Erster Brief.

Der Kreislauf des Bluts.

Das Blut ist der Träger alles individuellen Lebens. Ohne seine Vermittlung gibt es keine Neubildung, keine Metamorphose des Bestehenden, keine regelrechte Zurückbildung des Ueberflüssigen. Gleich dem Prinzipe des Lebens selbst ist das Blut in ewigem Umschwunge, in rastloser Bewegung begriffen; — bis in die entferntesten Theile des Körpers reckt sich sein Strom, überall sind ihm Bahnen aufgeschlossen, welche es nach bestimmten Gesetzen durchläuft, nach allen Seiten hin findet es Kanäle, durch welche es seine belebende Kraft den umliegenden Organtheilen mittheilt und seine Bestandtheile mit den ihrigen austauscht. Der Begriff des Kreislaufes, seine thatsächliche Existenz sind allmählig in das Volksbewußtsein übergegangen; — man spricht davon, wie wenn daran nicht gezweifelt werden könne; es ist eine jener wenigen Wahrheiten, die sich gleichsam durchgefiltert haben aus den wissenschaftlichen Behältern und deren Bestand man annimmt, ohne nach dem Beweise, ohne nach den Folgen zu fragen. Wie verhalten sich die Gefäße und Kanäle, in denen das Blut kreist? Welche Kräfte sind an ihnen thätig, und auf welche Weise wird dieser stete Umlauf bedingt? Und welche Beschaffenheit endlich zeigt das Blut selbst, welche chemische Zusammensetzung ist ihm eigenthümlich und wie läßt sich aus all diesen Verhältnissen die Rolle erklären, welche das Gefäßsystem im Organismus spielt?

Daß das Herz der Mittelpunkt des Blutkreislaufes sei, dies wissen wir Alle aus eigener Erfahrung. Von ihm aus geht ein System von Röhren nach allen Theilen des Körpers, sich immer mehr verästelnd und verzweigend, bis wir endlich mit dem bloßen Auge den letzten dünnen Reiserchen nicht mehr fol-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gen können. Von diesen cylindrischen Röhren, den Blutgefäßen, lassen sich schon äußeren Kennzeichen nach zwei Arten unterscheiden. Die einen sind fest, elastisch, bleiben gleich einer Gummiröhre rund und offen, selbst wenn sie leer sind oder durchschnitten werden; das Blut strömt in ihnen von dem Herzen weg nach den peripherischen Theilen des Körpers; — diese Röhren mit centrifugaler Richtung des Blutstromes sind die Arterien oder Schlagadern. Die anderen Gefäße sind dünnwandiger, sie fallen nach der Entleerung oder Durchschneidung zusammen; das Blut strömt in ihnen von den peripherischen Theilen aus nach dem Herzen zu — wir nennen diese centripetalleitenden Kanäle die Venen oder Blutadern.

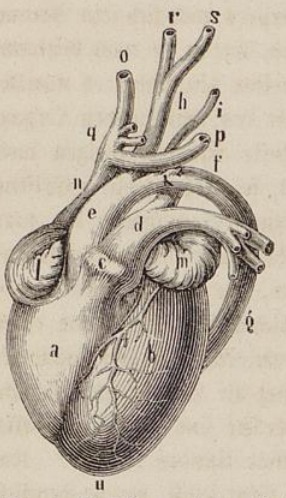

Fig. 1. Das Herz mit den Blutgefäßstämmen von vorn. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c, d. Lungenschlagader. e. Aorta oder große Körperschlagader. f. Bogen der Aorta. g. Absteigende Aorta. h. Gemeinschaftlicher Stamm der r. rechten Schlüsselbein- und s. rechten Halsarterie. i. Linke Halsarterie. k. Anfang der nicht weiter gezeichneten linken Schlüsselbeinarterie. l. Rechte Vorkammer. m. Linke Vorkammer. n. Obere Hohlvene. q, o. Gemeinschaftliche rechte Halsarmvene. p. Gemeinschaftliche linke Halsarmvene. u. Spitze des Herzens.

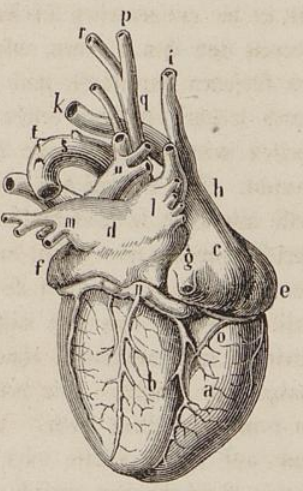

Fig. 2. Das Herz mit den Blutgefäßstämmen von hinten. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c. Rechte Vorkammer. d. Linke Vorkammer. e. Rechtes Herzohr. f. Linkes Herzohr. g. Untere Hohlvene. h. Obere Hohlvene. i. Gemeinschaftliche rechte Halsarmvene. k. Gemeinschaftliche linke Halsarmvene. l. Rechte Lungenvene. m. Linke Lungenvene. n. Kranzvene des Herzens. o. Kranzarterie des Herzens. q. Gemeinschaftlicher Stamm der p. rechten Schlüsselbein- und r. rechten Halsarterie (Carotis). s. Bogen der Aorta. t. Ursprung der linken Schlüsselbeinarterie. u. Lungenarterie.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das Herz selbst ist ein hohler Muskel; ein nach unten zugespitzter Beutel mit dicken Wänden, die aus Muskelfasern gewoben sind, welche durch ihre Zusammenziehung den Beutel verengern und die darin enthaltene Flüssigkeit auspressen können. Eine innere Scheidewand theilt der Länge nach diesen Beutel in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, und jede dieser Hälften ist wieder durch eine durchbrochene Querscheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, welche mit einander durch die Oeffnungen der Querscheidewand in Communikation stehen. — Die Längsscheidewand zeigt keine solche Communikationsöffnung; zwischen rechter und linker Herzhälfte besteht keine Verbindung; das Blut in der einen kann sich nie mit demjenigen der andern Hälfte vermischen. Auf diese Weise ist das Herz in vier Abtheilungen zertheilt, deren jede mit Blutgefäßen in Communikation steht, die einen mit den zuführenden Venen, die anderen mit den wegführenden Arterien. Die ersteren heißen die Vorkammern oder Atrien, ihre Muskelwände sind gleich den Wänden der Venen schwächer, ihr Lumen größer als das der Kammern oder Ventrikel, welche sich durch starke Muskelschichten auszeichnen. Jede Herzhälfte hat demnach einen Vorhof und eine Kammer, welche mit einander durch weite Oeffnungen in der Querscheidewand, durch die sogenannten Atrioventrikularöffnungen in Verbindung stehen. Schon aus der Natur der einmündenden Gefäße kann man schließen, daß der Weg, welchen das Blut im Herzen nimmt, aus den Venen in die Vorkammern, von dort in die Kammern und aus diesen durch die Arterien hinausgeht. Die relative Muskelschwäche der Vorhöfe erklärt sich ebenfalls schon aus diesem Umstande; — sie haben das in ihnen angesammelte, von der Peripherie kommende Blut durch ihre Zusammenziehung nur in die Kammern zu treiben, wozu bei der Kürze des Wegs und der Weite der Communikationsöffnung gerade keine bedeutende Kraft gehört; während hingegen die Kammern einer bedeutenden Kraftentwicklung bedürfen, um ihre Blutmenge durch die engen Kanäle der Arterien

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bis in die entferntesten Gebiete ihrer beiderseitigen Blutbahnen zu treiben. Die Richtung des Blutstromes im Herzen wird durch ein äußerst sinnreiches System häutiger Klappen bestimmt, welches namentlich in den Kammern in großer Vollkommenheit entwickelt ist. Jede Herzabtheilung hat natürlich zwei Oeffnungen, eine, wodurch sie mit den Gefäßen, eine andere, wodurch sie mit der anderen Herzabtheilung derselben Seite zusammenhängt; ohne Klappen würde bei der Zusammenziehung das Blut aus beiden Oeffnungen hinausgepreßt werden. An der Oeffnung zwischen je zwei Herzabtheilungen aber befindet sich eine solche Klappe, wie ein Segel aus mehreren Zipfeln gebildet, deren Stellung in der Art angeordnet ist, daß dem aus der Vorkammer her gepreßten Blute die Klappe sich weit öffnet, während sie im Momente sich schließt, wo die Kammer sich zusammenzieht und das Blut gegen die Klappe antreibt.

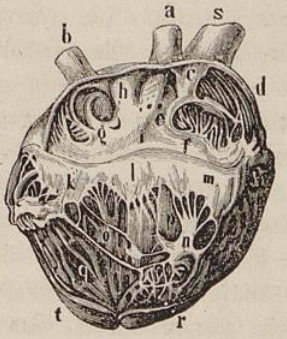

Fig. 3.

Das rechte Herz, aufgeschnitten und ausgebreitet. a. Obere Hohlvene. b. Untere Hohlvene. c. Zwischenwand zwischen ihren Mündungen d. Vorkammerwandung. e. Mündungen der kleinen Herzblutadern. f. Herzohr. g. Untere Hohlvenenmündung. h. Lower'scher Wulst. k, l, m. die drei Zipfel der Klappe. n. Warzenmuskeln. o. Scheidewand gegen die linke Kammer. p. Oeffnung der Lungenschlagader. q. Balkenmuskeln. r, t. Kammerwandung. s. Lungenschlagader.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

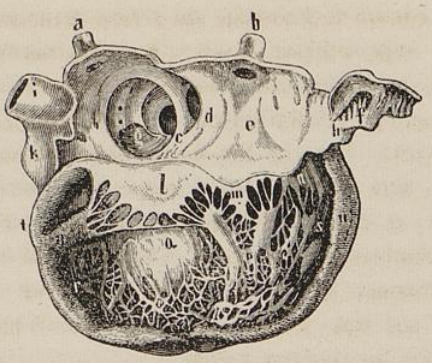

Fig. 4.

Das linke Herz ebenso behandelt. a, b. Linke Lungenvenen. c, d. Oeffnungen der rechten Lungenvenen. e. Scheidewand gegen die rechte Vorkammer. f. Herzohr. g. Ueberrest des eirunden Loches. h, i, k. Aufgeschnittene und zurückgeschlagene Theile der Vorkammerwand. l, m, n. Zipfel der Bischofsklappe. o, p. Warzenmuskeln. q. Scheidewand gegen die rechte Kammer. r, s. Fleischbalken. t, u. Kammerwandung.

Die Segelklappe in der rechten Herzhälfte zwischen Vorkammer und Kammer heißt die dreizipfelige Klappe, die in der linken Herzhälfte gelegene die zweizipfelige oder Bischofsklappe — beide bestehen aus dünnen Sehnenhäuten, an welche sich, an der Seite nach der Kammer zu, feine, oft bogenförmig geschlungene Sehnenfasern ansetzen, die von den Kammerwänden selbst ausgehen und mit Warzenmuskeln zusammenhängen, welche in die freie Herzhöhle hineinragen. Bei der Zusammenziehung der Kammern ziehen sich auch diese Warzenmuskeln zusammen, spannen durch ihre Sehnen wie durch Zugseile die häutigen Segel und beschleunigen so den Schluß derselben. Die freien Ränder der Segel rollen sich dann auf, legen sich an einander und schließen schon bei dem geringsten Drucke von der Kammer her die Oeffnung vollkommen — während sie im Augenblicke, wo dieser Druck nachläßt, sich öffnen und die Blutwelle vom Vorhofe her einströmen lassen. — Noch einfacher sind die Klappen an den Ursprüngen der beiden Hauptarterien, der Lungenschlagader und der Aorta. Hier finden sich die sogenannten halbmondförmigen Klappen, je drei Taschen-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ventile aus dünner Sehnenhaut mit freiem geradem Rande und bogenförmig angewachsener Basis. Der Bogenrand schaut nach dem Herzen, der freie Rand nach der Peripherie hin, die Ventile liegen an der Arterienwand an, wie die Taschen eines Kutschenschlages. Der aus den Kammern hervorgetriebene Blutstrom läuft vom angewachsenen gegen den freien Rand des Ventiles hin; er drückt also dieses an die Arterienwand an und rauscht ungehindert darüber weg. Der Rückprall der Blutwelle gegen die Kammer hin fängt sich in dem freien Rande, stellt das Ventil auf und schließt es, indem die Ränder der drei Klappen genau an einander passen.

Man hat durch Versuche nachgewiesen, daß es nur eines äußerst geringen Druckes bedarf, um die erwähnten Klappen zu stellen und zwar so zu stellen, daß sie auch nicht einen Tropfen Flüssigkeit durchlassen und vollkommen hermetisch schließen. Jeder kann sich davon leicht an dem Herzen eines frisch geschlachteten Thieres überzeugen. Man braucht nur Wasser aus einem Topfe in eine der großen Schlagadern zu gießen. Die geringe Kraft des Wasserstrahles reicht hin, die halbmondförmigen Klappen so zu schließen, daß auch nicht ein Tropfen Wasser in die Kammer gelangt. Führt man durch die Arterien eine Röhre ein und gießt Wasser in die Kammer, so kann man, bei aufgeschnittenen Vorhöfen, den Schluß der Segelklappen an den Kammeröffnungen beobachten. Viele unheilbare Herzkrankheiten beruhen auf krankhafter Veränderung der Segelklappen oder der Taschenventile, wodurch das Spiel derselben gehemmt, ihr Schluß unvollkommen und der Kreislauf unregelmäßig gemacht wird. Bei Veränderung der Segelklappen stürzt ein Theil des in der Kammer befindlichen Blutes, statt durch die Schlagadern ausgetrieben zu werden, in die Vorkammer zurück; bei unzureichendem Schluß der Taschenventile fließt das in die Schlagadern getriebene Blut wieder in die Kammer zurück.

So vollkommen die genannten Klappeneinrichtungen an den Mündungen der Kammern sind, so unvollkommen sind die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Vorrichtungen an den Einmündungen der Venen in die Vorhöfe. Ringmuskeln, welche die Einmündungsstellen durch Zusammenziehung verengen, Vorsprünge und Faltensäume sind zwar hier angebracht, aber nicht in so vollständiger Weise ausgebildet, um, wie bei den Kammern, den Rückprall des Blutes bei der Zusammenziehung gänzlich zu verhindern. Die Klappenvorrichtungen an beiden Oeffnungen der Kammern genügen indessen schon, um aus dem Herzen ein hydrostatisches Druckwerk mit Ventilen zu machen, welche dem Blutstrom die gehörige Richtung anweisen. So genau sind alle Kräfte an dieser wunderbaren Maschine berechnet, so harmonisch ihr Zusammenwirken, daß die geringsten Fehler an den Klappen schon Unordnungen des Auslaufes erzeugen, indem der vollkommene Schluß nicht mehr erzielt werden kann, während bei vollkommener Bildung der Klappen bis zu dem letzten matten Herzschlage noch Kraft genug im Herzen vorhanden ist, um die Klappen gehörig zu stellen und so dem Blutstrom seine Richtung anzuweisen. Denn man bedenke wohl, daß das Herz ohne Klappen nur eine bewegende Maschine sein würde, welche das Blut aus allen seinen Oeffnungen hinaustreiben, nicht aber in einer stets bestimmten Richtung einseitig forttreiben würde und daß nur die in rein mechanischer Weise angebrachten und spielenden Klappen es sind, welche die Richtung bestimmen und somit den Kreislauf und mit ihm das Leben ermöglichen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß stets die gleichnamigen Abtheilungen beider Herzhälften sich in demselben Zeitmomente zusammenziehen, daß die beiden Vorkammern sich contrahiren, während die Kammern sich ausdehnen, und daß hernach die Zusammenziehung beider Kammern mit gleichzeitiger Ausdehnung der Vorkammern verbunden ist. Bei der Zusammenziehung oder Systole der Kammern hebt sich die Herzspitze, indem sie sich zugleich etwas um ihre Achse dreht und gegen die Brustwand anschlägt, während sie bei der Ausdehnung oder Diastole der Kammern wieder in ihre vorige Lage zurücksinkt. Diese stete Ortsveränderung des Herzens wird dadurch möglich,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

daß es, ohne weitere Befestigung als die durch die eintretenden Blutgefäße bedingte, frei in einem weiten Sacke mit glatten Wänden, dem Herzbeutel, aufgehängt ist.

Jeder Herzschlag, den wir fühlen, ist demnach aus zwei Tempo's zusammengesetzt: der Erweiterung oder Diastole der Kammern, während welcher sich die Vorkammern zusammenziehen, und der Zusammenziehung oder Systole der Kammern, während welcher sich die Vorkammern ausdehnen. Bei der Kammersystole sind die Arterienklappen geöffnet und die Klappen an den Atrioventrikularöffnungen geschlossen, so daß das Blut in die Arterien eingetrieben wird, während ihm der Rückweg in die Vorhöfe verschlossen ist; zugleich sind die Vorhöfe weit ausgedehnt und das von außen her kommende Blut strömt in die Vorhöfe ein. Unsere schematische Figur 5, S. 26 ist auf diesen Augenblick der Herzthätigkeit hin gezeichnet. Bei der Vorkammersystole schließen sich die Venenöffnungen so weit als möglich, um den Rückprall des Blutes in dieser Richtung zu verhüten, während die Atrioventrikularöffnungen sich aufthun, das Blut in die Kammern einzulassen und die Arterienklappen sich schließen, und dem Rückstrom des Blutes in die Kammer, welche sich ausdehnt, Widerstand leisten.

Die Zusammenziehung der Kammern wie der Vorkammern ist mit besonderer Tonentwicklung verbunden. Man braucht das Ohr nur an die Herzgegend eines lebenden Menschen oder Thieres anzulegen, um diese Herztöne zu hören. Der erste Herzton bildet ein längeres, dumpfes, strömendes Rauschen, er fällt mit der Kammersystole zusammen; der zweite Herzton folgt unmittelbar auf den ersten und ist kurz, hell, klappend, er bezeichnet den Anfang der Zusammenziehung der Vorhöfe. Während des dumpfen Rauschens des ersten Herztones schlägt das Herz an die Brustwand an, und in normalem Zustande ist es nicht möglich, einen Zeitintervall zwischen dem Anschlagen des Herzens und dem ersten Tone zu finden. Die Entdeckung dieser Hörbarkeit der Herztöne und ihrer äußerst mannichfachen Veränderungen bei organischen Krankheiten des Herzens bezeichnet

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eine neue Epoche in der Geschichte der Medizin. Das Verhältniß der Töne zu den Herzbewegungen und ihre physikalische Ursache aufzuklären, hat man die mannichfachste Mühe verwendet und es ist kein Theil des Herzens, dem man nicht einige oder alle Mithülfe an ihrer Entstehung zuwenden wollte. Die Zusammenziehung der Muskelfasern des Herzens, das Einschießen der Blutwellen in die geöffneten Herzräume, die Reibung derselben an den Herzwänden, alle diese Momente wurden, aber vergebens, zu Hülfe genommen. Jetzt scheint man sich endlich dahin verständigt zu haben, daß die Herztöne Klappentöne sind, daß sie vom Anschlagen der Blutwellen an die sich stellenden Klappen herrühren und daß ihre Verschiedenheit eben in der verschiedenen Größe und Anordnung der Klappen besteht. Der erste länger gehaltene dumpfe Ton würde die Schließung der großen, segelförmigen Klappen der Atrioventrikularöffnungen, der zweite diejenige der kleineren taschenförmigen Arterienventile bezeichnen.

Verfolgen wir nun die allgemeine Bahn des Kreislaufes, indem wir von der linken Kammer aus dem Strome des Blutes nachgehen. Durch eine mit halbmondförmigen Taschenventilen besetzte Oeffnung tritt das Blut in die große Körperschlagader, die Aorta, ein, und vertheilt sich durch alle Aeste und Zweige derselben in alle Theile des Körpers.

In unsrer schematischen Figur (Fig. 5, S. 26) haben wir diesen Körperstrom dargestellt, wie wenn er sich in zwei Ströme theilte, einen (b) für die obere, einen anderen (d) für die untere Körperhälfte — der eine versorgt Kopf, Hals und Arme, der andere den Rumpf und die unteren Extremitäten mit Blut. In der Natur ist diese Theilung nicht vollkommen streng durchgeführt, wenn auch die großen Halsschlagadern (Carotiden) wesentlich den Kopf, die Schlüsselbeinadern (Subclaviae) die Arme, und die untere Aorta den übrigen Körper durch ihre Aeste, Zweige und Zweiglein versorgen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

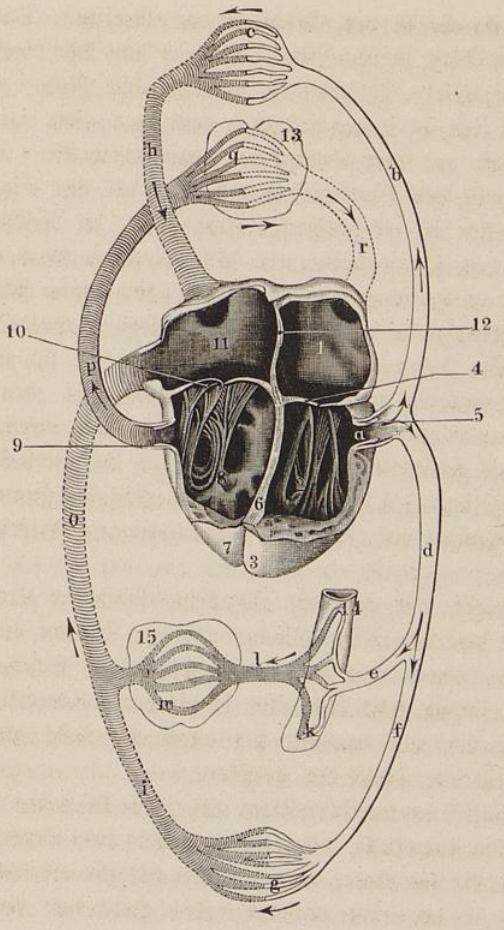

Fig. 5.

Schematische Darstellung des Blutkreislaufes. Das Herz ist der Länge nach durch einen quer auf die Scheidewand geführten Schnitt geöffnet, um die inneren Höhlen und Klappen zu zeigen, und zwar sind diese letzteren in der Stellung gezeichnet, welche sie bei der beginnenden Zusammenziehung der Kammern (Systole) einnehmen. Die zwischen den Kammern und den Vorhöfen angebrachten Segelklappen sind also geschlossen, die halbmondförmigen Klappen der großen Arterien aber geöffnet. Die Haargefäßsysteme sind durch einfache Verästelungen angezeigt; alle zum

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Herzen führenden Gefäße (Venen) mit punktirten Linien, dagegen alle vom Herzen wegführenden Gefäße (Arterien) mit zusammenhängenden Contourlinien bezeichnet; kleine Pfeile zeigen die Richtung der Blutströmung. Diejenigen Gefäße, welche dunkles Blut führen und mit der rechten Herzhälfte in Verbindung stehen, (Körpervenen und Lungenarterien) sind quer schraffirt; die Gefäße des Pfortadersystems schwarz schattirt; die helles Blut führenden Gefäße (Lungenvenen und Körperarterien) sind unschraffirt gelassen.

1. Linker Vorhof. 2. Höhle der linken Kammer, die Sehnen und Warzenmuskeln zeigend, die sich an die Lappen der Segelklappe (4) ansetzen. 3. Spitze des Herzens. 4. Zweizipfelige Klappe (Valvula mitralis). 5. Halbmondförmige Klappen (V. semilunares) der Aorta. 6. Scheidewand der Kammern. 7. Spitze der rechten Kammer. 8. Höhlung der rechten Kammer. 9. Halbmondförmige Klappen der Lungenarterie. 10. Dreizipfelige Klappe (Valvula tricuspidalis). 11. Rechter Vorhof. 12. Scheidewand der Vorhöfe. 13. Lunge. 14. Darm. 15. Leber.

a. Arterieller Körperstrom (Aorta). b. Arterieller Strom für den Oberkörper. c. Capillarsystem des Oberkörpers. d. Arterieller Strom für den Unterkörper. e. Arterieller Strom für die Verdauungsorgane. f. Arterieller Strom für die untere Körperhälfte. g. Capillarsystem des Unterkörpers. h. Venöser Strom vom Oberkörper (Obere Hohlvene). i. Venöser Strom vom Unterkörper. k. Capillarsystem der Verdauungsorgane. l. Pfortader. m. Capillarsystem der Leber. n. Lebervenen. o. Untere Hohlvene. p. Lungenarterie. q. Capillarsystem der Lungen. r. Lungenvene.

So fein werden die letzten Aeste der Arterien, daß sie nur noch unter dem Mikroskop unterscheidbar sind. In diesem Zustande bilden sie Netze, welche alle Organe durchstricken. Die Inseln von Organsubstanz, welche bei einigen Geweben, wie z. B. in der Lunge oder der Leber, zwischen diesen feinen Maschen der Capillargefäße oder Haargefäße zurück bleiben, sind oft so klein und unbedeutend, daß bei manchen älteren Anatomen namentlich der Glaube verbreitet war, die Gewebe des Körpers beständen nur aus diesen letzten Zweigen der Blutgefäße. In jedem Organe des Körpers sind diese Haargefäßnetze anders gestaltet, je nach der Natur des Organes; anders in den Muskeln, anders in den Eingeweiden, anders in der Haut oder in den Knochen. Je lebhafter der Umsatz in einem Organe, desto enger und gedrängter sind auch die Netze, desto geringer die Inseln von Substanz, welche zwischen den Rinnen der Haargefäße zurückbleiben. Nur sehr wenige Organe, wie

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

z. B. die Oberhaut und die Haare, entbehren ihrer gänzlich. Aus diesen Maschennetzen nun sammeln sich allmählig wieder kleinere Stämmchen, welche unter einander zusammen münden, größere Zweige und Aeste und endlich zwei Hauptvenenstämme bilden, die obere und untere Hohlvene, welche sich in den rechten Vorhof einsenken und somit alles von der linken Kammer aus durch den Körper vertheilte Blut wieder in das Herz, aber in die rechte Herzhälfte, zurückführen. Man hat diese Sektion des Kreislaufes, von der linken Kammer aus durch die Haargefäße des Körpers und zurück in den rechten Vorhof, den großen oder Körperkreislauf genannt, und wie leicht einzusehen und zu beweisen ist, hängt die Bewegung des Blutes in dieser Bahn einzig und allein von den Zusammenziehungen der linken Kammer ab. In dem rechten Vorhofe angelangt erhält das Blut einen neuen Impuls, es strömt in die rechte Kammer und wird aus dieser in die Lungenarterie getrieben. Die Lungenarterie vertheilt sich in den Lungen in feine Capillaren, welche sich wieder zu Venen sammeln und endlich durch die großen Stämme der Lungenvenen in den linken Vorhof einmünden. Aus diesem wird dann das Blut in die linke Kammer gepreßt, von welcher aus es von neuem seine Bahn beginnt. Man hat diesen Abschnitt des Kreislaufes aus der rechten Kammer durch die Lungen in die linke Vorkammer den kleinen oder Lungenkreislauf genannt.

Während eines einmaligen Umschwunges durch seine Bahn läuft das Blut demnach zweimal durch das Herz, einmal, indem es aus dem großen Kreislaufe zurückkehrend durch das rechte Herz streicht, um von da aus nach den Lungen getrieben zu werden, das zweite Mal, wenn es aus den Lungen in das linke Herz und durch dieses in den Körper sich begibt. Zu einem jeden Kreislaufe gehört eine ungleichnamige Abtheilung verschiedener Herzhälften, zum großen linke Kammer und rechter Vorhof, zum kleinen rechte Kammer und linker Vorhof, und die Vermittlung zwischen den beiden im Herzen selbst so streng geschiedenen Herzhälften geschieht nur durch die Capillarsysteme

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

des Körpers einerseits und durch die Haargefäße der Lungen andererseits. Jede Hälfte eines Kreislaufes bildet gleichsam einen Baum, als dessen Stamm das aus dem Herzen entspringende Gefäß anzusehen ist, während die Krone mit den vielen tausend Zweiglein in den Capillarsystemen repräsentirt ist. Das arterielle, von der linken Kammer und der Aorta ausgehende System bildet einen solchen Baum, dessen Zweige in den Körpercapillaren unmittelbar in die Wurzeln des Körpervenenbaumes übergehen; ja, wenn man die Vergleichung noch weiter treiben wollte, so würde sich der Stamm des in den Körpercapillaren zusammengesetzten venösen Baumes durch die Hohlvenen in das rechte Herz fortsetzen und in den Lungen sich verästelnd, seine Krone bilden, während hier, in den Capillaren der Lungen, der Körperarterienbaum entspränge, seine Wurzeln in den Lungenvenen sammelte und als Stamm durch das linke Herz ziehend seine Krone in den Körpercapillaren bildete. Wie man sich auch die Sache vorstellen mag, zu jeder Hälfte des Kreislaufes gehören zwei centrale Herzabtheilungen, ein peripherisches Capillarsystem und ein System ausführender und rückführender Kanäle (Arterien und Venen); der große Kreislauf hat seine linke Kammer, seinen rechten Vorhof, seine Körperarterien und Körpervenen; der Lungenkreislauf seine rechte Kammer, seinen linken Vorhof, seine Lungenarterien und Lungenvenen.

Einer besonderen Erwähnung ist noch das sogenannte Pfortadersystem werth, welches gleichsam ein Einschiebsel in den großen Kreislauf bildet. Der untere Körperstrom der Aorta versorgt nicht nur Rumpf und Beine, sondern auch die Eingeweide der Bauchhöhle und namentlich den Darmkanal und seine Anhänge mit arteriellen Gefäßen. Diese verzweigen sich und bilden Capillarnetze, aus denen Darmvenen sich zusammensetzen, welche endlich alle in eine große Vene, die Pfortader, sich vereinigen. Wäre die Anordnung wie an den übrigen Organen, so würde die Pfortader ihr Blut unmittelbar in eine Hohlvene ergießen und so es direkt dem rechten Vorhofe zuführen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dies ist aber nicht der Fall. Die Pfortader tritt in die Leber ein, und bildet in dieser Capillarnetze ganz wie eine Arterie — aus diesen Haargefäßen der Leber sammeln sich erst wieder die Lebervenen (n), welche das Blut in die Hohlvene und durch diese in das Herz ergießen. Während also im ganzen übrigen Körper das Blut stets nur ein Capillarsystem durchläuft, bevor es wieder in einer Herzabtheilung einen neuen Impuls erhält, durchströmt das den Darm speisende Blut zwei Capillarsysteme, das des Darmes und das der Leber, zwischen welchen keine bewegende Kraft angebracht ist, und kehrt dann erst wieder in das Herz zurück. Wir werden später sehen, daß diese eigenthümliche Anordnung des Darm- und Leber-Kreislaufes oder des Pfortadersystemes, die allen Wirbelthieren bis zu den Fischen herab eigen ist, in einer ganz besonderen Beziehung zu der Ernährung des Körpers überhaupt steht.

Die Capillarsysteme sind, wie wir später beweisen werden, der Sitz der chemischen und physikalischen Veränderungen der Blutmasse. In den Capillaren geht der Prozeß der Ernährung, der Absonderung, der Aufsaugung vor sich, und dieser wechselseitige Austausch von Stoffen in den Capillaren zwischen der Blutmasse und den umgebenden Organtheilen muß nothwendig eine gewisse Rückwirkung auf Farbe und Zusammensetzung des Blutes haben. In den Capillaren des Körpers wird das Blut dunkel, es erhält eine bläulich-violette Farbe; in den Capillaren der Lunge wird es hellroth, schäumend. Der Durchgang des Blutes durch das Herz verändert seine Constitution durchaus nicht; das Herz hat nur eine rein mechanische Beziehung zu dem Blute, es theilt ihm durch seine Zusammenziehung nur die Bewegung mit. Wenn demnach der Durchgang durch Capillaren das Blut ändert, derjenige durch das Herz aber nicht, so müssen die ungleichnamigen Gefäße der beiden Kreislaufhälften gleichartiges, die beiden Herzhälften verschiedenartiges Blut führen. Die Lungenvenen führen hellrothes Blut, dieses durchläuft das linke Herz und wird, ohne verändert zu werden, in den Körperarterien

weiter geschafft; — in den Körpercapillaren wird das Blut dunkel, blau, und bleibt so durch die Venen, das rechte Herz und die Lungenarterien hindurch bis in die Lungencapillaren, wo es wieder hellroth wird. Man hat das hellrothe Blut auch arterielles, das blaurothe venöses Blut und demnach die linke Herzhälfte das Arterienherz, die rechte das Venenherz genannt; es folgt aus diesen Benennungen leider eine große Verwirrung, denn die Lungenarterien führen blaurothes, venöses Blut, die Lungenvenen hellrothes, arterielles. Ich weiß mich noch gar wohl zu erinnern, wie sehr mir diese fatalen Benennungen eine klare Anschauung des Kreislaufes behinderten; ich werde sie hier nicht anwenden, und nur von dunklem und hellrothem Blute, von dunkler und heller oder rechter und linker Herzhälfte sprechen.

Die ganze hydraulische Anordnung des Gefäßsystemes mit dem Herzen entspricht den Anforderungen, welche an ein solches Röhrensystem gemacht werden können, auf das Vollkommenste. Schon in dem Herzen selbst ist keine Kraft unnöthig verschwendet; — die Kammerwandungen sind ihrer Dicke und Muskelmasse nach genau der Bahn angemessen, durch welche sie das Blut hindurchtreiben sollen. Die linke Kammer, welche die gesammte Blutmasse durch alle Arterien, Capillaren und Venen des Körpers, ja sogar theilweise, in dem Pfortadersysteme, durch zwei Capillarsysteme bis in die rechte Vorkammer treiben muß, ist die stärkste an Muskelschichten, und dem Gewichte, wie dem Volumen nach, ist ihre Muskelmasse genau doppelt so groß, als diejenige der rechten Kammer, welche nur auf weit kleinerer Bahn durch die Lungen ihre forttreibende Kraft ausübt, und deßhalb auch weit dünnere contraktile Wände besitzt. Trotz dieser so einfachen und leicht ersichtlichen Verhältnisse aber hat man sich von frühen Zeiten her bestrebt, dem Blute als solchem einen Antheil an der Bewegung zukommen zu lassen. Es widerstrebte der Ueberzeugung vom Leben des Blutes, wenn man wieder auf der anderen Seite annehmen sollte, daß es sich der Herzthätigkeit gegenüber nur wie eine jede andere todte Flüssig-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

keit verhalte, und man vergaß, daß alle Bewegung auf Erden, mag sie nun Organismen angehören oder nicht, denselben physikalischen Gesetzen gehorcht, und daß der Knochen nicht minder lebt, wenn er gleich von den Muskeln wie jeder andere leblose Hebelarm hin- und hergezogen wird. Es kann meine Aufgabe nicht sein, hier alle jene veralteten Hypothesen von einer eigenen Propulsivkraft, die dem Blute inwohnen sollte, von einer freien Bewegung der Blutkörperchen, von einer Wiederholung des Planetenlaufes in der Blutbahn zu widerlegen; der Versuch, die Rechnung und die Anwendung rein physikalischer Untersuchungsmethoden haben mit mathematischer Gewißheit dargethan, daß alle Blutbewegung lediglich und allein von der Herzthätigkeit abhängt, daß die bewegende Kraft einzig in dem Herzen liegt und die Strömung ganz auf dieselbe Weise in den Gefäßen geschieht, ob nun Blut oder eine andere ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeit darin kreise.

Mit jeder Zusammenziehung treibt das Herz eine gewisse Blutmenge aus den Kammern in die Arterien hinaus. Die Arterien sind aus elastischen Fasern gesponnene Röhren, der Stoß der Blutwelle dehnt mithin ihr Lumen aus. Ihre eigene Elasticität aber, sowie der momentane Nachlaß des Stoßes während der Kammerdiastole, bedingen einen Widerstand gegen diese passive Ausdehnung; — die Arterie zieht sich auf ihr früheres Volumen zusammen. Nun neue Kammersystole, neuer Stoß, neue Welle, abermalige Ausdehnung des Gefäßes, der ein erneuter Widerstand der elastischen Gefäßwände, eine zweite Zusammenziehung folgt. Dies beständige Heben und Senken der Arterienwandungen, der abwechselnde Rhythmus der Blutwellen bedingt die Erscheinung des Pulses; jenes Orakels, das man bei allen Krankheiten um Rath fragt. Drei Momente kommen demnach bei dem Pulse hauptsächlich in Betracht: die Kraft des Herzstoßes, die Größe der Blutwelle und der Grad der Elasticität der Arterien, wodurch eine mehr oder minder bedeutende Energie des Widerstandes ihrer Wandungen bedingt wird. Aus diesen drei Faktoren setzen sich alle jene verschiedenen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Modifikationen des Pulses zusammen, welche der Arzt zu beobachten und in seinen Diagnosen zu benutzen hat. Die Zahl und der Rhythmus des Pulses hängen von der Herzthätigkeit, seine Völle oder Leere von der Größe der Blutwelle und der Gesammtmenge des Blutes überhaupt, seine Härte oder Weichheit endlich von dem Contraktionszustande der Arterienhäute ab. Man weiß aus Erfahrung, daß die scheinbar heterogensten Eigenschaften des Pulses sich vereinigen können, daß ein voller Puls zugleich weich sein kann, wenn ein lähmungsartiger Zustand der Arterienhäute die thätige Contraktion der Fasern hemmt, oder daß bei kleinem, kaum fühlbarem Pulse derselbe doch hart ist, weil durch Krampf die elastischen Fasern zusammengezogen sind. Man sieht leicht ein, daß bei dem innigen Zusammenhange der Herzbewegung mit dem centralen Nervensystem, bei der genauen Verknüpfung der Blutbereitung, Verdauung und Ernährung mit der Menge des Blutes und der Abhängigkeit der Gefäßcontraktion von dem peripherischen Nervensystem und von den äußeren Eingüssen, der Puls die mannichfachsten krankhaften Erscheinungen in sich reflektiren kann.

Nicht bloß krankhafte Zustände aber, auch normale Einflüsse bedingen die größten Verschiedenheiten des Pulses je nach Alter, Geschlecht und Größe der Individuen. Im Allgemeinen steht der Satz fest, daß die Zahl der Pulsschläge im umgekehrten Verhältnisse zu der Körpermasse steht. So hat ein neugeborenes Kind im Durchschnitt 130—140 Pulsschläge, ein erwachsenes Individuum zwischen 20—50 Jahren etwa 70, ein Greis etwa 80 Pulsschläge in der Minute. Eben so einflußreich ist der Athmungsprozeß. Je lebhafter die Respiration, desto zahlreicher auch die Pulsschläge, desto kräftiger die Zusammenziehungen des Herzens. Auch die Körperstellung hat Einfluß. Im Stehen ist der Puls zahlreicher als im Sitzen, hier wieder beschleunigter als im Liegen.

Mit jedem Pulsschlage wird eine gewisse Quantität Blut aus dem Herzen in die Arterien hinausgetrieben, und zwar muß diese Menge Blutes mit der Capacität der Herzhöhlen im ge-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nauesten Verhältnisse stehen. Die Herzkammer kann begreiflicher Weise nicht mehr Blut auspressen als sie enthalten kann, und was sie bei der Diastole aufnimmt, das treibt sie auch fast vollständig wieder aus. Kennt man nun die Capacität der Herzhöhlen und die Quantität der in dem Körper überhaupt vorhandenen Blutmenge, so läßt sich leicht berechnen, in wie viel Zeit die gesammte Blutmenge durch das Herz gehen muß, oder mit anderen Worten, wie viel Zeit zu einem vollständigen Umschwunge der gesammten Blutmenge gehöre. Nun ist aber leider die Bestimmung der Blutmenge eines Individuums eine äußerst schwierige Aufgabe. Das Verblutenlassen führt nicht zum Ziele. Das Leben endet durch die Lähmung des Gehirnes und des Herzens schon lange bevor sämmtliches Blut aus den Gefäßen ausgeflossen ist und es bleibt stets eine Menge davon in den Haargefäßen zurück, welche nicht bestimmt werden kann und die um so größer ausfällt, je bedeutender die Körpermasse selbst ist. Die sicherste Methode, welche man bis jetzt anwenden konnte, besteht in der Berechnung der Blutmasse aus der Verminderung des specifischen Gewichtes, die es durch Zufügung reinen Wassers erleidet. Man entzieht einem Thiere eine bestimmte Quantität Blut (so viel als ohne Störung geschehen kann) und bestimmt genau dessen specifisches Gewicht, so wie die Menge fester Stoffe, die es enthält. Nun sprützt man, was ohne Gefahr geschehen kann, destillirtes Wasser in bestimmter Menge in die Adern, wartet einige Minuten, bis dieses durch den Kreislauf mit der Blutmenge gemischt ist, und entzieht dann aufs Neue von dem nun verdünnten Blute eine bestimmte Menge, an der man specifisches Gewicht und festen Stoffgehalt bestimmt. Aus der Vergleichung der erhaltenen Werthe beim unverdünnten und beim verdünnten Blute läßt sich nun die Blutmenge des Thieres bestimmen. — Die Fehlerquellen dieser Methode liegen darin, daß die Gefäße keine todten Röhren sind, die nicht abgeben und aufnehmen, sondern daß im Gegentheile unmittelbar nach dem Aderlasse überall wässerige Flüssigkeit im Körper aufgesaugt, nach der Einspritzung Wasser abgesondert wird, so daß

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

also die Blutmenge nicht absolut dieselbe bleibt und nicht denselben Concentrationsgrad behält. — Nimmt man, abgesehen von diesen Fehlerquellen, die Resultate der Versuche an, so findet man, daß Fleischfresser im Durchschnitte mehr Blut besitzen als Pflanzenfresser und daß die Blutmasse etwa $1/5$ des Körpergewichtes im Mittel ausmacht. Ein 30- bis 40jähriger Mann würde danach im Durchschnitte 14,6 Kilogramme Blut (etwa 30 Pfund), eine Frau in demselben Alter 25 Pfund Blut besitzen. — Noch schwieriger ist die Bestimmung des Rauminhaltes der Herzhöhlen, da hier die Zusammenziehung und Stärke der Muskelwandungen viele Störungen verursachen. Berechnet man indeß aus den vorhandenen Angaben die Dauer, binnen welcher die gesammte Blutmenge durch das Herz durchgeht, so schwanken die Resultate zwischen 72 bis 120 Sekunden. Der Umschwung der gesammten Blutmasse dauert also höchstens zwei Minuten. Auch in anderer Weise angestellte Versuche bestätigen dies Resultat. Man öffnete eine Halsvene und spritzte ein leicht zu entdeckendes Reagens in das Blut ein. In abgemessenen Intervallen, die man mit der Sekundenuhr bestimmte, zapfte man nun aus der Halsvene der anderen Seite Blut ab und untersuchte dies Blut auf den Gehalt an dem eingeführten Stoffe. Um von einer Vene zur anderen zu gelangen, mußte das Blut den Weg durch das rechte Herz in die Lungen, dann in das linke Herz und durch den Körper machen, folglich die ganze Bahn des Kreislaufes durchmessen. Hierzu genügten 30—40 Sekunden.

Wie man sieht, so liefern diese Versuche, die noch obendrein an Pferden, also an größeren Thieren angestellt wurden, eine größere Geschwindigkeit des Blutlaufes, als die eben mitgetheilten, auf die Capacität der Herzräume und die Blutmenge gestützten Berechnungen. Es ist aber zu berücksichtigen, daß bei den Versuchen nur die Zeit bestimmt wird, welche das mit dem Reagens versetzte Blut auf dem kürzesten Wege zurücklegt, und daß eine jede Blutbahn je nach Verhältniß ihrer Länge für ihre Durchströmung eine verschiedene Zeit verlangt. Ein Blutkör-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

perchen, welches unmittelbar am Anfange der Aorta in die Kranzarterien des Herzens eingeht und durch die Kranzvenen zurückkehrt, wird den kürzeren Weg in geringerer Zeit zurücklegen, als ein anderes, welches durch die Zehen läuft. Man wird deßhalb wohl nicht irren, wenn man annimmt, daß eine Minute die mittlere Dauer des Blutumschwunges im menschlichen Körper sei und die gesammte Blutmenge demnach in einem Tage 1440 Mal den Körper durchkreise.

Je weiter vom Herzen weg man dem Blutlaufe folgt, desto langsamer wird er und desto unmerklicher wird der Puls, bis letzterer endlich gänzlich aufhört und in den fernsten und dünnsten Arterienzweigen das Blut langsam in stetem, gleichmäßigem Strome dahinfließt. Auch diese Erscheinungen lassen sich auf die befriedigendste Weise aus physikalischen Grundsätzen erläutern. Die Reibung des Blutes gegen die Arterienwände ist zwar nicht sehr bedeutend, da diese letzteren sehr glatt und eben sind, allein sie bildet doch immer ein Moment der Hemmung. Weit wesentlicher aber wirkt zu dieser Verlangsamung des Blutstromes die Erweiterung der Blutbahn ein. Es ist eine bekannte Sache, daß die Schnelligkeit eines Stromes in erweitertem Bette abnimmt und in ausgedehnten Becken und Seen sich fast auf Null reducirt; es ist eine Thatsache, daß in geschlossenen Röhren dasselbe Statt findet. Bei der Vertheilung der Blutgefäße ist dies Gesetz in Anwendung gebracht. Zwar sind die Zweige einer Arterie, jeder einzeln genommen, stets dünner als der Hauptstamm, aber die Gesammtsumme ihres Inhaltes übertrifft denjenigen des Hauptstammes stets um ein Bedeutendes. Die Unterleibsaorta z. B. theilt sich in der Tiefe des Beckens in zwei große Schlagadern, die Hüftschlagadern. Eine einzelne Hüftschlagader für sich genommen ist nicht so groß als die Aorta, aber ihr Durchmesser beträgt doch wenigstens zwei Drittel von dem Durchmesser der Aorta, so daß die beiden Hüftschlagadern zusammengenommen den Aortendurchmesser um ein Drittel wenigstens überwiegen. Alle Aeste der Arterien, wie der Venen, verhalten sich auf die gleiche Weise, und je weiter die Vertheilung der feinen Aeste und der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Capillargefäße geht, desto ausgedehnter wird auch die Blutbahn und desto langsamer der Kreislauf. Man hat nicht mit Unrecht gesagt, daß ein jedes Gefäßsystem bei idealer Aufzeichnung der Lumina einen Kegel bilden würde, dessen Spitze im Herzen, die Basis in den peripherischen Capillaren läge.

Das Verschwinden des Pulses in den entfernten feinen Arterienzweigen beruht nicht blos auf der Abnahme des Herzstoßes in die Entfernung. Denn wie bedeutend die Kraft des Herzstoßes noch in den Beinen sei, lehrt leicht die einfachste Beobachtung. Man fixire nur aufmerksam bei einem Manne, der sitzend die Beine übereinander geschlagen hat, das frei in der Luft schwebende Bein, und man wird bald den Pulsschlag an den regelmäßigen Hebungen und Senkungen des Fußes zählen können. Das Bein bildet in dieser Stellung einen äußerst langen Hebel, etwa wie der Zeiger an einem Kraftmesser, und deßhalb werden die pulsatorischen Bewegungen der Kniekehlenschlagader sichtbar, da sie einem langen Hebelarme mitgetheilt werden. Das Verschwinden des Pulsschlages, der Uebergang des abgesetzten, rhythmischen Stoßes in ein gleichförmiges Fließen, das in den engeren Arterien und Capillaren Statt hat, hängt von der durch die Elasticität bedingten Summirung aller einzelnen Stöße ab. Die elastische Gefäßwand setzt der Ausdehnung einen gewissen Widerstand entgegen, der endlich sich so weit erhebt und addirt, daß er der Stoßkraft Gleichgewicht hält und somit die Gleichförmigkeit des Stromes hergestellt ist.

Die Capillargefäße bilden den unmittelbaren Uebergang zwischen Arterien und Venen und in diesem feinen Röhrennetz tritt das Blut in unmittelbare Wechselwirkung mit der Substanz der Organe. Die Beobachtung hat dargethan, daß alle Capillaren, selbst die feinsten, stets ihre gesonderten deutlichen Wandungen haben, daß die Gefäßröhren überall vollkommen geschlossen sind und demnach zwischen umgebender Substanz und kreisendem Blute nur mittelst Durchdringung der Gefäßwände Austausch von Stoffen Statt finden kann. Diese Durchdringung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Gefäßwände ist aber nur bei flüssigen oder gasförmigen Substanzen möglich; feste in den Blutstrom eingeführte Körper können nur durch Verletzung der Gefäßwandungen oder durch Auflösung in dem Blute wieder aus dem Kreislaufe herauskommen. Deßhalb können auch die festen, in dem Blute schwimmenden Körperchen, deren Eigenschaften wir später kennen lernen werden, die Blutkörperchen, keinen direkten Einfluß auf die Ernährung haben, sondern nur durch stete Zerstörung und Auflösung im Blutwasser mit der umgebenden Substanz der Organe in Wechselwirkung treten. Die Bewegung des Blutes in den Capillargefäßen hängt einzig und allein von dem Stoße des Herzens ab; es tritt hier keine neue unbekannte Kraft hinzu, wie man früher glaubte. Die Wandungen der Capillaren sind auf sehr eigenthümliche Weise gebildet. Sie sind außerordentlich permeabel für Flüssigkeiten und gasförmige Stoffe, und die Prozesse der Endosmose und Exosmose oder des Austausches von Stoffen durch thierische Membranen sind hier in ihrer größten Intensität entwickelt. Die Capillaren sind aber auch sehr contraktil und namentlich für Temperaturwechsel und andere, vom Organismus selbst ausgehende Reize außerordentlich empfindlich. Applikation von Kälte kann sie fast bis zu gänzlicher Verschließung bringen und durch diese bedeutende Contraktilität üben sie einen mächtigen Einfluß auf die Gesammtheit des Blutkreislaufes aus. Man stelle sich die Capillaren eines Organes bis auf die Hälfte, auf ein Drittel ihres Volums zusammengezogen vor; — es wird dann auch nur die Hälfte, das Drittel der für das Organ bestimmten Blutmenge in dasselbe eintreten können und die übrigen Organe mit Blut überfüllt werden.

Alle diese Verhältnisse der Capillaren erforderten die angestrengtesten Bemühungen und ausgedehntesten Beobachtungen zu ihrer endlichen Feststellung. Namentlich gegen die Existenz eigener Wandungen stritten mehrere vortreffliche Beobachter, welche die Capillargefäße nur für in die Substanz ausgehöhlte Rinnen ansehen wollten. Andere glaubten a priori den unmittelbaren Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

abläugnen zu können; sie nahmen, aller direkten Beobachtung zum Trotze, an, das arterielle Blut gehe in der Substanz der Organe unter, und werde als venöses wieder neu geboren. In anderer Weise hat sich ein Rest dieser Ansicht noch bis in die neueste Zeit bei einigen Beobachtern erhalten, wonach wenigstens in den absondernden Drüsen die feinsten Haargefäße sich direkt in die absondernden Kanäle öffnen sollen. Indeß verhallen solche Stimmen immer mehr und mehr und die Ueberzeugung, daß alle Capillargefäße in sich abgeschlossen sind und nirgends eine Oeffnung zeigen, ist jetzt zum allgemein angenommenen Axiom geworden.

Auf dieselbe Weise, wie die Arterien sich allmählig in die Capillaren auflösten, setzen sich aus denselben die Venen zusammen. In dem Bereiche des Capillarkreislaufes ist es unmöglich, zu entscheiden, wo die Arterie aufhört, wo die Vene beginnt. Die bewegende Kraft, welche auf das in den Venen befindliche Blut einwirkt, ist ebenfalls einzig und allein der Herzstoß. Da aber dieser schon in den Capillaren in einen gleichmäßigen Druck sich umgewandelt hat, so wird er auch in den Venen in dieser Weise bleiben, wenn gleich immer noch eine geringe Oscillation in dem Drucke sich je nach Systole und Diastole des Herzens bemerken läßt. Aus einer angestochenen Vene, beim Aderlaß z. B., spritzt das Blut in continuirlichem Strome, der abwechselnde Wellen zeigt, die aber nur unbedeutend sind; aus einer verletzten Arterie springt es in Absätzen; es ist etwa der gleiche Unterschied wie zwischen dem Strahl einer Feuerspritze und dem einer einfachen Pumpe ohne Luftkasten. Der Druck, unter dem sich das Blut in den Venen bewegt, ist nur noch gering; die Geschwindigkeit des Blutlaufes ist indeß etwas größer, als in den Capillaren, weil durch die allmählige Sammlung der Venen in einzelne Stämme das Blut in stets engere und engere Räume einzutreten genöthigt ist. Das Verhältniß der Aeste zu den Stämmen ist bei den Venen durchaus dasselbe, wie bei den Arterien; der Strom des Blutes geht aber von den Zweigen aus nach dem Stamme hin. Stellen wir uns beide Gefäßsysteme unter dem Bilde zweier, mit der Basis an einander gelegter

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kegel vor, deren Spitzen in dem Herzen sich finden, so geht der arterielle Blutstrom von der Spitze nach der Basis, aus dem engeren in den weiteren Raum und verlangsamt sich deßhalb zusehends; während die venöse Strömung von der Basis zur Spitze gerichtet ist und deßhalb, bei steter Verengerung des ihr angewiesenen Raumes, eine stete Beschleunigung erfährt. In der Nähe des Herzens tritt durch die Erweiterung der Vorkammern bei der Diastole ein neues bewegendes Moment hinzu, indem das Blut durch die Entstehung eines leeren Raumes in den Vorhöfen von diesen angesogen wird, wie das Wasser in einem Gummibeutel, den wir zusammengedrückt haben und wieder sich ausdehnen lassen, während wir seine Oeffnung in die Flüssigkeit tauchen. Trotz dieser Verhältnisse würde aber der Venenkreislauf den bedeutendsten Störungen unterworfen sein, wenn nicht durch besondere Klappen im Innern der Venen manchen Uebelständen vorgebeugt wäre. Die Venen haben keine solche elastische Wandungen wie die Arterien, sie können dem Drucke der umgebenden Theile bei Bewegungen, Stellungsänderungen ꝛc. keinen Widerstand leisten, und dieser Druck ist oft wenigstens stärker, als der im Innern der Vene auf das Blut ausgeübte. Dieses würde demnach bei jedem solchem Drucke nach der Peripherie hin zurückgestaucht werden und Hemmungen des Capillarkreislaufes veranlassen, wenn nicht Taschenventile angebracht wären, welche sich dem Rückprallen des Blutes gegen die Peripherie hin entgegenstemmen und das Lumen der Vene verschließen. An den unteren Körpertheilen, den Beinen, wo das Venenblut der Schwere entgegen von unten nach oben in die Höhe geschafft werden muß, haben auch diese Ventile den Nutzen, daß sie bei momentanem Nachlasse des Blutdruckes vom Herzen aus das Zurücksinken der Blutsäule nach unten verhindern. Daß sie nicht einzig zu diesem Endzwecke angebracht sind, lehrt ihre Anwesenheit in den Venen des Halses, wo das Venenblut in seinem Strome der Richtung der Schwere folgt, so wie ihre Abwesenheit in solchen Venen, welche keinem Drucke der umgebenden Theile unterliegen können.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Suchen wir nun die Resultate der vorliegenden Untersuchungen in einige übersichtliche Sätze zusammenzufassen, so wären diese etwa folgende. Das Blut kreist in beständigem Umschwunge in einem Systeme von durchaus und überall geschlossenen Röhren. Der Kreislauf geschieht stets in derselben Richtung: aus der linken Herzhälfte in den Körper, von dort in die rechte Herzhälfte, aus dieser in die Lungen und aus den Lungen in das linke Herz zurück. Die Arterien sind Leitungsröhren vom Herzen zur Peripherie; die Venen Leitungsröhren von der Peripherie zum Herzen. Die Capillargefäße sind die Vermittler aller Prozesse des vegetativen Lebens, der Ernährung, Aufsaugung und Absonderung. Nur in den Capillargefäßen erleidet das Blut als solches physikalische und chemische Veränderungen. In den Capillaren des Körpers wird es dunkel violett, mit Kohlensäure geschwängert, in denen der Lungen hellroth und sauerstoffhaltig; die Umwandlungen können nur durch Imbibition und Durchdringung der überall geschlossenen Gefäßwandungen vor sich gehen. Die Kraft, welche das Blut bewegt, geht einzig und allein von dem Herzen aus. Das Herz ist eine mit Ventilen versehene Druckpumpe, die nach bestimmten physikalischen Gesetzen eingerichtet ist und diesen gemäß arbeitet.

Und so wäre es denn der Physiologie gelungen, das Herz, das so unruhig bewegte in der Menschenbrust, zu zähmen, ihm Fesseln anzulegen und Gesetze aufzubürden? Es wäre Erdichtung, die Theilnahme, welche wir ihm an unseren Gefühlen zuschreiben; und wenn wir unserer alten Gewohnheit nach reden vom stärkeren Schlage unseres Herzens, von freudigem Pochen und angstvollem Erzittern, so wären das nur bildliche Redensarten, schöne Träume einer regen Phantasie? Es wäre uns gegangen, wie dem Peter in Hauff's Mährchen vom Tannenhäuser, dem man das lebendige Herz aus der Brust riß und ein steinernes einsetzte, das zwar auch pochte und das Blut umtrieb; das aber keinen Antheil nahm an seinen Leiden und Freuden, das in Liebe und Haß gleichmäßig fortschlug, wie das Ticktack einer Uhr? Nein! wahrlich nein! so weit geht unsere

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Mechanik nicht. Sie lehrt uns die Gesetze, die physikalischen, an dem Herzen und den Gefäßen angebrachten Kräfte und deren Wirkungen kennen; allein Beobachtung und Reflexion zeigen auch, wie sehr die Anwendung dieser Kräfte von einem höheren Leiter, von dem Nervensysteme, abhängt und wie sehr jeder dort empfangene Eindruck sich in dem Maße und der Art der Herzbewegungen abspiegelt und reflektirt. Wir täuschen uns nicht, wenn wir in der Begeisterung unser Herz voller schlagen, in der Angst, der Erwartung es krampfhaft erzittern fühlen; — wir täuschen uns nur, wenn wir dem Herzen unmittelbar diese Theilnahme zuschreiben; es ist nur der Reflektor der von dem Centralorgane des Nervensystemes, dem Gehirne, aufgenommenen Eindrücke und Empfindungen, und auf Reizungen, welche von diesen Centralorganen ausgehen, reagirt es sogar weit heftiger, als auf direkt angebrachte Irritation. Daß aber großentheils auf solch engem Zusammenhange des Herzens und seiner Bewegungen mit dem Gehirne der Einfluß des letzteren auf die vegetativen Prozesse des Lebens beruhe, scheint mir keinem Zweifel unterworfen. Kummer, Angst und Sorge reiben den Körper auf; froher Muth, heiterer Sinn, ein gewisses Maß in Affekten und Leidenschaften erhalten die Gesundheit und Lebensfrische. Das sind Erfahrungen, die jeder im Leben bestätigt finden kann; — der Grund des Zusammenhanges dieser Erscheinungen ist nicht so leicht klar zu machen. Aber von der steten Erneuerung des Blutes hängt die Ernährung, die Athmung, das ganze vegetative Leben ab; und die Erneuerung und Bewegung des Blutes sind mit der Herzbewegung selbst auf das Innigste verknüpft. Wo der eine Faktor fehlt, da wird auch die ganze Summe unrichtig, und wo Uebermaß der Leidenschaften, ungestümer Wechsel der Affekte oder anhaltender Einfluß deprimirender Geistesstimmung die Aktion des Herzens unregelmäßig machen oder lähmend darauf einwirken, da kann auch der Blutlauf und somit die Ernährung des Körpers nicht in gehöriger Weise vor sich gehen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf