

- Fig. 6. Epithelioides Bindegewebe von der Intima der Synovialhaut.  
 Fig. 7. Keratoides Bindegewebe von der Intima der Synovialhaut.  
 Fig. 8. Grenze zwischen dem synovialbedeckten unteren Patellaabschnitt und der nackten Gelenkfläche des oberen Abschnittes, über der Querfist der Patella gelegen.  
 Fig. 9. Keratoides Bindegewebe aus einem Synovialfortsatz auf die Patellagelenkfläche bei Hydarthrus chronicus.  
 Fig. 10. Keratoides Bindegewebe von der unteren Gelenkfläche des Femur bei Pyarthrus acutus.  
 Fig. 11. Keratoides Bindegewebe von dem Rande der unteren Femurgelenkfläche mit sehr ausgedehntem Netz von engen Saftkanälen; von einem 10jährigen Kinde.  
 Vergrößerung bei Fig. 3—11: 400—600.
- Sämmtliche Zeichnungen sind von Herrn Dworzaczek nach der Natur angefertigt worden. Es wurden fast ausschliesslich Hartnack'sche Mikroskope zu der Untersuchung verwendet.

### III.

## Ueber die Blutbewegung in den Venen.

Von Dr. Heinrich Jacobson in Königsberg i. Pr.

(Hierzu Taf. III. Fig. 1.)

Die Vereinigungsstellen der Venae jugulares und subclaviae sind die dem Herzen nächsten Punkte des Venensystems, die einer Messung des Blutdrucks zugänglich sind. Ueber diese Grenze hinaus sind directe Bestimmungen desselben unausführbar. Sie sind zwar wie an der Arteria pulmonalis und den Lungenvenen, so auch an der Vena cava superior und dem rechten Atrium versucht worden. Was hier aber gemessen wurde, ist ein durch das Experiment geschaffener, nicht der unter normalen Circulations-Bedingungen bestehende Druck. Führt man, wie es gewöhnlich zu geschehen pflegt, ein Verbindungsstück mit dem Manometer durch die Vena jugularis externa nach dem Herzen hin, so wird der Hohlvenenstrom in hohem Grade gehemmt und von seiner Bahn abgelenkt. Oeffnet man den Thorax, um das Manometer an den Gefässen selbst zu befestigen, ohne die Blutbewegung in denselben zu stören, so wird durch die künstliche Respiration, nach welcher Methode man sie auch einleiten mag, der Lungenkreislauf so wesentlich verändert, dass sich aus den Resultaten solcher Versuche

keine Schlüsse auf die natürlichen Verhältnisse ziehen lassen. Ein annähernd richtiges Maass des Druckes, unter dem das Blut in den rechten Vorhof einströmt, das für die Beurtheilung der Arbeit des Herzens wie des Einflusses, den die Athmung auf den Kreislauf ausübt, gleich wichtig ist, lässt sich daher nur aus Beobachtungen an den Venae anonymae ableiten. Sie sind bisher niemals angestellt worden; es war somit die nächste Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, diese Lücke auszufüllen. Es knüpft sich an dieselben noch ein besonderes Interesse, da dicht oberhalb des Ursprungs der Vena anonyma der Lymphstrom einmündet, dessen Bewegungsursachen bisher ganz unbekannt sind. Ob derselbe an seiner Ausflussöffnung eine Hemmung oder Beschleunigung erfahre, ob und bis zu welcher Höhe die Lymphe angesogen werde, wird sich ergeben, sobald festgestellt ist, ob an dieser Stelle der Blutdruck positiv oder negativ d. h. höher oder niedriger als der der Atmosphäre ist. Ueber seine Grösse in den peripherischen Venen existiren zwar zahlreiche aber wenig übereinstimmende Angaben, so dass eine experimentelle Prüfung derselben nicht überflüssig erscheinen dürfte.

Die Messungen, die v. Recklinghausen und ich zu diesem Zwecke unternommen haben, sind mit Benutzung des von Ludwig und Spengler angegebenen Ansatzstückes ausgeführt. Es ist überall, wo es sich um Ermittlung absoluter Druckwerthe handelt, das einzig brauchbare unter den bisher bekannten, weil es die Blutbewegung unbehindert lässt, während bei der jetzt gebräuchlicheren Einführung einer Canüle Aenderungen des Gefässlumens und daher Stauungen unvermeidlich sind. Unser sehr leichtes Ansatzstück, das Taf. III. Fig. 1 zeigt, trägt zwei dünne und schmale Schlussplättchen (f) und (g). Ist (g) durch einen Schlitz in die Vene eingeführt und an ihre innere Wandfläche angelegt, so wird (f) mittels der beweglichen Hülse (e) herabgeschoben und durch eine Schraube ange-drückt. An den Hahn (a), der den horizontalen Schenkel des Manometers absperrt, schliesst sich eine knieförmig gebogene Glasröhre (b) an, die um eine eingeschliffene Messingröhre drehbar und durch Federklammern zu fixiren ist. Sie trägt an ihrem Ende einen kleinen Conus (c) zur Einfügung in die Hülse oberhalb des Hahns (d) und gestattet eine bequeme Vereinigung des Manometers mit dem Ansatzstück in jeder beliebigen Stellung. So liess sich

sicherer als mit der für solche Messungen ohnehin unzweckmässigen Gummiverbindung bei verschiedener Lage der Venen eine Zerrung ihrer Wand vermeiden. Der ganze Apparat wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Natron (spezifisches Gewicht 1080) gefüllt, der Nullpunkt vor und nach jeder Beobachtung abgelesen.

Als Versuchsthiere dienten uns Schaaf; sie ertrugen selbst die Blosslegung der V. subclavia mit solcher Ruhe, dass weder Narcose noch besondere Fesselung erforderlich war. Ich theile hier die bei normaler Respiration gefundenen Werthe des Blutdrucks mit, die zum Vergleich mit anderen hämodynamischen Angaben auf Quecksilber reducirt sind.

In der Vena anonyma sinistra	— 0,1	Mm. Quecksilber	
- V. jugularis dextra . .	+ 0,2	-	} dicht am Ursprung der Vena anonyma.
- V. subclavia dextra . .	— 0,1	-	
- V. jugularis sinistra . .	— 0,1	-	
- V. subclavia sinistra . .	— 0,6	-	
in einer ebendasselbst einmündenden Armvene . . .	— 1	-	
<hr/>			
in der V. facialis externa . .	+ 3	Mm.	
- V. facialis interna . .	+ 5,2	-	
- V. brachialis . . . .	+ 4,1	-	
in einem Zweige derselben . .	+ 9	-	
- V. cruralis . . . .	+ 11,4	-	

Bei einem Hunde, der in der Opium-Narcose sehr mühsam und frequent athmete, wurde das Plättchen des Ansatzstückes in die V. anonyma dextra eingeführt und +1,5 Mm. Quecksilber gefunden.

Durch Muskel-Contractionen wurde der Blutdruck stets bedeutend gesteigert. Ein Einfluss der normalen Athembewegungen liess sich an den vom Herzen entfernten Venen nicht erkennen. Weder an der V. cruralis noch brachialis waren gleichzeitig mit denselben Manometer-Schwankungen vorhanden, sehr gering (circa 0,08 Mm.) und nicht constant an den Vv. faciales, erst an der V. jugularis und subclavia traten sie deutlich hervor. Hier betrug ihre Breite circa 0,9 Mm. Q., so dass bei der Inspiration der Druck etwa um 0,3 Mm. sank, bei der Expiration um 0,6 stieg. Dem entsprechend war an letzteren, jedoch meist nur an ihrer Vereinigung zur V. anonyma ein mit der Athmung synchronisches Anschwellen und Sinken

bemerkbar, während sie in ihrem weiteren Verlaufe und ihrer Verzweigung gleichmässig gefüllt erschienen.

Bei örtlicher Compression sank der Druck im centralen Theil der Vene, blieb aber an den Extremitäten positiv, während er an den Halsvenen negativ wurde; so fiel er an der V. facialis interna von  $+5$  Mm. Q. auf  $+3,6$ , an der V. facialis externa von  $+3$  auf  $+1,9$ ; an der V. subclavia von  $0$  auf  $-5$  Mm. Q. bei ruhiger Inspiration und stieg auf  $-3,5$  bei der Expiration; an der V. jugularis von  $0$  auf  $-3$  Mm. bei der Inspiration,  $-1$  Mm. Q. bei der Expiration. Nahezu gleiche negative Werthe riefen bei ununterbrochener Blutströmung forcirte Inspirationen hervor.

Die vorliegenden Messungen weichen sowohl von den älteren als den mit vollkommeneren Apparaten angestellten aus neuerer Zeit erheblich ab. Ich hebe zuvörderst eine Versuchsreihe Ludwig's und Mogk's\*) hervor, weil sie nach derselben Methode ausgeführt wurde, wie die unserige und zu bemerkenswerthen Folgerungen Anlass gegeben hat. Sie fanden bei einem Hunde den Blutdruck in der V. cruralis =  $-6,8$  Mm. Q., bei einem anderen ebendasselbst =  $-1,9$  Mm., in der V. jugularis =  $-12,8$ , also constant negativ und entnahmen daraus, „dass das Venenblut dem Strome in unseren Brunnenröhren gleiche und ganz von dem in den Arterien abweiche.“ — Donders fügt hinzu, indem er auf die Wichtigkeit dieser negativen Werthe hinweist, „dass dieselben nur durch eine Aspiration des Thorax zu erklären seien, und dass letztere in den Venen stärker sein müsse, als die vis a tergo vom Capillarsysteme her.“

Es mag fernerer Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu entscheiden, welche Messungen richtig seien; denn aus der Unregelmässigkeit der Blutbewegung in den Venen lassen sich solche Differenzen unmöglich erklären. Hier soll nur die Unhaltbarkeit jener Schlüsse nachgewiesen werden.

Wie sollte durch die constante Saugkraft des Thorax, die Donders auf circa  $7$  Mm. Quecksilber schätzt, in der Jugularis  $-12$  und in der Cruralis, deren Strömung noch überdiess beträchtliche Widerstände zu überwinden hat,  $-9$  Mm. Q. Druck entstehen?

\*) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift Bd. 3 (1845).

Und wie wäre ferner eine solche Wirkung von der intermittirenden, durch die Einathmung bedingten Aspiration zu erwarten, die jene unter normalen Verhältnissen um nicht mehr als circa 1,5 — 2 Mm. vermehrt?

Bekanntlich ist der Einfluss der Inspiration auf den Blutlauf häufig und in hohem Grade überschätzt worden; Barry hielt sie ja sogar für die wesentlichste Ursache des Kreislaufs. Poiseuille widerlegte diese Behauptung, indem er nachwies, dass ein in die Vene mit seinem horizontalen Schenkel eingeführtes und nach dem Herzen hin gerichtetes Manometer nur in den Hohlvenen und den ihnen zunächst liegenden Stämmen, wie z. B. an der V. jugularis und iliaca externa von den Athembewegungen abhängige Schwankungen zeige, dagegen am oberen Theile der Jugularis und den Venen der Extremitäten unbeweglich bleibe. Unsere Beobachtungen bestätigen diese Angaben und ergänzen sie insofern, als sie den directen Einfluss der Athembewegungen auf den Blutdruck erkennen lassen, während Poiseuille die Blutbewegung durch Einführung seines Instrumentes unterbrochen hatte und daher nur feststellen konnte, wie weit in die Gefässbahn hinein ihre Wirkung auf die Manometersäule sichtbar sei. — Es spricht für sie ferner die bekannte Thatsache, dass eine Aspiration von Luft nur an den dem Herzen nahen Venen stattfindet. Verbindet man z. B. mit einer Schulterblattvene ein heberförmiges Rohr, das mit seinem Ende in Flüssigkeit taucht, so füllt es sich schnell mit Blut, niemals aber wird die Flüssigkeit angesogen. — Gegen Poiseuille hat zwar Donders eingewandt, dass bei jenen Versuchen die peripherischen Venenstämme zwischen Manometer und Thorax in Folge des in ihnen vorhandenen negativen Drucks collabirt, und dadurch der Einfluss der Respiration ausgeschlossen gewesen sei. Dieser Einwand kann die unserigen nicht treffen; er scheint mir aber eher ein Argument gegen Donders' Behauptung zu enthalten. Denn, existirte ein negativer Druck, so würden allerdings die schlaffen und nachgiebigen Wandungen der Venen sowohl bei der Inspiration als auch schon bei mässigem äusseren Druck z. B. bei Muskel-Contractionen und dergleichen überall, wo sie nicht besonders straff befestigt sind, wie namentlich in der Haut zusammenfallen, bis sie durch die sogenannte vis a tergo wieder geöffnet werden. Es müsste daher an ihnen dasselbe Spiel des Anschwellens und Sinkens er-

scheinen wie an der V. anonyma, was thatsächlich nicht der Fall ist; für den Kreislauf aber würden durch eine solche Einrichtung schwer auszugleichende Störungen entstehen.

Es soll nicht in Abrede gestellt werden, dass minimale Druckschwankungen auch an den peripherischen Venen existiren und mit feineren Hilfsmitteln zu bestimmen gewesen wären; sie sind aber für die Mechanik des Kreislaufs ohne Bedeutung. Wir haben in der Nähe der V. anonyma nur bei forcirter Einathmung den Blutdruck auf — 6 Mm. Q. sinken gesehen; er wird unter pathologischen Verhältnissen noch niedriger werden können. Poiseuille, Magendie und Valentin fanden zwar schon bei ruhiger Inspiration circa — 5 bis — 7 Mm. Q., sie verhinderten aber durch Einführung des Hämodynamometers in die V. jugularis externa die Blutzufuhr aus derselben. Daher liesse sich erklären, dass der Druck in der V. anonyma geringer gewesen. Bei Wiederholung dieser Versuche nach einem etwas abgeänderten Verfahren gelangte ich aber zu demselben Resultat wie v. Weyrich, der keinen Einfluss der Athmung am Kymographion mehr bemerken konnte, sobald er die Canüle aus der V. cava superior hinter die Klappen der V. jugularis externa zurückgezogen hatte. — Der Grund des mit der Inspiration gleichzeitigen Collabirens an der Bildungsstätte der V. anonyma liegt wohl darin, dass der Druck hier = 0, und die platten, blossgelegten und dadurch von ihren Fixationspunkten theilweise gelösten Venen schon geringen Senkungen desselben nachgeben. Es ist indessen auch möglich, dass in der Nähe ihrer Einmündung ein geringer, negativer Druck constant vorhanden ist, so lange die Fascien, die sie ausspannen, unverletzt sind.

Wie von Ludwig's und Mogk's Beobachtungen, so weichen die unserigen von denen Volkmann's ab, freilich im entgegengesetzten Sinne. Er erhielt bedeutende, positive Werthe, so

bei einer Ziege in der V. facialis 41 Mm. Q., V. jugularis 18;  
bei einem Kalbe in der V. metatarsea 27 Mm. Q., V. jugularis 9;  
beim Pferde in einer kleinen Halsvene 44 Mm. Q., V. jugularis 21,5.

Auf welchem Wege sie ermittelt wurden, theilt Volkmann nicht mit. Doch ist nach seinen anderweitigen Messungen zu vermuthen, dass er sich der dreischenkligen Canüle bedient habe. In diesem Falle wären aus früher erwähnten Gründen zu hohe Werthe weniger überraschend. Sie führen zu der schon a priori

unwahrscheinlichen Folgerung, dass der Lymphstrom an seiner Einmündung in die Venen einen nicht geringen Widerstand zu besiegen habe, eine Folgerung, die auch in den Erfahrungen über die Spannung in den Halslymphstämmen keine Stütze findet. Denn nach den übereinstimmenden Angaben von Ludwig, Noll und Weiss ist dieselbe im Truncus lymphaticus dexter = circa 1 Mm. Q., nach Weiss im Ductus thoracicus des Pferdes nahe der Mündung = 9 bis 15 Mm. Q., wird aber häufig während der Inspiration negativ. Der Erguss der Lymphe würde somit, wenn die Klappen an der Ausflussöffnung einen Blutdruck von circa 20 Mm. Q. zu tragen hätten, sehr erschwert sein.

Die älteren, hämodynamometrischen Bestimmungen von Poiseuille, Magendie und auch die neuesten von Colin haben zwar gleichfalls und zum Theil noch grössere positive Werthe ergeben; so fand z. B. Magendie an der Jugularis externa des Hundes 18 Mm. Q., an der V. cruralis sogar 50 Mm. Q. Sie sind aber sämmtlich bei beträchtlicher Stauung gemacht worden; denn stets wurde ein Hauptstamm des betreffenden Gliedes durch das nach dem Capillarsystem hin eingeführte Manometer verstopft.

Es bleibt schliesslich noch eine zweite Versuchsreihe Mogk's zu erwähnen, die vorzugsweise als Quelle für die Druckverhältnisse im Venensystem benutzt zu werden pflegt, obwohl sie sich selbst als solche nicht ausgibt und mit der früher besprochenen in offenbarem Widerspruch steht. Sie ist nach einem älteren hydraulischen Verfahren von Pitot angestellt. Statt des Schlussplättchens (g) war ein dünnes, rechtwinkelig gebogenes, an einem Ende geschlossenes Röhrchen\*) an dem Ansatzstück befestigt, das in den Blutstrom eingesenkt und mit seiner Oeffnung gegen denselben gerichtet wurde. Während dort der Seitendruck, sollte hier „die Stromkraft des venösen Blutes“ gemessen werden; dagegen sieht Donders in diesen Werthen ein Maass der Stromkraft + dem Seitendruck, was nach seinen Anschauungen gleichbedeutend zu sein scheint mit „Geschwindigkeitshöhe + Widerstandshöhe“.

Ich habe schon an einem anderen Orte ausgeführt, dass alle diese Bezeichnungen auf irrigen Anschauungen von der Bewegung der Flüssigkeiten beruhen, und nicht wie die zur Analyse derselben

\*) l. c. S. 47.

ausreichenden, unzweideutigen Begriffe, Druck und Geschwindigkeit, theoretisch begründet sind. Weder über jenen noch diese geben uns Mogk's Messungen Aufschluss. Denn die Strömung wird durch das Röhrchen mehr oder minder beeinträchtigt; rings um dasselbe entstehen Wirbel, die einen Verlust an lebendiger Kraft setzen; das Manometer gibt also eine künstlich erzeugte Spannung an, die zu der natürlichen in keinem irgendwie berechenbaren Verhältniss steht. Schon die ausserordentlichen Schwankungen der Manometersäule, die nicht etwa den Respirationen entsprechen, deuten darauf hin, dass hier durch das Experiment erhebliche Störungen hervorgerufen wurden. So stieg sie z. B. während ein und derselben Beobachtung an der Jugularis eines Hundes von 126 auf 218 Salzsolution und fiel auf 185 Mm., an der Cruralis von 150 auf 301 und fiel auf 181 Mm.

---

Im Kreislauf ist zwar kein stationärer Zustand der Bewegung vorhanden; dieselbe hängt vielmehr von mannichfach wechselnden Bedingungen ab. Es sind jedoch, wenn man durch den Versuch den Einfluss der Muskelbewegungen ausschliesst, an dem Venenstrom, der weder durch die Druckwirkung noch — wie später gezeigt werden soll — durch eine Saugwirkung des Herzens periodische Beschleunigungen erfährt, eher übereinstimmende Näherungswerthe des Druckes zu erwarten, als an den Arterien, in denen ausser der Contraction des Ventrikels auch die Respiration beträchtliche Schwankungen desselben bewirkt. Bedürfen nun auch unsere Resultate, da sie von Mogk's zuerst erwähnten und Volkmann's abweichen, einer Feststellung und Ergänzung durch ausgedehntere Untersuchungen, so dürfte es doch gerechtfertigt erscheinen, sie mit Hilfe hydrodynamischer Erfahrungen zu Schlüssen auf die Druckvertheilung im Gefässsystem und die Function der Vorhöfe zu verwerthen.

Schon Stephan Hales und Thomas Young haben als Ursache der Blutbewegung die vom Herzen erzeugte Druckdifferenz zwischen Arterien- und Venensystem erkannt und diese aus dem Widerstande in den Capillaren erklärt. Thomas Young sagt:

„Dr. Hales folgert aus seinen Experimenten mit Quadrupeden verschiedener Grösse, dass das Blut in den menschlichen Arterien



einem Drucke unterworfen ist, der nach einer Säule von  $7\frac{1}{2}$  Fuss Höhe gemessen wird; in den Adern dagegen scheint der Druck nur auf 6 Zoll zu steigen, so dass die Kraft, die das Blut von den grösseren Arterien durch die kleineren Gefässe in die breiten Adern drängt, als gleich dem Drucke einer Säule von 7 Fuss angesehen werden kann.“

Von diesen Principien ausgehend hat E. H. Weber ein anschauliches Bild des Kreislaufs entworfen. Setzt man den Druck, unter dem das Blut in das rechte Atrium einströmt, etwa gleich dem in der V. anonyma, d. h. der Atmosphäre, so gibt also ein am Ursprung der Aorta eingeführtes Manometer die Grösse der Druckdifferenz zwischen Anfang und Ende des grossen Kreislaufs an.

Es ist ferner aus dem Vergleich der Geschwindigkeit der Strömung im Capillarsystem mit der arteriellen einleuchtend, und das Experiment hat es bestätigt, dass der Druck vom Herzen bis zu den kleinen Arterien nur wenig, etwa im Verhältniss von 1,2 : 1 abnimmt; von hier aber bis zu den grösseren Venen sinkt er nach unseren Versuchen ungefähr wie 15 bis 20 : 1. Findet nun auf dieser Strecke eine stetige oder sprungweise Abnahme des Drucks statt? Wir haben kein Mittel, diese Frage direct zu entscheiden. Es ist aber nach analogen Vorgängen bei der Bewegung von Flüssigkeiten durch ungleich weite Kanäle wahrscheinlich, dass an allen Punkten, an denen eine Verengerung der Strombahn eintritt, also besonders an den Uebergangsstellen der Capillarnetze in die Venenwurzeln und an den Vereinigungen dieser zu grösseren Stämmen jähe Druckerniedrigungen stattfinden werden, während in den Netzen selbst der Druck nur wenig geringer sein wird, als in den zuführenden Arterien. Nimmt man mit Donders an, dass das Blut in den Capillaren ungefähr 10mal langsamer fiesse als in den letzten Arterienästchen, so würde sicherlich, wenn ein nahezu gleiches Verhältniss zu den Venenwurzeln stattfände, der capillare Druck dem arteriellen gleich sein. Die Kurve desselben würde bis zu den Anfängen des Venensystems eine kaum gegen die Abscissenaxe geneigte, grade Linie sein, hier plötzlich steil abfallen, im Verlauf der kleinen Venen wieder gradlinig aber gegen die Axe geneigter verlaufen, hinter jedem Knotenpunkt derselben eine scharfe Ecke zeigen und endlich in den grossen Venenstämmen eine Gerade darstellen, die an der Einmündung in den Vorhof die Abscisse schnitte.

Da aber die venösen Abflusskanäle aus dem Capillarsysteme weiter sind als die arteriellen Zuflusskanäle, so ist wohl eine wenn auch geringe Drucksenkung in denselben wahrscheinlich. Nach Volkmann's Untersuchungen über den Einfluss einer Erweiterung der Strombahn durch Einschaltung entweder einer einzigen von grösserem Durchmesser oder einer Verzweigung wäre am Ende der kleinsten Arterien eine beträchtliche Verminderung des Drucks anzunehmen, der dann im Verlauf der Capillaren wieder steigen würde. Ich habe von der Existenz dieser sogenannten „negativen Stauung“, die Volkmann durch eine irrthümliche Rechnung zu beweisen sucht, mich nicht überzeugen können. Fügt man, um sich den Verhältnissen im Gefässsystem möglichst anzuschliessen, zwischen zwei gleich weite Röhren eine kürzere von erheblich grösserem Querschnitt und bringt das Manometer unmittelbar vor und hinter den Uebergangsstellen an, so ergibt sich nicht am Ende der engeren, sondern am Anfang der weiteren eine mässige Druckverminderung. In ähnlicher Weise, wie ich es für die Vereinigung einer engeren mit einer weiteren Strombahn bei verengter Ausflussöffnung beschrieben habe, tritt im Beginn der Erweiterung ein Minimum der Druckkurve ein, die im Verlauf derselben wieder ansteigt, um beim Uebergang in das engere Ausflussrohr schnell zu fallen. Nachfolgendes Beispiel wird diess anschaulicher machen:

A, B, C seien die horizontalen, cylindrischen Strombahnen (möglichst glatt zusammengeschmolzene Glasröhren),

	A	B	C
Durchmesser	8	26	8 Mm.
Länge	149	127	572 Mm.

$\alpha$  der Druck dicht am Ende von A, ebenso  $\beta$  am Anfange und  $\gamma$  am Ende von B,  $\delta$  am Anfange von C. Aus einem Reservoir strömt bei der Niveauhöhe (H) (d. h. der Höhe der Flüssigkeitsoberfläche in demselben über der Einflussöffnung) die Flüssigkeit hindurch.

H	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
517	311	300	314	208 Mm.
452	276	262	276	184 -
351	213	206	215	145 -
248	154	150	154	107 -
149	96	92	96	70 -

Suspendirt man feinvertheiltes Bernsteinpulver in der Flüssigkeit, so lässt sich leicht erkennen, dass in dem Anfangstheil von B, entsprechend der Stelle  $\beta$ , rückläufige Wirbel entstehen, während weiterhin ebenso wie in A und C die Theilchen parallel der Axe sich fortbewegen. Dieselbe Erscheinung tritt auch dann auf, wenn C fehlt, d. h. eine engere Bahn in eine weitere B mit freier Ausflussöffnung übergeht, ein Fall, in dem selbst bei bedeutender Länge von B, wie ich früher gezeigt habe, der Druck im ganzen Verlauf derselben gleich Null ist (nur bei erheblicher Steigerung der Niveauhöhe H zu geringen, positiven Werthen ansteigt), während die Strömung regelmässig von Statten geht. Die Drucksenkung ist hier wie dort durch die plötzliche Umsetzung einer schnellen in eine langsame Bewegung bedingt und würde bei einer continuirlichen Erweiterung der Bahn nicht vorhanden sein. Ich kann somit nach dem Resultat auch dieser fortgesetzten Versuche; die ich vielfach variirt habe, den Einwand, den mir Meissner\*) gemacht, „dass je nach der Beschaffenheit der angewendeten Apparate die Erscheinung der sogenannten negativen Stauung mehr oder weniger verdeckt werden könne“ nicht anerkennen.

Man hat das Herz häufig mit einer Saug- und Druckpumpe verglichen. Durch selbständige Erweiterung seiner Höhlen nach der Systole, unabhängig von der Blutströmung und Lungenaspiration, soll es eine Saugkraft entwickeln, nach den älteren Angaben Gilbert's, Wedemeier's etc. in Folge activer Muskelwirkung, nach den neueren Weyrich's durch Rückkehr zu seiner elastischen Gleichgewichtslage. Beide Behauptungen stützen sich allein auf die Beobachtung, dass in einem durch die V. jugularis externa in die Nähe oder in das rechte Atrium eingeführten Heber, der in eine Flüssigkeit taucht, dieselbe isochron mit den Herzbewegungen um einige Millimeter auf- und absteige. Diess beweist aber nichts weiter, als dass eine geringe Druckschwankung vorhanden, wie a priori schon einleuchtend ist; ob durch Regurgitation oder Stauung des Blutes bei der Systole und Nachfliessen bei der Diastole des Atrium, ob durch ein Ansaugen, bleibt unentschieden. Nur durch Elimination der Blutströmung lässt sich, wie mir scheint, jene Ansicht begründen.

\*) Bericht 1862.

Ich habe nun weder nach Unterbindung der Hohlvenen noch in Uebereinstimmung mit Ludwig Fick an ausgeschnittenen und energisch sich zusammenziehenden Säugethierherzen, ebenso wenig bei Fröschen und Fischen jene Oscillationen wahrgenommen. Während ich ferner bei intacter Respiration nach Einführung eines Hebers in die V. cava superior des Kaninchens oder Hammels Wasser 2—3 Zoll emporsteigen und mit der Inspiration in verschiedenen Grenzen je nach ihrer Ausgiebigkeit schwanken sah, blieb bei Eröffnung des Thorax der Heber leer.

Ist nun auch eine selbständige Aspiration des Herzens unwahrscheinlich, so würde dasselbe doch die Wirkung einer Saugpumpe ausüben müssen, wenn seine Bewegungen so von Statten gingen, wie sie in der Physiologie meist aufgefasst zu werden pflegen. Das Blut soll nach der Systole in den erschlafften und abgespannten Vorhof hineinstürzen, theils angesogen durch die Ausdehnung seiner Höhle in Folge des negativen Drucks im Mediastinum, theils von den Venen her getrieben durch den ihm noch gebliebenen Rest der vis a tergo, d. h. durch einen geringen, positiven Druck. Nach Donders, der wie Schiff die Systole des Atrium eine Weile mit der des Ventrikel gleichzeitig bestehen und das Blut in den Venen während der Zusammenziehung des ganzen Herzens sich anhäufen lässt, sind die Ostia venosa bei der Diastole der Vorhöfe schon wieder geöffnet, und das Blut dringt durch den hohlen Cylinder, den sie bilden, sogleich bis in die Tiefe der Kammern. Ist am Ende der Contraction des Vorhofs der Druck innerhalb desselben = 0, also nahegleich dem des zurückkehrenden Venenbluts, so muss, da er auf der Aussenfläche des Atrium = — 7 bis — 9 Mm. Q. sein soll, da ferner die Wände desselben wenig Widerstand einer Dilatation leisten, allerdings eine äusserst schnelle Ausgleichung im Beginn der Diastole zu Stande kommen, und das Atrium sich bis zu einer bestimmten Grenze momentan füllen. Die nothwendige Folge davon wäre, dass eine Thalwelle weit nach der Peripherie hin fortliefe und namentlich in den Halsvenen sich zeigte, was bekanntlich nicht der Fall ist. Sie müsste noch deutlicher hervortreten, wenn Donders Ansicht richtig wäre, da das Blut einen noch grösseren Hohlraum auszufüllen hätte, oder wenn das Venenblut unter solchem Druck einströme, wie man nach Volkmann's Beobachtungen an der Jugularis vermuthen

sollte. Dieselbe Erscheinung wäre nach Chauveau's und Marey's\*) Messungen im rechten Herzen zu erwarten. Sie fanden im Atrium dextrum bei der Diastole — 2 bis — 33 Mm. Q., gewöhnlich — 7 bis — 15 Mm. Druck und zwar proportional der thoracischen Aspiration; bei der Systole desselben + 2,5 Mm. Abgesehen davon, dass sie die Strömung in der V. cava superior und wohl auch den Mechanismus der Herzpumpe durch Einführung ihrer Sonde alterirten, da dieselbe den vollkommenen Schluss der Valvula tricuspidalis kaum gestatten dürfte, dass ferner in ihrer Methode der empirischen Graduirung des Cardiographen so erhebliche Fehlerquellen enthalten sind, dass jene Zahlen wenig Vertrauen verdienen, wie sollten Druckschwankungen von circa 12 Mm. Q. und darüber, wie z. B. in der Curve auf Seite 96 durch die Vorhofsbewegungen erzeugt werden, ohne im Manometer an den Halsvenen erkennbar zu sein? Bei unseren Untersuchungen an der V. anonyma hätte die kohlensaure Natron-Lösung desselben mit den Herzbewegungen zollhohe Schwingungen machen müssen. Wir haben sie aber unbeweglich bleiben gesehen, und wenn, was nicht geleugnet werden soll, Oscillationen vorhanden gewesen, so waren sie zu gering, um ohne feinere Hilfsmittel erkannt zu werden, ein Resultat, das auch durch die äusserlich wahrnehmbaren Erscheinungen an den Halsvenen bestätigt wird. Denn nur in der V. anonyma beobachtet man unter normalen Verhältnissen neben den besprochenen, durch die Athembewegungen hervorgerufenen grösseren Schwankungen des Venenlumens weit geringere, mit dem Pulse synchronische, nicht selten ihn an Frequenz übertreffende Undulationen. Es steht somit, wie mir scheint, allein Scoda's Annahme, dass ein continuirliches Einströmen des Venenbluts in den Vorhof stattfinde, mit den physiologischen Erfahrungen im Einklange. Constant kann freilich bei rhythmischen Contractionen weder die Spannung noch die Geschwindigkeit des Zuflusses sein, aber zwischen so nahen Grenzen variiren, dass diess nur in unmittelbarer Nähe des Herzens deutlich erkennbar sein würde. Wenn Wachsmuth, der Scoda's Theorie über die Function der Vorhöfe zu widerlegen suchte und einen Verschluss der Venenmündungen bei der Systole annahm, das Fehlen der Druckschwankungen an den Hals-

\*) Marey, Physiologie médicale.

venen daraus erklärte, dass in elastischen Röhren, wie in den Venae cavae, durch ein plötzliches Hinderniss der Strömung keine Stauung, sondern eine Welle entstehe und zwar eine negative, so ist diese Vermuthung ebenso ungerechtfertigt als jene andere\*), dass durch den Schluss der Atrioventricular-Klappen, die durch die Muskeln der Vorhöfe gehoben werden sollen, ein Saugen des Ventrikels erzeugt werde. Unter Marey's cardiographischen Curven dürften grade diejenigen, die er anders interpretirt wissen will, z. B. auf Seite 88, ein treues Bild der Druckverhältnisse während eines Bewegungs-Cyclus im Herzen geben: mässige und schnell beendete Druckschwankung während der Systole des Atrium, sehr allmählich und wenig ansteigender Druck während seiner und des ganzen Herzens Diastole.

Da nun weder durch die Inspiration noch durch die Ausdehnung des Herzens eine Saugwirkung hervorgerufen wird, die die Bewegung des Blutes und der Lymphe wesentlich beschleunigte, so bleibt nur noch eine Möglichkeit einer Aspiration freilich nur auf einen beschränkten Theil des Venenbluts übrig. Es könnte nemlich in Folge der plötzlichen Erweiterung der Blutbahn an ihrer Einmündung in den Vorhof, der schon in seiner mittleren Ausdehnung mindestens einen doppelt so grossen Durchmesser haben dürfte als beide Hohlvenen zusammen, ein constanter, negativer Druck in der V. cava superior vorhanden sein, und so das Blut aus den Verzweigungen der V. azygos, die wie eine Saugröhre in jene eingefügt ist, emporgehoben werden. Diese Hypothese scheint ihre physicalische Begründung in Daniel Bernoulli's Versuchen über den Ausfluss durch konische Ansatzröhren zu finden, die in der Hämodynamik bisher kaum Beachtung erfahren haben, obwohl schon J. N. Lieberkühn sie auf die Zotten-Resorption und Valentin auf die Lymphbewegung im Ductus thoracicus anzuwenden versuchten. Nur Weyrich, der Bernoulli's Versuche aus einem Citat von Thomas Young kennt, gedenkt einer Hohlvenenaspilation, um sie zu widerlegen. Die kymographischen Curven Ludwig's und Volkmann's ergeben zwar einen constant negativen Druck in der V. cava superior; sie sind aber, da sie mittels Einführung eines elastischen Röhrchens in das Gefäss gewonnen wur-

\*) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift N. F. IV.

den, aus früher erwähnten Gründen ebenso wenig beweisend wie die älteren Angaben Poiseuille's. Da nun directe Messungen des Blutdrucks hier illusorisch sein müssen, so sind wir darauf beschränkt, zu prüfen, ob die mechanischen Bedingungen für die Entstehung eines negativen Drucks in den Hohlvenen erfüllt sind, was Weyrich in Abrede stellt, und ob unsere Bestimmungen an den V. anonymae zu Gunsten desselben sprechen. Es genügt hierzu die Kenntniss des allgemeinen, analytischen Ausdrucks für den Druck in einem weiten Reservoir, aus dem Flüssigkeit durch eine Oeffnung in seiner Wand oder durch Ansatzröhren (d. h. in hydraulischem Sinne Röhren von solchem Verhältniss ihres Durchmessers zur Länge, dass keine Reibung der Flüssigkeit in ihnen möglich ist) ausströmt, während durch neuen Zufluss von oben ihr Niveau constant erhalten wird. Sie stehe an ihrer Oberfläche sowohl als an der Ausflussöffnung unter dem Atmosphären-Druck (P). Dann wird der an irgend einem Querschnitt der Ansatzröhre \*) vorhandene Druck (p) durch folgende Relation bestimmt:

$$1) p = P + Dg \left[ h - H \left( \frac{Q}{q} \right)^2 \right]$$

worin

- q der Querschnitt, an dem der Druck p bestimmt werden soll,
- h seine senkrechte Entfernung von der Oberfläche der Flüssigkeit,
- Q der Querschnitt der Ausflussöffnung,
- H seine senkrechte Entfernung von der Oberfläche,
- g die Beschleunigung der Schwere,
- D die Dichtigkeit der Flüssigkeit.

Diese Relation gilt allgemein für jede Stelle der Ansatzröhre, welche Form und Richtung sie auch haben möge.

Es sei nun der Druck p zu bestimmen:

- 1) In einem horizontalen und cylindrischen Ansatzrohr.

Dann ist  $h = H$ ,  $q = Q$ , also nach 1)

$p = P$ , d. h. der Druck ist gleich dem der Atmosphäre, mithin so gross, als ob die Wassersäule im Reservoir gar nicht vorhanden wäre; sie übt keinen Druck aus.

- 2) In einem horizontalen, aber conisch divergirenden Ansatzrohr.

\*) vorausgesetzt, dass derselbe gegen den Querschnitt des Reservoirs sehr klein ist.

Auch hier ist  $h = H$ , aber  $Q > q$ , also  $\frac{Q}{q} > 1$ , also

$p < P$ , d. h. der Druck ist negativ.

3) in einem gegen den Horizont geneigten, cylindrischen oder conisch divergirenden Ansatzrohr.

Hier ist  $h < H$ , also stets

$p < P$ , d. h. der Druck negativ,

und zwar wird  $p$  um so kleiner als  $P$ , je grösser  $Q$  im Verhältniss zu  $q$ , d. h. je grösser die Weite der Ausflussöffnung zu der des Ansatzrohrs.

Dagegen bleibt  $p > P$ , d. h. der Druck stets positiv, wenn die Ansatzröhre conisch convergent ist, welche Stellung sie auch habe. Dasselbe wird natürlich stattfinden, wenn die Strömung gehemmt wird wie z. B. in langen, engen oder verzweigten Strombahnen, in denen die Wandschicht ruht und daher durch die Reibung der Flüssigkeitstheilchen aneinander die Bewegung verzögert wird. Es sind somit ausser an den Hohlvenen überall im Venensystem, das ja von der Peripherie nach dem Herzen hin sich verengt, die Bedingungen eines positiven Drucks gegeben. Dagegen darf die V. cava superior als schräg hinabsteigendes Ansatzrohr, das sich im Atrium conisch erweitert, aufgefasst, und ihre Strömung mithin nach 3) beurtheilt werden. Die Vene ist am 1ten und 2ten Rippenknorpel fest fixirt und ausgespannt; dicht über ihrem Anfangstheil erhebt sich nach unseren Messungen der Druck nicht über den der Athmosphäre; es ist also ein negativer Druck in ihr nach hydraulischen Principien wohl zu erwarten, kleiner jedoch an ihrer Einmündung ins Herz als der auf der äusseren Fläche desselben lastende Druck von circa — 7 Mm. Q., weil sonst das Atrium in seiner Dilatation beschränkt werden würde. Weyrich hält einen negativen Druck hier nicht für möglich, weil nach Unterbindung der V. subclavia das Kymographion tiefere, aspiratorische Wellen in der Nähe des Atrium bei den Herzbewegungen zeigt als vorher, während doch das Gegentheil nach Schwächung des Blutstroms, wenn derselbe eine Saugkraft entwickelte, hätte eintreten müssen. Liessen selbst jene Wellen einen Schluss auf die Blutbewegung in der V. cava zu, so müssten sie ja stets tiefer werden, sobald durch Ausschaltung eines Zuflusskanals der Druck erniedrigt wird. Weyrich's theoretische Einwände beruhen auf einem Missverständniss der Untersuchungen Bernoulli's.



Gegen die Uebertragung der letzteren auf den Kreislauf liesse sich aber noch geltend machen, dass die Voraussetzung, auf der sie beruhen, es seien keine Widerstände im Verlauf des Ansatzrohres mehr vorhanden, hier nicht in aller Strenge erfüllt sei. Es ist jedoch, wie mich häufige Versuche gelehrt haben, bei verticaler Strömung ein negativer Druck auch dann noch vorhanden, wenn die Dimensionen der Strombahn nach den Ergebnissen bei horizontalem Ausfluss einen bedeutenden Reibungswiderstand erwarten lassen, z. B. bei mehr als 1 Met. langen und 5 Mm. weiten Kanälen.

Ging dieselbe cylindrische Röhre, an der ich früher die Gültigkeit von Poiseuille's Gesetz für Capillaren constatirt hatte, vertical vom Boden des Reservoirs ab, so fand ich bis zu einer bestimmten Grenze der Niveauhöhe, die um so mehr hinaufrückte, je weiter und kürzer die Röhre, negativen Druck im ganzen Verlauf derselben. In nachstehendem Beispiel aus einer Versuchsreihe, die ich später ausführlich mittheilen werde, bezeichnet  $l$  die Länge der Röhre,  $d$  den Durchmesser,  $h'$  den Manometerstand, 468 Mm. oberhalb der Ausflussöffnung,  $h''$  den 210 Mm. oberhalb derselben gemessen. Die Grenze der Niveauhöhe  $H$ , bei der der Druck negativ wurde, lag in diesem Fall bei  $H = 246$  Mm.

$l = 678$  Mm.;  $d = 5,1$  Mm.

$H$	$h'$	$h''$
846	262	107
707	200	80
580	155	68
482	108	48
376	64	28
342	40	18
293	18	8
254	4	4
246	0	2
238	— 2	+ 1
180	— 30	— 12
136	— 50	— 20
82	— 78	— 32
49	— 90	— 61

Liess ich die cylindrische Röhre in eine conische Erweiterung trichterförmig enden, so dass der Durchmesser ihrer Ausflussöffnung circa 2,5mal grösser wurde, so stieg der negative Druck erheblich und begann schon bei viel grösseren Niveauböhen. Hatte ich z. B. statt der Manometer Saugröhren angesetzt und bei gleich weitem Rohr und  $H = 47$  Mm. in der oberen ( $h'$  entsprechenden) das Wasser zu 110, in der unteren ( $h''$  entsprechenden) zu 53 Mm. emporsteigen gesehen, so erhob es sich, sobald der Conus angefügt wurde, dort zu 157, hier zu 132 Mm.

#### IV.

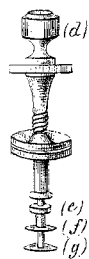
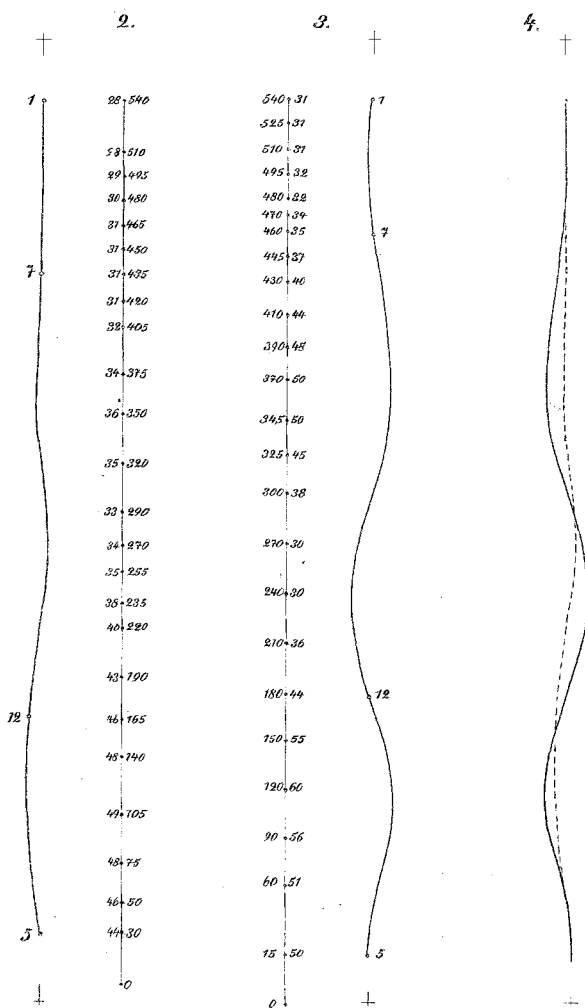
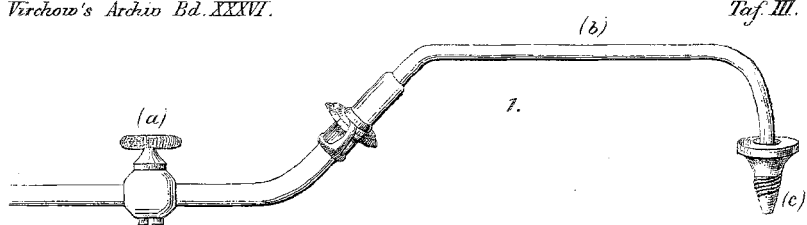
### Ein Fall von Sarkom beider Ovarien mit secundären Knoten auf der Pleura und dem Peritonäum nebst Bemerkungen über das Paralbumin.

Von Dr. H. Hertz,

Privatdocent und Assistent am pathologisch-anatomischen Institut in Greifswald.

**D**er nachstehende Fall, den ich in den letzten Herbstferien im pathologischen Institut zu obduciren Gelegenheit hatte, wurde auf der medicinischen Abtheilung des Universitätskrankenhauses von Herrn Prof. Mosler beobachtet, dessen Güte ich auch die beigefügte Krankengeschichte verdanke. Das relativ seltene Vorkommen von Ovarialsarkomen mit der Entwicklung analoger Geschwulstknoten in verschiedenen anderen Organen dürfte die Publication desselben rechtfertigen.

Frau Minna S., 38 Jahr alt, die früher stets gesund gewesen war, hatte im 18ten Jahre und seitdem regelmässig menstruiert. Sie überstand seit dem 28ten Jahre sechs Entbindungen, die alle, mit Ausnahme der vierten, einer Frühgeburt im fünften Monat, glücklich verliefen. Seit Ostern dieses Jahres empfand sie ein Gefühl von Schwere im Abdomen, die untere Bauchgegend wölbte sich leicht hervor, häufige Anfälle von Uebelkeit und Erbrechen gesellten sich hinzu und eine herbeigezogene Hebamme erklärte die Patientin für schwanger. Letztere, davon nicht überzeugt, begab sich in die Behandlung verschiedener Aerzte ihres früheren Wohnortes und trat am 29. August d. J., da die bisherige Behandlung ihr keinen Erfolg gezeigt hatte, in das hiesige Universitätskrankenhaus.



A. Seitzinger Inv.