ — 21,983	
	4 „ — 21,758	
	5 „ — 21,546	
	6 „ — 20,981	
21,263		

X. Experiment. Hund.

(Harnstoffzumischung ebenso wie im vorigen Falle.)	1 Port. — 23,319	1,081 grm.
	2 „ — 23,217	
	3 „ — 23,475	
	4 „ — 22,999	
	5 „ — 23,262	
	6 „ — 23,044	
	7 „ — 22,103	
22,263		

Die vorstehenden Reihen der Gewichtsprocente fester Substanz aus dem Venenblut sind nicht ganz so regelmässig, wie die oben angeführten, doch tritt auch hier der Wasserverlust, den das Blut beim Durchgange durch die Niere erleidet, und die mit der Zeit erfolgende Abnahme desselben deutlich genug hervor. — Doch ist das in diesen beiden Experimenten nur von untergeordneter Bedeutung; es kommt hier auf etwas ganz Anderes an. Das Experiment IX lieferte kein Filtrat aus dem Ureter, für welche Erscheinung die möglichen Gründe schon oben besprochen sind; die in diesem Experiment benutzte Niere ist in der vergleichenden Tabelle zwischen der Gewichtszunahme der Nieren und der Quantität der aus dem Ureter erhaltenen Flüssigkeiten als zweite aufgeführt, zeigte also unter allen Nieren, an denen experimentirt wurde, die grösste Gewichtszunahme. In dem zweiten Falle dagegen enthielt das aus dem Ureter abfliessende Fluidum eine ziemlich bedeutende Menge von Harnstoff. Der Beweis war somit geführt, dass der Harnstoff in der That durch die Blutgefässwandungen hindurch und in die Harncanälchen hincintreten konnte, und es war damit die oben ausgesprochene Vermuthung bekräftigt, dass nur die Geringfügigkeit seiner Menge in den verhältnissmässig kleinen Blutquantitäten, die bei den Versuchen zur Verwendung kamen, ihn in den Flüssigkeiten des Ureters auf ein der chemischen Prüfung sich entziehendes Quantum herabsetzte. Immerhin bleibt es aber ein Phänomen, für welches besondere Einrichtungen in der Niere, eine „specifische Belegung“ derselben, anzunehmen sind, dass gerade in diesem Organe der Harnstoff, der im Blute nur spurweise vorhanden ist, in so grosser Menge abgedondert wird, während er in andern Transsudaten allerdings auch vorhanden ist, aber in Quantitäten, die unter normalen Verhältnissen sich gewöhnlich der Wahrnehmung entziehen.

Ein zweiter bei dem fraglichen Ureterfiltrate bemerkenswerther Umstand ist der, dass es stets Eiweiss enthält. Es ist diess an und für sich nicht auffallend; Eiweiss findet sich ja in allen Transsudaten, und es ist bekannt, dass es durch jede todte thierische Membran mit Leichtigkeit filtrirt. Nur der Umstand, dass Eiweiss im normalen Harn nicht erscheint, macht seine Anwesenheit in dem bei meinen Versuchen gewonnenen Filtrate bemerkenswerth. Es drängt sich hierbei natürlich die Frage vor, was die Zurückhaltung der Albuminate in dem einen, ihren Durchtritt in dem andern Falle bedinge, ob das Eiweiss unter physiologischen Bedingungen die Wand der Nierengefässe wirklich nicht durchsetzt, oder ob es doch durchtritt und später wiederum regelmässig zum Verschwinden kommt. — Da eine entscheidende Antwort zur Zeit nicht zu geben ist, muss ich mich auf ein Paar Bemerkungen beschränken.

Obgleich die Idee, dass Albuminurie unzertrennlich sei von krankhaften Veränderungen der Epithelien der Harncanälchen, ihre Herrschaft schon eingebüsst hat, achtete ich doch darauf, ob etwa Abweichungen in dieser Beziehung bei meinen Versuchen sich herausstellen würden. Ich habe dazu wiederholtlich von den Versuchsthiere die eine ganz intact bleibende Niere eben so wie die andere zum Experiment benutzte der mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Ein Unterschied liess sich hierbei nicht auffinden, ausser dass letztere Niere weit saftreicher war. Namentlich zeigte die benutzte Niere in der Anordnung der Epithelien keine erheblichen Differenzen von der frischen Niere, und am allerwenigsten lag Grund vor an eine massenhafte Abstossung der Epithelien zu denken, wogegen übrigens auch schon die ziemlich klare Beschaffenheit des Filtrates sprach.

Ein anderer Umstand könnte aber für die Erklärung des Auftretens von Eiweiss mehr Bedeutung haben. Die Reaction des

Nieren-Filtrates war nämlich in allen meinen Versuchen alkalisch, und es sind in neuerer Zeit Erfahrungen gemacht worden, die zu der Annahme berechtigen, dass der sauern Reaction des Harnes für die Zurückhaltung des Eiweisses ein bedeutendes Gewicht zuzuschreiben sei¹⁾. Die Frage nach der Ursache des Eiweissgehaltes meiner Nierenfiltrate würde hienach zusammenfallen mit der Frage nach der sauern Beschaffenheit des normalen Nierensecretes. Zwar hat Donders²⁾ den Löbellschen Versuch in der Weise zu benutzen gesucht, dass er ihn als Beweis für die Vorstellung ansieht, nach welcher der Nerveneinfluss die Möglichkeit gewähre in der Niere aus dem alkalischen Blute eine saure Flüssigkeit auszuschcheiden. Allerdings sind der Löbellsche Versuch und die von mir angestellten Experimente „Filtrationsversuche ohne Nerveneinfluss“; aber das ist doch wohl nicht das Einzige, was hierbei in Betracht zu ziehen sein dürfte. Gewiss sind hier noch andere Momente von grösster Bedeutung, wie die Aufhebung des lebendigen Stoffwechsels in der aus dem natürlichen Verbands gelösten Niere, und die moleculären Veränderungen, die damit sicherlich Hand in Hand gehen. So lange wir nicht die Grenzen des Wirkungskreises jedes dieser Momente und ihr gegenseitiges Verhältniss genau bestimmt haben, dürfen wir nicht einseitig das eine oder das andere betonen. Auch hat ja v. Wittich³⁾ nach Durchschneidung der Nierenerven beim Hunde keine Albuminurie als Folge gesehen, was der gedachten Auffassung nicht gerade günstig sein kann.

Was nun die Quantität des in dem Filtrate vorfindlichen

1) Heynsius, Studien aus dem physiolog. Institut zu Amsterdam. Leipzig 1861.

2) Donders, Physiologie, II. Aufl. pg. 491.

3) Canstatt's Jahresbericht für 1861 pg. 134. Den Originalaufsatz konnte ich mir nicht verschaffen.

Eiweisses betrifft, so habe ich schon oben bei der Besprechung der Veränderungen, die das durch die Niere getriebene Blut erleidet, die Vermuthung ausgesprochen, dass die filtrirte Flüssigkeit den verschiedenen Zeiten der Versuchsdauer entsprechend, verschiedene Concentration besitzen werde. Da die Flüssigkeitsmengen, die ich aus dem Ureter erhielt, zu klein waren, um den auf einander folgenden Stadien eines Versuchs entsprechend mehrere quantitative Untersuchungen anstellen zu können, so versuche ich auf andere Weise jene Vermuthung zu begründen: Aus dreien Versuchen ergaben die quantitativen Eiweissbestimmungen Folgendes:

Menge des Filtrates.	Eiweissprocente.	Durchgetriebene Blutmenge.	Dauer des Versuchs.
1,081 grm.	0,6470	500 C. Cm.	½ Stunde Exp. X.
2,896 „	1,7361	500 „ „	1 „ „ VI.
0,290 „	4,6316	500 „ „	2 „ „ VII.

Erstlich geht aus diesen Zahlen hervor, dass unser Filtrat ärmer an Eiweiss ist, als das Blutserum, was einerseits mit den Resultaten anderer Filtrationsversuche, andererseits mit der Aenderung der aufgegossenen Flüssigkeit, hier des Blutes, übereinstimmt. Dann scheint aber das Maass des durchgetretenen Eiweisses zur Dauer des Versuches in Beziehung zu stehen. Wir schlossen früher auf die Wahrscheinlichkeit einer mit der Länge der Zeit Hand in Hand gehenden Zunahme der Eiweissfiltration, und finden dieselbe hier bestätigt, so dass der Dichtigkeitsunterschied beider Flüssigkeiten, der aufgegossenen (Blut) und der durchgegangenen (Nierenfiltrat) mit der Zeitdauer des Versuches geringer wird. Ganz kann dieser Unterschied natürlich nie ausgeglichen werden, da das Blut nicht allein gelöste, sondern auch bloß suspendirte feste Bestandtheile besitzt, die der Filtration

nicht unterliegen. Vielleicht ist auch, da ich stets nur an Nieren so eben erst getödteter Thiere gearbeitet habe, mindestens im Beginn eines jeden Experimentes auch noch ein Rest von der Summe unbekannter Bedingungen in Wirksamkeit gewesen, welche während des Lebens den Durchtritt von Eiweiss hindern und somit auch die geringere Concentration der in den ersten Perioden durchgegangenen Eiweisslösung vermitteln konnten.

Soll ich in wenige Worte das zusammenfassen, was meine im Vorstehenden auseinandergesetzten Versuche über die Nierenfunction mich gelehrt haben, so ist es die Ueberzeugung, dass die Filtrationstheorie der Harnsecretion der Summe eigenthümlicher, wenn auch nicht näher anzugebender Bedingungen, welche der lebendige Zustand des Organes mit sich führt, nicht entbehren kann.

Zum Schluss sei mir noch eine historische Bemerkung erlaubt. Goltz ¹⁾ hat in neuerer Zeit Versuche vorgeschlagen, die ebenfalls den Einfluss des Nervensystems auf vegetative Vorgänge beweisen sollen. Es sollen die Blutgefäße einer aus einem frischgetödteten Thiere ausgeschnittenen Niere an die Art. Carotis und Vena jugularis eines andern lebenden Thieres befestigt werden, um so viel als möglich normale Kreislaufsbedingungen herzustellen. Die Sache stelle sich, wie Goltz vorschlägt, noch einfacher, wenn nur ein Thier benutzt werde, so dass die eine Niere desselben nur eine andere Stelle im Kreislaufe bekäme, oder am einfachsten endlich, wenn die aus ihren normalen Verbindungen gelöste Niere wiederum an ihre alte Stelle gebracht, und ihre Vereinigung mit den bezüglichen durchschnittenen Gefäßstämmen wieder hergestellt würde. Die Versuche, die Goltz,

1) Virchow's Arch. Bd. XXIII 1862, pag. 451. Die Originalquelle in dem amtlichen Bericht der 35. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, Königsberg 1861, konnte ich mir nicht verschaffen.

von diesen Grundsätzen ausgehend, angestellt hat, sind jedoch an Kaninchen nicht gelungen.

Ich muss nun bemerken, dass Goltz nicht der Erste gewesen ist, der auf solche Art experimentirte, wie jene Notiz in Virchow's Archiv anzunehmen scheint. Schon Brachet¹⁾ durchschnitt die Nierenarterie mit dem Nervengeflecht, und vereinigte die durchschnittenen Gefässenden wiederum durch eine eingefügte Cantüle. Auch Loebell²⁾ sagt: „Pluries experimenta fecimus, ut viventis canis sanguinem per renem ex corpore alius animalis sumptum duceremus, carotidem communem et venam jugularem externam libere praeparatas et cum illa arteriam renalem, cum hac venam renalem conjungentes.“

Der Gedanke zu diesem Versuche ist ohne Zweifel ein sehr glücklicher zu nennen; leider scheinen aber seiner Ausführung unüberwindliche Hindernisse entgegen zu stehen, namentlich durch die sofort eintretende Gerinnung des Blutes innerhalb der Cantüle, die zur Vereinigung der an der Niere hängen gebliebenen Arterie mit der Carotis erforderlich ist. Loebell ist daran gescheitert, und mir ist es, da ich trotz dieses ungünstigen Erfolges mir nicht versagen konnte diese Versuche zu wiederholen, schliesslich eben so gegangen, obgleich ich die verbindende Cantüle so kurz und weit als möglich sein liess, und von so dünnen Wandungen, dass die Unregelmässigkeit im Gefässrohr möglichst beschränkt wurde. Ich habe drei solcher Versuche an grossen Hunden gemacht, bei denen die centrale Seite einer Carotis mit der Arterie der ausgeschnittenen Niere in Verbindung gesetzt wurde. In Bezug auf die Nierenvene wich ich von meinen Vorgängern in sofern ab, als ich dieselbe nicht mit der V. jugularis des lebenden Thieres in Ver-

1) a. a. O. pg. 279.

2) a. a. O. pg. 36.

bindung setzte, sondern an eine Cantüle band, die in ein zum Auffangen des Blutes bestimmtes Gefäss führte, wodurch ich in den Stand gesetzt war den Fortgang der Circulation zu controliren. Nur in einem dieser Versuche habe ich drei Minuten lang einen freien Strom durch die Niere beobachtet. Das in die Niere eintretende Blut der Carotis enthielt hier 20,554% feste Bestandtheile, während das aus der Nierenvene hervortretende dunkle venöse Blut 21,078% feste Bestandtheile lieferte. Der Wasserverlust während des Durchganges des Blutes durch die Niere war also auch hier constatirt. Leider aber ist es mir eben so wenig in diesem wie in den andern beiden in gleicher Weise eingeleiteten Versuchen gelungen auch nur einen Tropfen Filtrat aus dem Ureter zu bekommen, um dessen Gehalt an Eiweiss und Uraten zu prüfen. Möchte es bald gelingen diess Experiment mit gutem Erfolge zu wiederholen, denn mehrere der im Vorhergehenden unbeantwortet gebliebenen Fragen würden dadurch ihre Erledigung finden.

Theses.

Nego:

1. In angina membranacea musculos laryngis paralyti affectos esse;
 2. Uteri flexiones specilli ope sanari posse;
 3. Uream nonnisi extra renes nasci;
 4. Rete vasorum capillarum tubulos uriniferos contortos circumdans minus aquae in illos emittere quam glomerulos Malpighianos;
 5. Osteomalaciam non observari nisi in adulto;
 6. Abortum artificialem omnino rejiciendum esse.
-

Theses.

Vero:

1. In aegia membranae musculos laryngis paralyti affectos esse;
2. Uteri flexiones specilli ope sanari posse;
3. Urem non nisi extra tenses nasci;
4. Rete vasorum capillarum tubulos urinales contortos circumdatis minus apte in illos emittere quam glomerulos Malpighianos;
5. Oestomaciam non observari nisi in adultis;
6. Abortum artificialem omnino rejiciendum esse.

Fig. I.

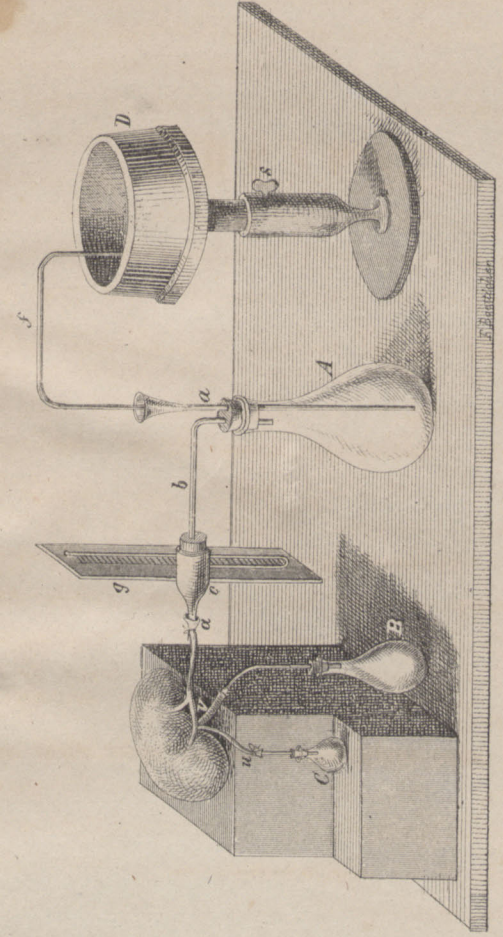
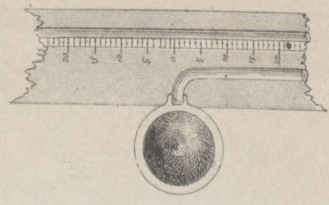


Fig. II.



Schaeffer's Schule in Braunschweig, 1772.