Erste Abtheilung.

Das vegetative Leben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

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.

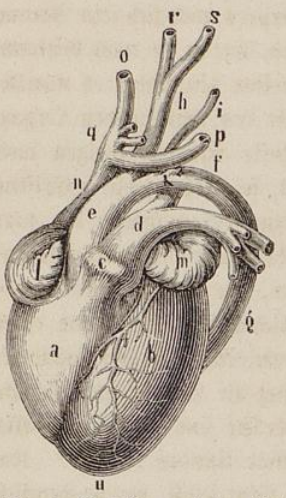


Fig. 1. Das Herz mit den Blutgefäßstämmen von vorn. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c, d. Lungenschlagader. e. Aorta oder große Körperschlagader. f. Bogen der Aorta. g. Absteigende Aorta. h. Gemeinschaftlicher Stamm der r. rechten Schlüsselbein- und s. rechten Halsarterie. i. Linke Halsarterie. k. 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.

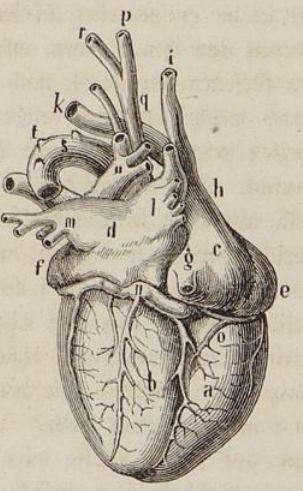


Fig. 2. Das Herz mit den Blutgefäßstämmen von hinten. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c. Rechte Vorkammer. d. Linke Vorkammer. e. Rechtes Herzohr. f. Linkes Herzohr. g. Untere Hohlvene. h. Obere Hohlvene. i. Gemeinschaftliche rechte Halsarmvene. k. Gemeinschaftliche linke Halsarmvene. l. Rechte Lungenvene. 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.

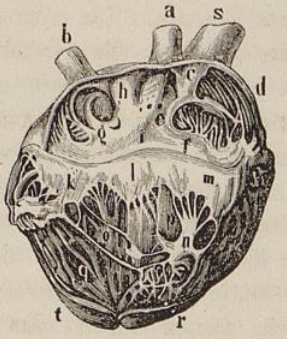


Fig. 3.

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

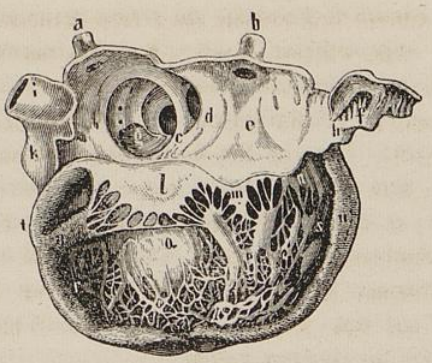


Fig. 4.

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

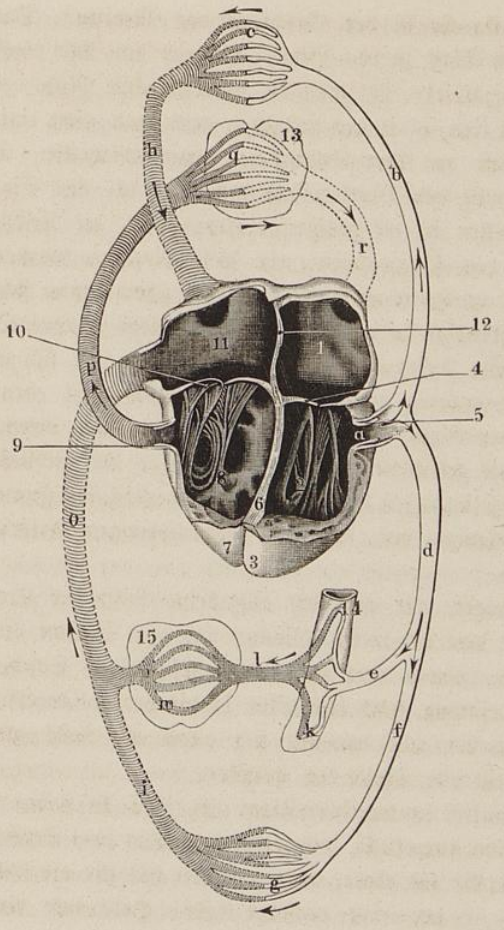


Fig. 5.

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

Zweiter Brief.

Das Blut, die Lymphe und der Chylus.

Das Blut, so wie es aus der geöffneten Ader springt, so wie es im lebenden Körper kreist, ist nicht eine einfache, homogene rothe Flüssigkeit ohne weitere Zusammensetzung. Es besteht aus zwei wesentlichen Formbestandtheilen: den rothen und farblosen Blutkörperchen, und dem Plasma oder der Blutflüssigkeit. Seine Farbe, die im Ganzen ein helles Kirschroth ist, scheint nicht unter allen Verhältnissen gleich. In der Jugend, bei lebhafter Bewegung, bei zarten, blutarmen Individuen ist das Blut heller, bei Menschen mit sitzender Lebensart und bei kräftigem Körperbau meistens dunkler. Die Luft wirkt schon in dem Augenblicke des Ausfließens auf die Farbe ein. Das Blut, welches aus einer weit geöffneten Ader hervorstürzt, ist dunkler als dasjenige, welches bei langsamem Ausfließen in feinem Strahle mit der Luft in innigere Berührung gekommen ist. Das Blut aus den Schlagadern, welches bei Verwundungen derselben in abwechselnden Stößen hervorspringt, erscheint mehr kirschroth mit einem Stich ins Zinnoberrothe, während das venöse Blut eine violette Färbung zeigt. Der eigenthümliche Geruch ähnelt demjenigen der Hautausdünstung und rührt wahrscheinlich von einem dem Blute beigemengten Fette her, das durch die Haut abgeschieden wird. Das spezifische Gewicht mag im Mittel etwa 1,055 betragen. Weiber und Jünglinge haben leichteres, dünneres Blut, als erwachsene Männer. Indessen wechseln auch diese Verhältnisse ungemein, je nach dem Gesundheitszustande des Individuums oder nach der Aufnahme fester oder flüssiger Nahrungsmittel.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

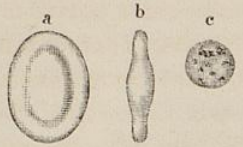


Fig. 6. Blutelemente des Frosches, bei 500maliger Vergrößerung. a. Ovales Blutkörperchen von der Fläche gesehen. b. Dasselbe von der Kante aus. c. Farbloses Lymphkörperchen.

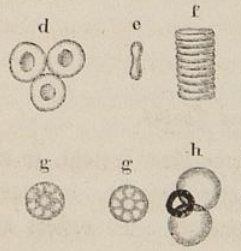


Fig. 7. Blut- und Lymph-Elemente des Menschen, bei 800facher Vergrößerung. d. Blutkörperchen, von der Fläche gesehen. e. Eines von der Kante aus. f. Rolle von aneinandergeklebten Blutkörperchen. g. g. Farblose Lymphkörperchen. h. Fettbläschen (Oeltröpfchen) aus dem Chylus, welche diese Flüssigkeit milchig machen.

Unter den Formbestandtheilen des Blutes, die sich nur mit dem Mikroskope unterscheiden lassen, fallen vor Allem die rothen Blutkörperchen ins Auge; kleine, runde, elastische Scheibchen, welche im Mittel $\frac{1}{300}$ Linie im Durchmesser haben. Unter dem Mikroskope erscheinen sie von schwach gelblicher Farbe, während ihre Anhäufung in großen Massen dem bloßen Auge die erwähnten Farbennüancen entgegenstellt. Bei dem Menschen haben die Blutkörperchen die Gestalt einer in der Mitte etwas vertieften kreisrunden Scheibe mit dickerem Rande, so daß man sie nicht unpassend mit Münzen verglichen hat. Sie scheinen in ihrer Masse ganz homogen zu sein; — wenigstens sind die Erscheinungen, die man bald auf Anwesenheit eines Kernes, bald auf die eines leeren Raumes in ihrer Mitte zu deuten suchte, entweder nur optische Täuschungen, oder durch die äußeren Einflüsse bedingte Veränderungen. Bei den größeren ovalen Blutkörperchen der Frösche tritt freilich ein Kern, der sogar eine mittlere Auftreibung veranlaßt, auf das Deutlichste hervor; — allein auch hier behauptet ein neuerer, genauer Beobachter, daß der Kern nur eine Gerinnungserscheinung sei, bedingt durch den Einfluß der Luft auf die Masse des Blutkörperchens, und daß in solchen Körperchen, die nicht mit der Luft in Berührung kommen, kein solcher Kern zu sehen sei. Man hat viel von einer festeren

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hülle und einem flüssigen Inhalte der Blutkörperchen gesprochen; indessen dürfte man der Wahrheit näher kommen, wenn man annimmt, daß die Blutkörperchen im Ganzen aus einem schwammig aufgequollenen eiweißartigen Stoffe, dem sogenannten Globulin bestehen, dessen äußere Schicht bedeutend fester ist, und durch verschiedene Einflüsse sich bald faltet und zusammenzieht, bald aufquillt, und bis zum Platzen ausdehnt. Daß die Körperchen nur halbfest und elastisch seien, beweist namentlich die Untersuchung des Capillarkreislaufes in durchsichtigen Theilen solcher Thiere, welche, wie die Frösche, große Blutkörperchen besitzen. Sobald irgendwo an einem Zweige, an einer Beugung des Gefäßes eine Stockung der rasch dahinrollenden Blutkörperchen eintritt, wobei sie gedrängt und zusammengedrückt werden, so biegen sie sich auf die mannichfaltigste Art ein, und oft sieht man Blutkörperchen, welche, um in ein sehr enges Haargefäß einzudringen, sich einbiegen, eiförmig und länglich werden, bis sie in freiere Räume gelangend ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. Im kreisenden Blute schwimmen alle Blutkörperchen einzeln und gleiten leicht an einander vorbei; — aus der Ader gelassen oder beim Stocken des Kreislaufes legen sie sich gern mit ihren glatten Flächen an einander und kleben auf diese Weise zusammen, so daß sie kleine Säulchen bilden, die etwa wie Geldrollen aussehen. Der schwammige, leicht aufquellende Stoff der Blutkörperchen ist äußerst empfindlich gegen Einwirkungen jeder Art. In reinem Wasser, in Flüssigkeiten von schwächerem Concentrationsgrade als die Blutflüssigkeit, quellen die Blutkörperchen durch Wassereinsaugung auf; in gesättigten Salz- und Zuckerlösungen schrumpfen sie ein, weil ihnen die Flüssigkeit Wasser entzieht. Andere Stoffe verändern sie durch chemische Einwirkung auf die mannichfaltigste Weise. Gase werden von ihnen mit großer Begierde eingeschluckt, und wie aus den oben angeführten Beobachtungen über die Existenz eines Kernes hervorgeht, können selbst Formveränderungen durch Gase hervorgebracht werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zwischen den rothen Blutkörperchen findet man in wechselndem Verhältnisse farblose kuglige Körperchen von doppelter Größe, die deutlich aus einer äußeren durchsichtigen, sehr zarten Hülle, und einer innern Kernermasse bestehen, welche letztere bald zu einem Kerne zusammengeballt, bald mehr zerstreut im Innern der Hülle liegt. Beim Frosche kann man diese farblosen Blutkörperchen in den Capillargefäßen der durchsichtigen Schwimmhaut zwischen den anderen cirkuliren sehen. In ihrem äußeren Ansehen, in ihrem Verhalten gegen fremdartige Einwirkungen gleichen diese farblosen Körperchen durchaus denjenigen, welche man in der Lymphe findet, und es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Lymphkörperchen stets mit der Lymphe in das Blut ergossen, und so den gefärbten Blutkörperchen beigemengt werden.

Das Plasma oder die Blutflüssigkeit bildet eine klare, durchsichtige, ungefärbte Flüssigkeit, die so klebricht ist, daß sie sich zwischen den Fingern in dünne Fäden ziehen läßt. Es enthält diese Flüssigkeit eine große Anzahl von Stoffen aufgelöst, und wechselt, wie leicht begreiflich, in ihrer Zusammensetzung bedeutend, je nach der Aufnahme verschiedener Stoffe in die Blutmasse. Die klebrige Beschaffenheit der Blutflüssigkeit rührt hauptsächlich von Eiweiß her, welches in reichlicher Menge darin aufgelöst ist, und in keiner Weise chemisch sich von dem Eiweiße der Hühnereier unterscheidet. Ein zweiter Bestandtheil der Blutflüssigkeit, der durch seine besonderen Eigenschaften noch mehr in die Augen fällt, als das Eiweiß, ist der Faserstoff oder das Fibrin, der zwar in dem lebenden Plasma aufgelöst ist, aber fast unmittelbar gerinnt und sich ausscheidet, sobald das Blut aus der Ader gelassen wird oder auch nur längere Zeit in den Adern stockt. Eiweiß wie Faserstoff gehören einer merkwürdigen Gruppe zusammengesetzter organischer Stoffe an, welche man mit dem Namen der Blutbildner bezeichnen kann, und die sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche weit verbreitet sind. Alle diese Stoffe, zu welchen als drittes wesentliches Glied der sogenannte Käsestoff gehört, welcher ebenfalls in der Blutflüssig-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

keit, wenn auch nur in äußerst geringer Menge vorhanden ist, alle diese Stoffe, sage ich, besitzen nahe übereinstimmende Eigenschaften. Jeder derselben kommt in einer löslichen und unlöslichen Modifikation vor. Ihre Zusammensetzung, ohne vollkommen identisch zu sein, nähert sich doch bedeutend, und ihre Zersetzungsprodukte sind oft identisch. Wenn gleich die Ansicht, wonach man glaubte, daß diese Stoffe Verbindungen eines organischen, aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzten Körpers, einer organischen Basis, die man Proteïn nannte, mit verschiedenen Mengen von Schwefel und Phosphor seien; wenn gleich diese Ansicht längst gefallen ist, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß diese Stoffe viele Beziehungen zu einander haben, und sich namentlich mit größter Leichtigkeit umtauschen und einer in den anderen verwandeln können. Faserstoff, Eiweiß und Käsestoff unterscheiden sich übrigens leicht durch ihr Verhalten. Man kennt kein anderes Lösungsmittel des Faserstoffes in unzersetztem Zustande, als das im lebenden Körper kreisende Blut; — nach dem Tode, nach dem Ausflusse des Blutes aus den Gefäßen scheidet sich der Faserstoff durch die Gerinnung aus. Das Eiweiß dagegen löst sich leicht im Wasser, gerinnt aber, sobald man dieses über 60 Grad R. erhitzt, und läßt sich durch Kochen vollständig ausscheiden. Der Käsestoff endlich bleibt bei jeder Temperatur im Wasser gelöst, er gerinnt aber durch Zusatz von Säuren oder von Lab (Schleimhaut des Kälbermagens) und schlägt sich in Flocken nieder.

Sobald das Blut aus der Ader gelassen ist, so gerinnt es. Diese Gerinnung ist allein in dem Faserstoffe begründet, der sich meist in der Form von kleinen mikroskopischen Schollen und Blättchen aus dem Plasma niederschlägt und anfangs alle Flüssigkeit und alle Blutkügelchen in sich einschließt, so daß das Blut im Ganzen eine gelatinöse, weiche Masse bildet. Nach einiger Zeit aber, bei fortdauernder Contraktion des Faserstoffes, preßt sich die Flüssigkeit nach allen Seiten heraus und dieser Prozeß dauert so lange fort, bis sich das gesammte Blut in zwei Theile geschieden hat: eine gelbliche Flüssigkeit, das Blut-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wasser oder Serum, und ein rothes, halbfestes Gerinnsel, der Blutkuchen oder Cruor. Verhindert man mittelst heftigen Schüttelns, Schlagens oder Quirlens des Blutes die Einschließung der Blutkügelchen durch den gerinnenden Faserstoff, so bildet sich kein Blutkuchen; — der Faserstoff setzt sich in Fäden und unregelmäßigen, weißlichen Flocken an die Stäbchen an, womit man das Blut schlägt und kann auf diese Weise vollständig aus dem Blute entfernt werden. Alle Blutkörperchen bleiben in Folge dieser Operation mit dem Serum zurück. Bei längerem Stehenlassen der rothen, ihres Faserstoffes beraubten Blutflüssigkeit, senken sich indeß die Blutkörperchen zu Boden und das helle gelbliche Serum schwimmt oben auf. Der Akt der Gerinnung ist demnach weiter nichts, als eine Ausscheidung des Faserstoffes aus dem Plasma. Das Serum ist entfaserstofftes Plasma, der Blutkuchen das Resultat der Verbindung des Faserstoffes mit den Blutkügelchen.

Auf welchem chemischen Prozesse die Gerinnung des Blutes beruhe, ist eine noch unerledigte Frage. So viel scheint gewiß, daß die Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft den wesentlichsten Einfluß darauf habe, daß sie aber nicht die einzige Ursache dieses annoch räthselhaften Vorganges sei. Viele Substanzen, namentlich concentrirte Salzlösungen, hindern die Gerinnung ganz, andere verzögern sie.

Die Blutkörperchen sind spezifisch schwerer, als das Plasma; sie sinken in demselben zu Boden. Die Gerinnung des Blutes tritt aber meist so schnell ein, daß die Blutkörperchen keine Zeit haben, sich zu senken, weßhalb dann das ganze Blut zu einer gleichförmig rothen Masse gesteht. In sehr faserstoffhaltigem Blute aber verbinden sich die Blutkörperchen schnell zu Säulchen und Geldrollen; sie senken sich in diesem Zustande weit schneller, weil sie durch ihre Verbindung weniger Fläche darbieten und somit auch der Widerstand der Flüssigkeit gegen ihren Fall geringer ist. Der an der Oberfläche des Blutes gerinnende Faserstoff schließt dann keine Blutkörperchen ein; die rothe Farbe fehlt ihm demnach, er ist gelblich, fast ungefärbt und bildet eine

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hautartige Ausbreitung auf der Oberfläche des Blutkuchens, die Speckhaut. Es ist eine bekannte Sache, daß diese Speckhaut sich stets auf stark faserstoffhaltigem Blute findet, bei entzündlichen Krankheiten, Schwangeren u. s. w., und daß ihre Bildung nicht auf einer zeitlichen Verzögerung der Gerinnung, sondern auf der durch die Säulchenverbindung bedingten schnelleren Senkung der Blutkörperchen beruht.

Sucht man die einzelnen Bestandtheile, welche das Blut enthält, nach den Substanzen zu ordnen, die man auf mechanische Weise durch das Mikroskop oder die Gerinnung unterscheiden kann, so erhält man folgende Resultate. Die Blutkörperchen bestehen ihrer größten Masse nach aus einem im Wasser löslichen eiweißartigen Körper, der mit dem Eiweißstoffe der Krystalllinse des Auges identisch ist und Globulin oder Krystallin genannt wurde. Dieser Stoff, der 1,1 Prozent Schwefel, aber keinen Phosphor enthält, findet sich nur in den Blutkörperchen, und seine absolute Menge beträgt auf 1000 Theile Blut etwa 125,6. Mit ihm ist in innigster Verbindung der rothe Farbestoff des Blutes, das Blutroth oder Hämatin, dessen Menge man auf 7,32 auf 1000 Theile Blut anschlagen kann und der namentlich dadurch merkwürdig ist, daß er die einzige Substanz des Körpers ist, welche Eisen in ziemlich bedeutender Menge enthält. Dieses Eisen ist ein nothwendiger Bestandtheil der Blutkörperchen. Die Bleichsucht beruht wesentlich auf dem Mangel dieses Metalles und wird durch seine Einführung in das Blut geheilt. Außer dem Eisen enthalten die Blutkörperchen noch von unorganischen Substanzen besonders Kali und Phosphorsäure, die sich in der Asche wiederfinden, und eine ziemliche Quantität verseiften Fettes, das man in mehrere Fette zerlegt hat.

Wir sahen so eben, daß das Serum des geschlagenen Blutes sich von der Blutflüssigkeit nur durch den Mangel des Faserstoffes unterscheidet. Die absolute Menge des Faserstoffes in 1000 Theilen Blut beträgt aber nicht mehr als 2,7, während der Eiweißgehalt im Durchschnitte 71,38 Theile beträgt. Da bei einem gesunden Blute der Faserstoff bei dem Gerinnen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sämmtliche Blutkügelchen in sich faßt, um mit ihnen den Blutkuchen zu bilden, so ist es ziemlich leicht, diese Eigenschaft zu benutzen, um durch dieselbe zu einer annähernden Schätzung der einzelnen Blutbestandtheile zu gelangen. Theilt man die bei einem Aderlasse erhaltene Blutmenge in zwei Theile und läßt die eine Hälfte ohne weitere Behandlung gerinnen und einen Blutkuchen bilden, während man die andere Hälfte quirlt und so den Faserstoff allein abscheidet, so braucht man nachher nur die Gewichte des ausgepreßten und getrockneten Faserstoffes zu bestimmen, um alle Elemente der Rechnung zu besitzen. Durch Subtraktion des Faserstoffgewichtes von dem Gewichte des Blutkuchens erhält man das Gewicht der Blutkörperchen. Ein gesundes Blut auf diese Weise behandelt, würde in 1000 Theilen einen Blutkuchen von 135 Theilen und 865 Theile Serum liefern. Durch Schlagen würde man daraus etwa 3 Theile Faserstoff erhalten, durch Kochen des Serums etwa 71 Theile Eiweiß. Wir würden demnach durch diese einfachen Operationen den ungefähren Gehalt des Blutes an Blutkörperchen, Faserstoff und Eiweiß erfahren, und aus der nach dem Kochen überbleibenden Flüssigkeit bei weiter fortgesetzter chemischer Behandlung noch die aufgelösten Salze und sonstigen Bestandtheile ermitteln können.

Diese letzteren, wenngleich in ihrer Menge gegen die übrigen Blutbestandtheile sehr zurückstehend, erscheinen dennoch von bedeutender Wichtigkeit für den Haushalt des Körpers. Manche dieser Stoffe sind nur deßhalb in so geringer Menge im Blute vorhanden, weil sie von den Drüsen beständig ausgeschieden werden; — andere gehen im Umschwunge des Kreislaufes zu Grunde und lassen sich deßhalb eher in dem Blute der einen als der anderen Adern nachweisen. So findet sich in der Blutflüssigkeit stets eine äußerst geringe Quantität von Käsestoff, von Harnstoff, von Gallenfarbstoff, von Traubenzucker, von Gallenfett und verschiedenen anderen verseiften und nicht verseiften Fetten. Nach der Ausrottung der Nieren nimmt der Harnstoffgehalt im Blute bedeutend zu, bei gehemmter Absonderung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Galle und gestörter Lebensthätigkeit häuft sich der Gallenfarbstoff so sehr in dem Blute an, daß er endlich in den Geweben des Körpers abgesetzt wird und die Gelbsucht erzeugt. Dies sind also Stoffe, welche in dem Körper erzeugt und durch die Drüsen beständig abgeschieden werden, während Käsestoff und Zucker vom Darmkanale aufgenommen und letzterer wenigstens größtentheils in den Lungen zu Grunde geht, so daß er nur in dem venösen, nicht aber in dem hellrothen Blute gefunden werden kann.

Die anorganischen Bestandtheile, die man als Asche beim Verbrennen wiederfindet, sind durchaus eben so wichtig für den Haushalt des Körpers, als die organischen. Der Mensch kann eben so wenig ohne Kochsalz und phosphorsaure Salze leben, als ohne Eiweiß oder Fett. Die meisten Salze aber finden sich in dem Serum des Blutes aufgelöst. Kochsalz wiegt unter ihnen an Menge vor. Ihm zunächst stehen kohlensaure und phosphorsaure Alkalien, und zwar sind die anorganischen Bestandtheile so vertheilt, daß Phosphorsäure und Kali vorzugsweise in den Blutkörperchen, die Chlormetalle, das Natron, der Kalk und die Bittererde, Schwefelsäure und Kohlensäure dagegen in der Blutflüssigkeit enthalten sind. Die Menge und das Verhältniß der anorganischen Stoffe zu einander wechselt indeß außerordentlich, je nach der augenblicklichen Einsaugung und den entsprechenden Ausscheidungen. Brod und Körnernahrung vermehren die Menge der phosphorsauren Alkalien im Blute, Gemüse dagegen diejenige der kohlensauren Salze, indem die meisten organischen Pflanzensäuren beim Uebergange in das Blut sich in Kohlensäure verwandeln.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Blutes im Ganzen mit derjenigen des Körpers, so wird man durch die Aehnlichkeit der Bestandtheile beider überrascht. Die Hauptorgane des menschlichen Körpers bestehen aus Eiweiß, Faserstoff und Fett, die sämmtlich in dem Blute nachgewiesen sind, und die Modifikationen dieser Stoffe, die wir in dem lebenden Körper finden, scheinen sämmtlich aus den im Blute vorhandenen Bestandtheilen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hervorgehen zu können. Die Auswurfsstoffe fehlen ebenfalls nicht und die feuerbeständigen Stoffe der Asche sind ihren Elementen nach im Körper und im Blute gleich. Man kann demnach mit Recht sagen, daß das Blut der aufgelöste Organismus sei. Wir werden in der Folge sehen, wie in der That alle Stoffumwandlungen des Körpers in dieser beständig kreisenden Flüssigkeit ihren Mittelpunkt finden, wie alles, was der Körper aufnimmt, durch das Blut an den Ort seines Verbrauches hingeschafft, alles, was er ausscheidet, ebenfalls an die Stelle der Aussonderung gebracht wird, und wie auf diesem Wege theils in der Blutmasse selbst, theils in den Organen, welche von ihr durchlaufen werden, die mannichfaltigsten Metamorphosen Platz greifen, deren Erforschung zum größten Theile noch eine Aufgabe der Wissenschaft ist. Es darf demnach nicht verwundern, wenn die mannichfaltigsten individuellen und temporären Verschiedenheiten in der Blutmischung sich nachweisen lassen, da man diese gleichsam als von drei verschiedenen Faktoren abhängig ansehen kann: von der individuellen Beschaffenheit, von der Aufnahme fremder Stoffe und von der Ausscheidung unnütz gewordener Substanzen. Daß das Ineinanderspielen dieser drei Einflüsse die vielfachsten Wechsel erzeugen und somit der Untersuchung die mannichfaltigsten Hindernisse entgegenstellen müsse, ist klar. Vermehrt werden aber diese Hindernisse noch durch die Schwierigkeit und Länge der Untersuchung an sich und durch die Unzulänglichkeit der Mittel, welche die Chemie besitzt, wenn es sich darum handelt, kleine Mengen von Stoffen nachzuweisen, die keine wesentlich charakteristische Reaktion besitzen. Wenn man bedenkt, daß die ungemein kleine Menge von Kuhpockengift, welche beim Impfen in die Blutmasse gebracht wird, in dieser eine so heftige Revolution bewirkt, daß Entzündung, Fieber, allgemeine Krankheit des ganzen Körpers, Ausschlag und Pockenbildung die unmittelbare, und eine, Jahrelang andauernde Veränderung der Empfänglichkeit für die Pockenansteckung die mittelbare Folge dieses unbedeutenden Eingriffes sind; wenn man andrerseits bedenkt, daß die Menge des so

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eingebrachten Stoffes so gering, so verschwindend klein und die dadurch bewirkte Veränderung der Blutmasse so unbedeutend ist, daß weder Mikroskop, noch chemisches Reagens bis jetzt darüber haben Auskunft ertheilen können, so muß man sich gestehen, daß trotz aller unserer mühevollen Untersuchungen es bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Vorgänge und Veränderungen, welche im Innern der Blutmasse Statt finden, wissenschaftlich klar darzulegen.

Die spezifischen Unterschiede der beiden Blutarten, nämlich des arteriellen oder hellrothen und des venösen oder dunklen Blutes, beruhen hauptsächlich auf der Farbe und auf der Menge der einzelnen Bestandtheile. Formverschiedenheiten zwischen den Blutkörperchen dieser beiden Blutarten haben selbst die gewiegtesten Mikroskopiker noch nicht mit Sicherheit entdecken können; der einzige dem bloßen Auge sogleich auffallende sichere Charakter ist die Farbe. Selbst in sehr verdünnter Lösung zeigt sich die Verschiedenheit der Nüancen noch deutlich. Das hellrothe Blut gerinnt schneller und sein Blutkuchen wird fester, als derjenige des venösen; das hellrothe Blut ist um 1° R. wärmer als das venöse. Das spezifische Gewicht des arteriellen Blutes ist auffallender Weise, den übereinstimmenden Beobachtungen der meisten Forscher zu Folge, geringer als dasjenige des dunkelrothen Blutes, eine Erscheinung, die mit dem größeren Wassergehalte des arteriellen Blutes zusammenhängt. In der That fand man bei einer vergleichenden Analyse des Pferdeblutes in 1000 Theilen Blut folgende Verhältnisse:

	Venöses Blut	Arterielles Blut
Eiweiß und Salze . .	81,23	78,03
Faserstoff	4,97	5,30
Blutkörperchen . . .	98,67	96,87
Wasser	815,13	819,80

Vergleicht man diese Zahlen unter einander, so findet man, daß das Verhältniß der Blutkörperchen und des Eiweißes zum Wasser etwa dasselbe in beiden Blutarten ist, daß aber nicht nur die relative, sondern auch die absolute Menge des Faser-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stoffes im arteriellen Blute bedeutender ausfällt. Wir müssen diese Resultate hinnehmen, so wie sie die Chemie uns gibt; allein es ist nicht zu verkennen, daß sie mit den Ergebnissen des Athmungsprozesses nur schlecht im Einklang stehen. Diesem zu Folge sollte das arterielle Blut weniger Wasser enthalten, concentrirter sein, als das venöse, da in dem Athmungsprozesse Wasser ausgeschieden wird. In der That geben auch einige Chemiker das arterielle Blut als concentrirter und weniger wässerig an, als das venöse; allein die Mehrzahl widerspricht dieser Behauptung. Vielleicht hängt der größere Wassergehalt des arteriellen Blutes von der Zufuhr der Lymphe ab; diese ist bekanntlich viel wässeriger als das Blut, und da sie sich unmittelbar von dem Herzen in den venösen Strom ergießt, so betreffen die an venösem Blute angestellten Untersuchungen nur solches Blut, welchem sich die Lymphe noch nicht beigemischt hat.

Der Gehalt an Gasen, welche in dem Blute enthalten sind, scheint sehr nach den Umständen zu wechseln. In einem späteren Briefe werden wir genauer zu bestimmen suchen, an welche Bestandtheile des Blutes diese Gase gebunden sind; hier genügt es zu wissen, daß man durch die Luftpumpe sowohl, als auch durch Schütteln mit indifferenten Gasarten aus dem Blute Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff entwickeln kann, und zwar in folgenden Verhältnissen.

1000 Vol. Blut geben:

	Pferdeblut		Kalbsblut	
	arterielles	venöses	arterielles	venöses
Kohlensäure . .	70,2	47,0	71,0	55,6
Sauerstoff . . .	25,0	12,0	28,1	9,6
Stickstoff . . .	9,9	7,0	18,1	6,4
	105,1	66,0	117,2	71,6

Es geht aus einer einfachen Vergleichung hervor, daß das arterielle Blut im Ganzen bei weitem mehr Gase enthält, als das venöse, und daß außerdem zwar die relative Menge des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Sauerstoffs bedeutend erhöht sei, dagegen auch die absolute Kohlensäuremenge bedeutender ausfalle, als im venösen Blute; ein Resultat, welches freilich leider eben so wenig mit den aus den chemischen Bedingungen des Athmungsprozesses hervorgehenden Thatsachen stimmt, als der Wassergehalt der beiden Blutarten. Jedenfalls ist die Untersuchung des Gasgehaltes des Blutes eine der schwierigsten in der organischen Chemie und die Sicherheit der dadurch zu gewinnenden Resultate bei weitem nicht so groß, als die aus der Untersuchung der Athmungsprodukte hervorgehenden Folgerungen.

Das Verhältniß der Gase zum Blute ist sehr eigenthümlich und höchst wichtig zum Verständniß des Athmungsprozesses. Sauerstoff mit dunklem Blut geschüttelt, färbt dasselbe hochroth und entbindet Kohlensäure; Kohlensäure mit arteriellem Blute geschüttelt, färbt dessen rothe Farbe dunkel und wird verschluckt, aber ohne daß Sauerstoff entbunden würde. Durch Schütteln des so dunkel gefärbten Blutes mit Sauerstoff wird die hochrothe Farbe wieder hergestellt.

Nach Jahre lang fortgesetzten Streitigkeiten über die Ursache dieser Farbenveränderungen scheint es endlich festgestellt zu sein, daß die dunkle Farbe, wie sie in dem venösen Blute sich zeigt, die natürliche des Blutfarbestoffes ist, die durch Anwesenheit oder Abwesenheit von Kohlensäure nicht im Mindesten verändert wird, während im Gegentheile der Sauerstoff augenblicklich die Veränderung der dunkeln Nüance in die hellrothe bewirkt.

So wie das Blut in stetem Kreislaufe, in beständigem, mechanischem Umschwunge durch den Körper sich befindet, so ist es auch in gleicher Weise in stetem Wechsel der Bestandtheile, in continuirlicher Umbildung, Zersetzung und Erneuerung begriffen. Schon an den Blutkörperchen selbst hat man die mannichfachsten Anzeigen beständiger Umbildung wahrzunehmen geglaubt. Die Einen werden sehr schnell von Reagentien angegriffen, während die Anderen, welche daneben liegen, nur sehr langsam der Zerstörung nachgeben; hier sieht man, in ganz gesundem Blute,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einzelne aufgeschwollene, scheinbar in Auflösung begriffene Körperchen; dort andere, in deren Innerem körnige Bildungen, Krümchen oder Kerne auf eine niedere Stufe oder Bildung deuten, während wieder andere, ohne Kerne, auf der höchsten Stufe der Entwickelung angekommen zu sein scheinen; in manchen Organen, wie namentlich in der Milz, findet man Blutkörperchen in Zellen eingeschlossen, in mancherlei Stufen der Auflösung oder Neubildung.

Die Neubildung des Blutes ist hauptsächlich durch ein sekundäres Gefäßsystem bedingt, welches mit dem Blutgefäßsysteme im Zusammenhang steht, und das man das Lymphsystem genannt hat. In allen Theilen des Körpers, mit Ausnahme der Knochen und des Gehirnes, finden sich feine, dünnwandige Kanäle, welche mit blinden Enden oder mit maschenförmigen Netzen in dem Gewebe beginnen, sich allmählich zu Stämmen zusammensetzen, die meist den Hauptblutgefäßen folgen, und endlich in einem großen Hauptstamm, dem Milchbrustgang, sich sammeln. Der Milchbrustgang läuft längs der Wirbelsäule im Innern der Brusthöhle hinan und ergießt sich in die linke Schlüsselbeinvene. Die Lymphgefäße zeichnen sich durch mehrere Eigenthümlichkeiten vor den Blutgefäßen aus. Vor allen Dingen enthalten sie eine so große Anzahl von inneren Klappen, daß sie meist, nach der Einspritzung, wie Perlschnüre aussehen. Außerdem sind ihre Wände dünner und die Zweige nur selten zu einzelnen Stämmen gesammelt. Selbst die größeren Stämme bilden mehr netzförmige Räume und nehmen sich etwa aus, wie ein mit reichlichen Inseln versehener Fluß. Außerdem sind die contraktilen Ringfasern in ihren Wänden bedeutend entwickelt und meist in verhältnißmäßig weit größerer Thätigkeit, als in den Blutgefäßen. Sie reagiren durch Zusammenziehung sehr intensiv auf äußere Reize, und es ist nicht selten, bei Operationen an lebenden Thieren Zusammenziehungen des Milchbrustganges und der größeren Lymphgefäße zu sehen. Diese Ringfasern sind indeß auch der einzige mechanische Apparat an den Lymphgefäßen zur Fortschaffung des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

flüssigen Inhaltes. Bei dem Blutgefäßsystem ist der mechanische Apparat auf einen einzigen Centralpunkt, das Herz, zusammengezogen; bei den Lymphgefäßen sind die bewegenden Momente über den ganzen Verlauf verbreitet. Von Stelle zu Stelle, von der Peripherie gegen den Milchbrustgang hin fortschreitend, ziehen sich die Ringfasern zusammen und pressen die in dem Lymphgefäße enthaltene Flüssigkeit nach beiden Richtungen hin aus. Allein dem Ausweg gegen die Peripherie hin stellen sich die zahlreichen Klappen entgegen; die Flüssigkeit wird demnach gegen den Milchbrustgang hingetrieben. Sobald die Zusammenziehung nachgibt und das Gefäß sich öffnet, so strömt natürlich von der Peripherie her wieder neue Lymphe ein, die durch eine neue Contraktion wieder weiter geschafft wird.

Unstreitig ist indeß diese selbstständige Zusammenziehung der Lymphgefäße nicht das einzig wirksame Moment zur Fortbewegung ihres Inhaltes. Man hat die Bemerkung gemacht, daß in starren Theilen, die keiner selbstständigen Bewegung fähig sind, keine Lymphgefäße vorkommen, während sie da, wo Muskelcontraktion und räumliche Wechsel aller Art sich finden, in großer Anzahl vorhanden sind. Der abwechselnde Druck der umgebenden Theile wirkt gewiß ganz in derselben Weise, wie die selbstständige Contraktion. Er treibt die Flüssigkeit vorwärts und bei seinem Aufhören strömt wieder neue aus der Peripherie ein, welche, der Stellung der Klappen nach, bei erneuertem Drucke weiter befördert wird.

Die Anfänge der Lymphgefäße im Gewebe sind noch nicht so bekannt, wie es wünschbar wäre. Die Anordnung der Klappen, welche bis in die feinsten Aeste hin sich erhält, macht jede feinere Einspritzung der letzten Zweiglein außerordentlich schwierig, und unter dem Mikroskope gelingt es bei der hellen Farbe der darin eingeschlossenen Flüssigkeit nicht leicht, die feinsten Lymphgefäße aufzufinden und in ihrem Verlaufe zu verfolgen. In den Zotten des Darmkanales beginnen die Lymphgefäße jedenfalls mit einem einfachen oder gespaltenen Stamme, der gewöhnlich ein kolbiges Ende zeigt; in anderen Organen, wie namentlich

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

an der Leberoberfläche, zeigen sich weitmaschige Netze, aus Gefäßchen bestehend, die einen weit bedeutenderen Durchmesser haben, als die Capillaren der Blutgefäße.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Lymphgefäße besteht in den zahlreichen sogenannten Drüsen, durch welche sie hindurchgehen. Diese Gebilde, welche sich namentlich am Halse, in der Achselgrube und der Schenkelbeuge, sowie in dem Gekröse des Darmes in sehr großer Menge vorfinden, bestehen aus kleinen, meist etwa Haselnuß großen, bohnenförmigen halbfesten Körpern, innerhalb deren sich die Lymphgefäße in eine Menge verwickelter Zweige auflösen, die vielfach unter einander zusammen münden, eine nur sehr dünne äußere Haut haben und seitliche Ausfackungen zeigen, die mit Drüsensäckchen einige Aehnlichkeit haben. Welchen Zweck diese Verknäuelungen der Lymphgefäße, auf denen sich zahlreiche Blutgefäße verbreiten, haben, ist noch nicht ermittelt worden. Jedenfalls stockt die Fortbewegung der Lymphe in ihnen und deßhalb sind es auch diese Drüsen, welche vorzugsweise bei Einsaugung fauliger Substanzen, sowie in manchen Krankheiten, wie z. B. der Skrophelsucht, afficirt werden. Schon mancher Anatom hat eine kleine Verletzung, welche er sich bei der Sektion einer in der fauligen Zersetzung begriffenen Leiche zugezogen, mit den heftigsten Entzündungen und Vereiterungen der Achseldrüsen büßen müssen.

Der Beschaffenheit der Flüssigkeit nach, welche in den Lymphgefäßen nach dem Venensystem zugeleitet wird, unterscheidet man zwei Arten von Saugadern: die eigentlichen Lymphgefäße mit klarem, hellem, durchsichtigem Inhalte, welche aus allen Theilen des Körpers stammen, und die Chylus- oder Milchgefäße, welche von dem Darmkanal ausgehen, und sich durch ein meist trübes, milchiges Ansehen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit auszeichnen.

Die Lymphe selbst, welche man schon in einigen seltenen Fällen aus Wunden am Fußrücken in ziemlich reichlicher Menge sammeln konnte, bietet in morphologischer und chemischer Hinsicht viel Aehnlichkeit mit dem Blute dar. Sie gerinnt wie dieses und bildet, indem ihr Faserstoff die in ihr enthaltenen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Körperchen umhüllt und einschließt, einen Kuchen wie das Blut, der nur dadurch sich unterscheidet, daß er farblos ist. Es schwimmen in ihr Körperchen, welche mit den farblosen Körperchen, die man im Blute in geringer Anzahl findet, identisch sind, und an denen man deutlich einen Kern und eine Schale unterscheiden kann; sie sind bedeutend größer als die Blutkörperchen.

Der Chylus oder Milchsaft unterscheidet sich nur durch seinen bedeutenden Gehalt an Fett von der Lymphe. Dies Fett ist in kleinen Tröpfchen oder Kügelchen in ihm abgelagert, und der Chylus erhält dadurch ein emulsionsartiges Ansehen. Die Menge dieses Fettes richtet sich durchaus nach der Nahrung. Bei hungernden Thieren ist der Chylus blaß, selbst ganz durchsichtig; bei Genuß von stärkemehlhaltigen Substanzen wenig trübe, mehr noch nach Fleisch und Milch, völlig weiß und undurchsichtig nach Genuß von Butter.

Je näher der Chylus und die Lymphe dem Blutgefäßsysteme kommen, desto ähnlicher werden sie auch dem Blute selbst, ohne indeß dessen Zusammensetzung gänzlich zu erreichen. Die Körperchen selbst, sowie die Flüssigkeiten werden allmählich röthlich, und namentlich scheint die Milz wesentlich zu dieser Röthung der Lymphe beizutragen. Indeß wandeln sich die Lymphkörperchen innerhalb des Milchbrustganges noch nicht in vollkommene Blutkörperchen um, eben so wenig als der Chylus selbst in seiner Zusammensetzung dem Blute gleicht. Eine nähere Vergleichung der Analysen beider Flüssigkeiten gibt die Unterschiede deutlich zu erkennen.

In 1000 Theilen	Pferd		Katze	
	Blut	Chylus	Blut	Chylus
Faserstoff	2,80	0,75	2,40	1,3
Körperchen . . .	92,80	4,00	115,90	48,9
Eiweiß	80,00	31,00	61,00	
Extractivstoffe . . .	5,20	6,25		
Fett	1,55	15,00	2,70	32,7
Chlornatrium . . .	—	—	5,37	7,1
Alkalisalze . . .	6,70	7,00	1,63	2,3
Erdsalze	0,25	1,00	0,49	2,0
Eisenoxyd	0,70	Spuren	0,51	Spuren
Wasser	810,00	935,00	810,00	905,7

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Unterschiede beider Flüssigkeiten springen in die Augen. Während der Chylus im Ganzen wasserhaltiger ist, als das Blut, so bieten die relativen Faserstoff- und Eiweißmengen nur geringe Verschiedenheiten dar; die in dem Blute enthaltenen Körperchen dagegen werden in dem Chylus durch eine bedeutende Menge von Fett gewissermaßen ersetzt. Auch die Extraktivstoffe wiegen in dem Chylus bedeutend vor und ebenso sind die Salze relativ in weit bedeutenderer Menge im Chylus als in dem Blute vorhanden. Der Milchsaft bietet demnach eine beständige Ersatzquelle des Faserstoffes und Eiweißes, während er zugleich einen Ueberschuß von Fett, Salzen, Extraktivstoffen und Wasser in das Blut überführt. Noch mehr als der Chylus nähert sich die Lymphe, da sie weit weniger Fett enthält, in ihrer Zusammensetzung dem Blute. Sie ist eine verdünnte Blutflüssigkeit, in welcher im Verhältniß zum Eiweiß und Fett die löslichen Salze und Extraktivstoffe vorwalten.

Berücksichtigt man nun, daß die Lymphe und der Chylus in unmittelbarer Nähe des Herzens in die Schlüsselbeinvene ergossen werden und nur das rechte Herz und die Lungen zu durchlaufen haben, um in den arteriellen Blutstrom zu kommen, so läßt sich schon a priori das wahrscheinliche Schicksal der einzelnen Bestandtheile des Chylus und der Lymphe errathen. Das überschüssige Wasser dunstet theils in den Lungen aus, theils wird es in den Nieren abgeschieden. Die Lymphkörperchen bilden sich im Blutstrome allmählig zu Blutkörperchen um; die überschüssigen Salze werden in den Nieren, dem Sekretionsorgan der salzigen Bestandtheile, entfernt, Faserstoff und Eiweiß bleiben in dem Plasma und ersetzen die demselben durch die Ernährung der Theile zugefügten Verluste. Das Fett löst sich großen Theils im Plasma auf und wird von diesem an bestimmten Orten abgesetzt.

Die Abhängigkeit, in welcher die Bildung des Chylus von der Art der Nahrung steht, ist so groß, daß man mit vollem Rechte zur Aufstellung des Satzes berechtigt ist, daß der Chylus zweier gleich genährter Thiere aus verschiedenen Gattungen nicht

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so verschieden ist, als derjenige zweier ungleich genährter Thiere derselben Gattung. Es beweist dies auf das Bestimmteste, daß den aufsaugenden Milchgefäßen des Darmes keine Auswahl unter den ihnen dargebotenen Stoffen des Darminhaltes frei steht, sondern daß sie aufnehmen, was gerade absorptionsfähig ist. Stände ihnen eine Auswahl zu, so würde die Qualität des Milchsaftes nicht zu den Nahrungsmitteln in einem Abhängigkeitsverhältniß stehen, sondern vielmehr bei einer und derselben Thiergattung stets dieselbe Zusammensetzung haben, was, wie erwiesen ist, nicht statt hat. Da mithin der Chylus in so naher Wechselwirkung mit dem Blute und der Blutbereitung steht, so ist diese auch wieder durchaus von der Art der Ernährung abhängig, und es ist sonach von der größten Wichtigkeit für die Wohlfahrt des ganzen Körpers, daß die Aufnahme von Nahrungsmitteln den Bedürfnissen der Blutmasse gehörig angepaßt sei. Wir werden in einem der folgenden Briefe darzuthun versuchen, daß die Milchgefäße hauptsächlich die Regenerationsquelle des Blutplasma's bilden, daß demnach von ihnen die normale Ernährung des Körpers großen Theils abhängt, während trotz der starken, in den Blutgefäßen des Darmes thätigen Aufsaugung, diese weniger die normalen, als die zufälligen Bestandtheile des Plasma's aufnehmen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dritter Brief.

Die Verdauung.

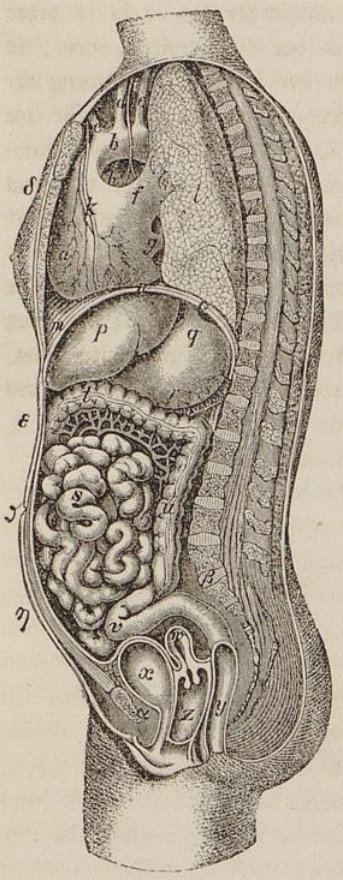


Fig. 8. Der Rumpftheil eines weiblichen Körpers, senkrecht durchschnitten, um die Lage der Brust- und Bauch-Eingeweide zu zeigen.

a. das Herz. b. Bogen der Aorta. c. Gemeinschaftlicher Stamm der rechten Hals- und Schlüsselbeinschlagader. d. Linke Halsschlagader (Carotis). e. Linke Schlüsselbeinschlagader. f. Lungenschlagader. g. Lungenvene. h. Lungenfell. i. Herumschweifender Nerv (N. vagus). k. Zwerchfellsnerv. l. Linke Lunge. m, n, o. Zwerchfell. p. Linker Leberlappen. q. Mündung des Schlundes in den Magen (Cardia). r. Magen. s. Windungen des Dünndarms. t. Querdarm. u. Absteigender Theil des Dickdarmes. v. Biegung desselben w. Gebärmutter (Uterus). x. Harnblase. y. Mastdarm. z. Scheide α. Das Schambein (Os pubis) quer durchgesägt. β. Lendenwirbel. γ. Rückenwirbel, nach rechts davon das Rückenmark in dem Kanal der Wirbel und darauf die Darmfortsätze der Wirbel mit den Muskelmassen des Rückens. δ. Die vordere Brustwand. ε, ϑ, η. Die Muskelwand des Bauches.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Maschine des Organismus bedarf einer beständigen Speisung, einer steten Zuführung von Substanzen, aus welchen die im Umschwunge des Stoffwechsels zersetzten Theile und Gewebe wieder aufgebaut werden. Zu dieser Stoffaufnahme hat die Natur in dem thierischen Körper ein eigenthümliches Rohr geschaffen, welches in den höheren Thieren an beiden Enden geöffnet ist; einerseits um die zur Nahrung bestimmten Substanzen aufzunehmen, und am anderen Ende, um die Reste, welche nicht aufgenommen wurden, auszuwerfen. Dies Rohr heißt der Darmkanal oder Nahrungskanal. Seine äußeren Formen, so wie seine inneren Bildungen wechseln in größter Mannichfaltigkeit, je nach der Beschaffenheit der Nahrung und der Eigenthümlichkeit der Gattung. Im Allgemeinen besitzen fleischfressende Thiere ein kürzeres, weniger gewundenes Darmrohr, an welchem nur ein größerer Behälter, der Magen, angebracht ist; pflanzenfressende Thiere sind mit längerem, vielfach gewundenem Darmschlauche versehen, und nicht nur ist der Aufnahmebehälter, der Magen, öfter mehrfach vorhanden, sondern auch an anderen Stellen sind zuweilen seitliche Ausstülpungen, Blinddärme angebracht, in welchen die der Verdauung unterworfenen Nahrungsstoffe länger verweilen. Die innere Bildung des Darmrohres selbst ist, bei den höheren Thieren namentlich, nach einem und demselben Typus angelegt.

Man unterscheidet drei Schichten: die äußerste seröse oder Bauchfellschicht, die mittlere Muskelschicht und endlich die innere Schleimhautschicht, welche unmittelbar mit dem Inhalte des Darmes in Berührung steht. Die äußerste Schicht wird aus einer sehr glatten, schlüpferigen, sehnigen Haut gebildet, deren glänzende, stets feucht erhaltene Oberfläche das Gleiten der Darmstücke bei ihren Bewegungen sehr befördert. Diese Schicht ist eine Fortsetzung des die ganze Bauchhöhle auskleidenden Bauchfelles, das an der inneren Fläche der Wände der Bauchhöhle, am Zwerchfelle und der Rückenwirbelsäule befestigt ist und beim Ueberziehen des Darmes Duplikaturen bildet, an denen der Darm hängt, etwa wie die umgeschlagene Laufröhre an einem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Vorhange. Obgleich der Darm auf diese Weise in seiner ganzen Länge befestigt ist, so wird dennoch seinen Bewegungen ein weiter Spielraum gelassen, in dem das Gekröse, welches von den erwähnten Duplikaturen des Bauchfelles gebildet wird, vielfach zusammengefaltet ist. Die Bewegungen des Darmkanales gehen von der mittleren Muskelschicht des Darmrohres aus. Von dem Schlunde und Magen an zieht sich diese Schicht einfacher, dem Willen nicht unterworfener Muskelfasern bis zu dem Ende des Darmkanales fort. Ihrer großen Masse nach besteht diese Muskelschicht aus queren Muskelfasern, die ringförmig um das Darmrohr herumlaufen, und durch ihre, der Willkühr nicht unterworfenen Zusammenziehungen wellenförmig von oben nach unten fortschreitende Bewegungen veranlassen, welche die Physiologen mit dem Namen der peristaltischen Bewegungen zu bezeichnen gewohnt sind. An einzelnen Abtheilungen des Darmes, wie namentlich im Magen, findet man dagegen in mehrfacher Richtung sich kreuzende Muskelfasern, so daß die Bewegungen dieser Theile eine größere Mannichfaltigkeit besitzen. Während so die mechanische Funktion des Darmrohres, die Aufnahme, Fortbewegung und Ausstoßung der Nahrungsmittel, der Muskelschicht anheimfällt, ist die chemische Funktion wesentlich in der innersten Schleimhautschicht concentrirt. Durch diese Schicht werden verschiedene Säfte abgesondert, ohne deren Mitwirkung die Verdauung nicht zu Stande kommen könnte, und durch dieselbe Schicht werden alle Substanzen aufgenommen, die aus den Nahrungsmitteln in das Blut und in den Haushalt des Körpers übergeführt werden sollen. Die Bildung dieser Schleimhautschicht ist eine sehr verschiedene, je nach den verschiedenen Abschnitten des Darmes. In dem Magen finden sich fast nur cylindrische Drüsensäcke, einer neben den andern gestellt, wie hohle Pallisaden, die sogenannten Labdrüsen, welche vorzugsweise den Magensaft absondern. Gegen die Muskelschicht hin sind diese Labdrüsen kolbenförmig abgeschlossen. Die von ihnen abgesonderte Flüssigkeit bildet mit den abgestoßenen cylindrischen Zellen, welche ihre innere Fläche überziehen, einen zähen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schleim, der sich nach und nach mit den Nahrungsmitteln auf das Innigste mengt. Schon auf der Pförtnerklappe des Magens, bei dem Uebergang in den Zwölffingerdarm, nimmt die im Magen sammetartig ebene Schleimhaut einen anderen Charakter an. Es erheben sich auf ihr kleine Falten, die stets höher, zuletzt cylindrisch oder zungenförmig werden, und die man in dieser Form die Darmzotten genannt hat. Diese Schleimhautzotten bestehen aus einer unbestimmt faserigen blassen Grundmasse, mit einem regelmäßigen Ueberzuge von cylindrischen Zellen, der sich fast wie ein Handschuhfinger abstreifen läßt. In der Achse der Zotte findet sich der Anfang des Lymphgefäßes, in der hellen, mit spindelförmigen Kernen durchsäeten Grundmasse verzweigen sich die Blutgefäße, welche meist aus einer kleinen Arterie stammen und in eine einzige Vene sich sammeln. Es umspinnen diese Blutgefäße die Zotte von allen Seiten, so daß man sich die Zotte im Ganzen etwa unter dem Bilde eines Fingers versinnlichen kann, der mit einem gestrickten Handschuh überzogen ist, so daß der Knochen dem in der Achse verlaufenden Milchgefäße, Fleisch und Haut dem Gewebe und der gestrickte Handschuh dem Blutgefäßnetze entsprechen wird. Die Schleimhautzotten haben nirgends Oeffnungen; alle Stoffe, welche durch sie aufgenommen werden sollen, können nur in flüssigem Zustande durch die auskleidende Zellenschicht hindurch in die Blutgefäße und in den im Centrum der Zotte befindlichen Lymphkanal gelangen. Aeltere Anatomen, welchen die Struktur der Zellen des thierischen Körpers noch unbekannt war, hielten die dunkeln Kerne dieser Zellen für Oeffnungen in den Zotten, und schlossen daraus, daß die Lymphgefäße mit offenen Enden die Stoffe aufsaugten; neue Untersuchungen haben die wahre Natur dieser dunkeln Punkte und die Struktur der letzten Enden der Lymphgefäße dahin aufgeklärt, daß die vermeinten Oeffnungen solide Kerne sind, welche in der das kolbige Ende des Lymphgefäßes umgebenden Masse der Zotte liegen.

Die Verdauung als solche, d. h. die Veränderung, welche die Speisen innerhalb des Darmrohres von der Mundhöhle an

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bis zu ihrem Austritte erleiden, ist ein rein chemischer Prozeß, der, unter denselben Bedingungen außerhalb des Körpers wiederholt, ganz dieselben Resultate liefern würde. Es treten hier nicht, wie man so oft geglaubt hat, besondere vitale Kräfte ins Spiel, deren Analyse uns unmöglich ist; das Leben des Organismus ist nur insofern dabei thätig, als es die zu verdauenden Stoffe in der nöthigen Temperatur erhält, die zur Zersetzung dienenden Säfte und Reagentien liefert, die Filter zur Abscheidung der gelösten Substanzen herstellt und endlich die zur Fortschaffung der ungelösten Stoffe angewiesenen Kräfte in Anwendung bringt. Der Prozeß der Verdauung selbst aber ist der unmittelbaren Einwirkung des Organismus eben so gut entzogen, als jeder andere chemische Prozeß im Körper. Man hat schon oft darauf aufmerksam gemacht, daß die zur Verdauung vom Körper angestellten Operationen denen des Chemikers in vielen Beziehungen ähneln. Zuerst wird die Substanz zwischen den Zähnen zerkleinert, zerschnitten, zerrieben und mit einer fast indifferenten, sehr wässerigen Flüssigkeit, dem Speichel, gemischt. Nachdem sie so zur Einwirkung der verschiedenen lösenden Flüssigkeiten vorbereitet ist, wird sie in einer größeren Blase, dem Magen, dann in einem längeren Rohre, dem dünnen und dicken Darme, mit verschiedenen Säften ausgezogen, die Lösungen durch die Schleimhaut abfiltrirt und von Blut- und Lymphgefäßen aufgenommen, und der unbrauchbare Rest endlich, nach vollendeter Operation, weggeworfen.

Das Kauen und die dabei stattfindende Tränkung der Nahrungsmittel durch die Mundflüssigkeit, welche aus dem Mundschleime und der Absonderung der verschiedenen Speicheldrüsen zusammengesetzt ist, hat vor Allem nur den oben bezeichneten mechanischen Einfluß der Zerkleinerung und Einweichung. Der Speichel enthält nur außerordentlich wenig feste Bestandtheile, unter denen indeß ein äußerst kräftiger Gährungsstoff sich befindet, welcher gekochte Stärke oder Kleister fast unmittelbar in Zucker umsetzt. Diese gährungserzeugende Kraft des Speichels auf gekochte Stärke wird selbst durch die spätere Beimischung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

des sauren Magensaftes nicht aufgehoben, die Umsetzung selbst aber wird befördert durch den Sauerstoff der Luft, von der beständig eine gewisse Quantität bei dem Kauen in den schleimigen Speichel eingeschlossen und dann beim Hinabschlucken in den Magen befördert wird. Wenn also die Speichelflüssigkeit einerseits das Hinabschlucken trockener Stoffe erleichtert und durch Verflüssigung der im Munde befindlichen Stoffe die Geschmacksempfindung vermittelt, so leitet sie andrerseits die Verdauung und Umsetzung der stärkemehlhaltigen Substanzen ein, welche immer weit schwieriger von Statten geht, als die des Fleisches und der übrigen blutbildenden Stoffe, wie z. B. des Faserstoffes und Eiweißes. Deßhalb sehen wir auch bei fleischfressenden Thieren das Kauen und die Einspeichelung nur sehr unvollständig geschehen; ihr Speichel selbst ist wässeriger und weniger schaumig. Pflanzenfresser dagegen haben Backzähne mit stumpfen breiten Kronen, zum Mahlen und Zerreiben tauglich, sie kauen die Nahrung vollständig und verwandeln sie schon im Munde mit Beihülfe eines schaumigen, sehr lufthaltigen Speichels in einen Brei, der sogar bei den Wiederkäuern zum zweiten Male aus dem Magen in die Mundhöhle heraufbefördert wird, um von Neuem zerkleinert und mit einer neuen Sauerstoffmenge durchknetet zu werden.

Der Bau der hinteren Theile des Mundes, des Gaumens und der Rachenhöhle ist vorzüglich darauf berechnet, den Bissen auf seinem richtigen Wege zu erhalten, und ihn weder nach oben in die hinteren Nasenöffnungen, noch nach vorn in den Kehlkopf und die Luftröhre ausweichen zu lassen. Das weiche Segel des Gaumens, das im Hintergrunde der Mundhöhle herabhängt, bildet gewissermaßen einen Teppichvorhang, den der Bissen wegdrängen und aufheben muß, um in den Schlund zu gelangen. Von der Seite her wirken die Gaumenbogen, welche man bei geöffnetem Munde sieht, durch ihr Zusammentreten. So von allen Seiten eingeschlossen und gedrängt, schlüpft der Bissen unter dem Gaumensegel durch und über den Kehldeckel weg in den Anfang des Schlundes, von wo er durch die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

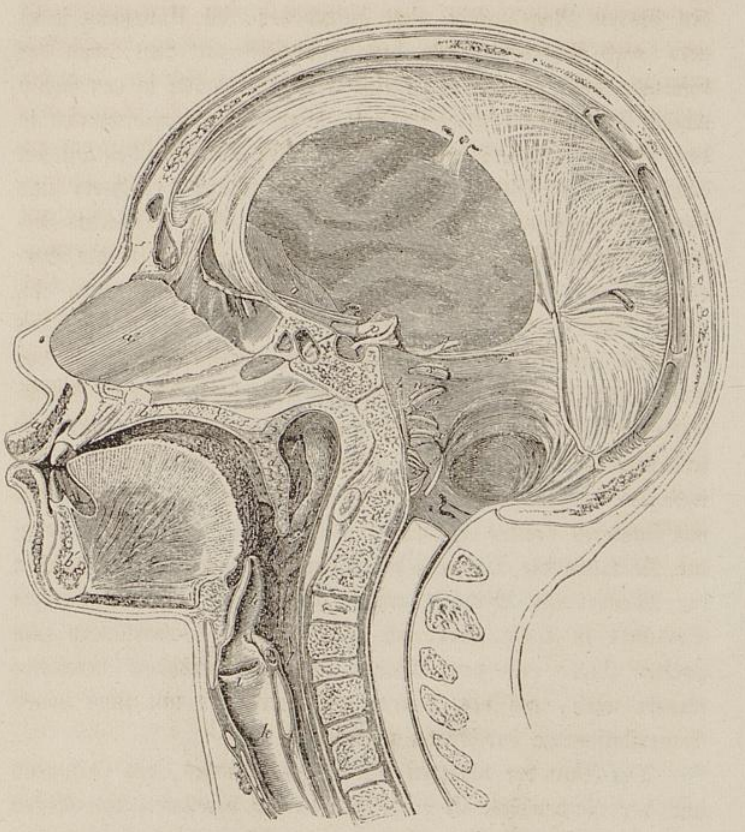


Fig. 9.
Längsdurchschnitt des Kopfes und oberen Halses in der Mittellinie.
a. Oberlippe. a'. Nasenscheidewand. b. Der knöcherne Gaumen, der die Nasenhöhle von der Mundhöhle trennt. c. Zunge. d. Der weiche Gaumen, der wie ein Segel zur Abscheidung der Rachen- und Nasenhöhle hinter der Zunge herabhängt. e. Das Zäpfchen. f. Die hintere Oeffnung der Nasenhöhle in die Rachenhöhle. g. Rachenhöhle. h. Kehldeckel. i. Stimmritze. k. Kehlkopf. l. Schlund. Die übrigen Buchstaben der Figur finden später ihre Erklärung.

Zusammenziehung der Muskelfasern abwärts in den Magen getrieben wird. Die Oeffnung der Stimmritze im Kehlkopfe bietet eine ganz besondere Schwierigkeit auf diesem Wege. Die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Rachenhöhle hinter dem Gaumensegel ist der Kreuzungspunkt des Luftweges und des Nahrungsweges. Das regelrechte, gesundheitsgemäße, ruhige Athmen geschieht durch die Nase bei geschlossenem Munde. Die Luft streicht durch die Nasengänge und die hinteren Nasenöffnungen in die Rachenhöhle, von da durch die Stimmritze in den Kehlkopf (den sogenannten Adamsapfel) und weiter durch die unmittelbar unter der Halshaut gelegene Luftröhre in die Lungen. Die Speiseröhre liegt unmittelbar an der Wirbelsäule an — jeder Bissen streicht also über die Stimmritze weg nach hinten in die Speiseröhre — jeder Athemzug durchsetzt quer den Speiseweg. Der Kehldeckel schließt die Stimmritze beim Hinabschlucken — er klappt sich nach hinten über. Ist dieser Schluß unvollständig, so gelangt leicht der Bissen an die Stimmritze, die äußerst empfindlich ist, oder selbst in den Kehlkopf. Husten, Erstickungszufälle sind die Folgen des Verschluckens.

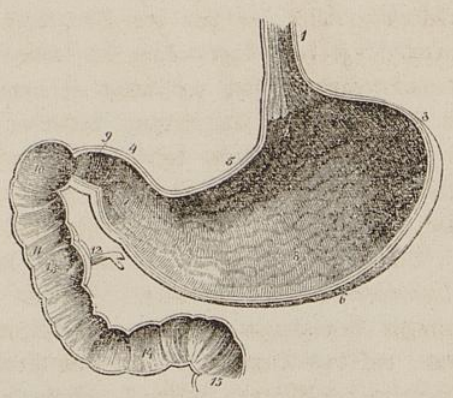


Fig. 10. Der Magen in Verbindung mit dem Zwölffingerdarm und dem unteren Ende der Speiseröhre, so aufgeschnitten, daß man die innere Fläche sieht. 1. Das längsgefaltete, untere Ende des Schlundes. 2. Oeffnung des Schlundes in den Magen (Cardia). 3. Der Magengrund. 4. Pförtnertheil. 5. Die kleine obere Krümmung. 6. Die große Magenkrümmung. 7. Der Eingang zum Pförtner. 8. Höhle des Magens. 9. Pförtner (Pylorus). 10. Quertheil. 11. Absteigender Theil des Zwölffingerdarms. 12. Gallengang und Pankreasgang. 13. Mündung dieser Ausführungsgänge in den Darm. 14. Unteres Ende des Zwölffingerdarms. 15. Dünndarm.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Nahrungsmittel gelangen auf diese Art schluckweise, in Form von Bissen, sobald sie fest sind, in den Magen, einen einfachen Sack mit dünnen, muskulösen Wänden. Es ist eine fast allgemein verbreitete Ansicht, nicht nur unter dem Volke, sondern selbst unter den Gebildeten, daß der Magen eine zweite mechanische Zerkleinerung vornehme, daß er die Speise von Neuem zerreibe. Dies ist durchaus falsch, und von der Ansicht der Mägen des uns gewöhnlich zur Speise dienenden Geflügels, der Hühner und Enten, hergeleitet, die freilich einen zur Zerreibung der Körner eingerichteten, mit starken Muskelmassen versehenen Magen haben. Bei dem Menschen beschränkt sich die Thätigkeit der Muskelwände auf unbedeutende Zusammenziehungen und Aufblähungen, wodurch der Inhalt des Magens im Sacke von oben nach unten gegen die Pförtnerklappe hin getrieben und wenn er nicht durch diese hinaus in den Darm tritt, wieder längs des oberen Magenrandes nach der Eintrittsöffnung zurückbewegt wird, so daß der Speisebrei (Chymus) im Kreise herum längs der Magenwände sich fortwälzt.

Die Magenbewegungen sind gewöhnlich so unmerklich, daß bei gesunden Personen keine Empfindung derselben stattfindet. Sie werden aber dann besonders empfindlicher, wenn sie bis zum Erbrechen sich steigern. Gewöhnlich geht diesem Akte eine gewaltige Depression der ganzen Lebensthätigkeit voraus, Frösteln und Blässe, Zittern, langsames Athmen, kleiner Puls und selbst Ohnmacht ähnliche Zustände. Zugleich fühlt man die wurmförmigen Bewegungen des Magens, besonders in der Pförtnergegend, auf das Deutlichste. Bei dem Brechakte selbst zieht sich besonders der Pförtner kraftvoll zusammen und führt gewissermaßen einen Stoß gegen den Mageninhalt aus. Zugleich aber wirken noch kräftiger die Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells, die gewöhnlich noch dadurch unterstützt werden, daß der Magen durch eingeschluckte Luft aufgebläht wird. Die Wirkung der Bauchmuskeln ist so bedeutend, daß durch ihre Zusammenziehung allein sogar Erbrechen bei Thieren erzeugt werden kann, denen man den Magen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

herausgeschnitten und an seiner Statt eine gefüllte Schweinsblase eingesetzt hatte. Wenn man aber aus dem Gelingen solcher Versuche schloß, daß der Magen durchaus unthätig bei dem Erbrechen sich verhalte, so war dies wieder eine zu weit getriebene Folgerung, da man durch Gegenversuche beweisen kann, daß die erwähnten Zusammenziehungen des Magens und besonders des Pförtners einen wesentlichen Einfluß üben. Jeder Theil für sich allein, der Magen und die Vereinigung der die Bauchhöhle umgebenden Muskeln, können das Erbrechen bewirken, in gewöhnlichen Fällen arbeiten aber beide gemeinschaftlich.

Nach dem Erbrechen treten ganz ähnliche Erscheinungen ein, wie nach einem Fieberanfalle. Die Wärme kehrt in die Extremitäten zurück, die Haut röthet sich, wird feucht und weich, die verschiedenen, das Nervensystem betreffenden Erscheinungen verschwinden. Zuweilen folgt noch eine höchst unangenehme, schmerzliche Periode nach, in welcher der krampfhaft zusammengezogene Magen sich selbstständig aufbläht und Luft von außen durch die Speiseröhre einzieht. Nach und nach tritt Alles wieder in das gewöhnliche Geleise, wenn nicht, wie bei der Seekrankheit, die Ursachen des Erbrechens anhaltend fortdauern.

Diese Ursachen können aber eben so gut in dem Magen selbst, als in anderen Theilen sich finden. Viele Magenkrankheiten sind constant von Erbrechen begleitet. Mechanische Reizungen, wie z. B. Stöße auf die Herzgrube, Krankheiten der benachbarten Eingeweide, erregen oft diese regelwidrigen Zusammenziehungen. Auch solche Einwirkungen, welche eine heftige Zusammenziehung der Bauchmuskeln bewirken, wie starker Husten, plötzliches Eintauchen in kaltes Wasser, können endlich zum Erbrechen führen. Reizungen der Zungenwurzel, des Gaumens, des Zäpfchens, erregen eben so gewiß Erbrechen, als gewisse Arzneien, unter denen der Brechweinstein und die Brechwurzel (Ipecacuanha) oben anstehen. Besonders wichtig ist aber auch noch die Sympathie des Magens und des Gehirnes. Häufiges Erbrechen ist oft das einzige Symptom, durch welches sich eine beginnende Hirnentzündung der Kinder verräth. Das halbseitige

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kopfweh, die Migräne, ist oft nur ein Symptom von Magenverstimmungen und wird andererseits gewöhnlich durch Erbrechen beendigt. Hirnerschütterungen durch Schläge und Fall pflegen fast immer Erbrechen hervorzurufen. Auch die erwähnten Brechmittel wirken nicht durch unmittelbaren Angriff des Magens, sondern durch Umstimmung des Nervensystemes. Denn Brechweinstein in das Blut gespritzt zeigt ganz dieselben Wirkungen, wie wenn er in den Magen gebracht worden wäre. Damit hängt es denn auch zusammen, wenn heftige Gemüthsaffekte und gewisse Vorstellungen und Sinnesanschauungen je nach der größeren oder geringeren Empfänglichkeit Ekel und Erbrechen erzeugen.

Das einzige Element, wodurch die Verwandlung der Speisen in einen gleichförmigen Brei bewirkt wird, ist der Magensaft, eine schwach saure Flüssigkeit, welche von den so zahlreichen Labdrüsen der Magenschleimhaut abgesondert wird. Schon ältere Versuche hatten diese Einwirkung des Magensaftes als unzweifelhaft dargestellt. Man hatte von Hühnern, Enten und Hunden kleine Blech- und Holzbüchschen verschlingen lassen, deren Wände durchlöchert waren, so daß die darin enthaltenen Nahrungsstoffe zwar von dem Magensafte durchdrungen werden, die Speisen selbst aber in keine Berührung mit den Magenwänden kommen konnten. Indem man nach einigen Stunden die Büchschen wieder an den Fäden, woran man sie befestigt hatte, hervorzog, konnte man die Einwirkung der stattgehabten Verdauung beurtheilen. Man fand dann die Büchschen leer; — die darin enthaltenen Substanzen waren aufgelöst, verdaut worden durch die alleinige Einwirkung des Magensaftes.

Aus Versuchen an Hunden hat man berechnet, daß ein Mensch von 130 Pfund Gewicht im Durchschnitte etwa 13 Pfund Magensaft täglich absondert, in welchem sich 1 bis höchstens 2 Prozent feste Stoffe in Wasser aufgelöst befinden. Gewöhnlich ist der Magensaft sauer, in ganz nüchternem Zustande, wo indessen verhältnißmäßig nur wenig abgesondert wird, zeigt aber der Magensaft oft diese saure Reaktion nicht. Man hat viel

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

über die Natur der freien Säure gestritten, ohne zu einem vollständigen Abschluß in dieser Hinsicht zu gelangen. Doch scheint es jetzt sicher, daß nur Milchsäure im Magensafte in freiem Zustande vorkommt, alle anderen Säuren dagegen entweder mit Basen zu Salzen verbunden, oder auch an gewisse organische Stoffe gekettet sind, wie es denn wahrscheinlich ist, daß die Salzsäure, die man oft überdestilliren kann und die auch bei fastenden Thieren einzig in dem Magensafte vorkommt, mit dem wesentlichen organischen Verdauungsstoffe, dem sogenannten Pepsin, zu einer eigenthümlichen organischen Doppelsäure gepaart ist. So viel steht sicher, daß nur ein sauer reagirender Magensaft verdaut und die Speisen chymifizirt; dagegen ein neutraler oder alkalischer keine verdauende Wirkung ausübt. Es war natürlich, daß man nach Erkenntniß dieser Thatsache auch der freien Säure im Magensafte allein die verdauende Kraft zuschrieb. Allein die Erfahrung, daß bei allzusaurem Magensafte, bei dem sogenannten Sodbrennen, die Verdauung nicht nur nicht gefördert, sondern im Gegentheile behindert war, ließ schon sehr an der Richtigkeit dieser Ansicht zweifeln und vergleichende Versuche ließen sie durchaus verwerfen. Speisen mit Magensaft außerhalb des Körpers in Gläschen digerirt, wurden verdaut, während verdünnte Säure keine oder nur äußerst geringe auflösende Kraft zeigte, die in keinem Verhältnisse mit derjenigen des Magensaftes stand.

Es ist leicht, sich eine Flüssigkeit zu verschaffen, die auch außerhalb des Körpers bei gehöriger Wärme durchaus dieselbe verdauende Kraft zeigt, wie der Magensaft im menschlichen Magen. Man braucht nur einen thierischen Magen mit Wasser auszulaugen und die so erhaltene schleimige Flüssigkeit mit einer angemessenen Quantität Säure zu versetzen und man hat eine Verdauungsflüssigkeit, welche Fleisch, Eiweißwürfel in einer Wärme, die derjenigen des Körpers entspricht, ganz in derselben Weise verdaut, wie in dem lebenden Magen auch. Die Substanzen zerfallen, werden durchscheinend und endlich aufgelöst, wobei sie eine trübe dickliche Flüssigkeit, einen wahren Speisebrei

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bilden. Vielfache chemische Untersuchungen haben nun gelehrt, daß das verdauende Prinzip in dieser Flüssigkeit, wie in dem natürlichen Magensafte, aus einem eigenthümlichen organischen Stoffe besteht, der in seiner Zusammensetzung viele Aehnlichkeit mit dem Eiweiß hat, und eiñ eigenthümlicher Gährungsstoff ist, welcher mit Salzsäure gepaart, und bei Gegenwart von irgend einer freien Säure überhaupt, die Umsetzung und Auflösung der blutbildenden Stoffe unmittelbar bewerkstelligt. Dieser Verdauungsstoff oder Pepsin ist es, welcher dem Labmagen der Kälber die Kraft ertheilt, den Käsestoff der Milch augenblicklich zur Gerinnung zu bringen. Jedermann weiß, daß das Ueberraschende dieser Wirkung hauptsächlich in der geringen Menge von Lab liegt, die zur Gerinnung einer großen Quantität Milch nöthig ist. Das Pepsin wirkt überall in ungemein geringem Verhältniß, es braucht nur $\frac{1}{6000}$ des so rein als es bis jetzt möglich war dargestellten Stoffes in der Flüssigkeit vorhanden zu sein und sie zeigt noch gerinnende und verdauende Kraft. Nach der stattgehabten Verdauung findet sich die gleiche Menge Pepsin in der Flüssigkeit wieder. Mithin wirkt dieses nicht durch Verbindung mit den Nahrungsstoffen, es löst dieselben nicht auf, etwa wie Silberoxyd von Salpetersäure aufgelöst wird, indem sich die beiden Stoffe zu einem löslichen Salze verbinden. Das Pepsin wirkt einzig durch seine Gegenwart und leitet die Zersetzung und Auflösung der blutbildenden Stoffe ganz in ähnlicher Weise ein, wie die Hefe die Gährung des Zuckers einleitet, ohne selbst dadurch verändert zu werden. Mit der Hefe, der Diastase, vielleicht auch mit einigen thierischen Giften, gehört das Pepsin zu der Klasse der Gährungskörper oder Fermente, Körper, welche selbst in steter Umsetzung begriffen, gewisse mit ihnen in Berührung kommende organische Verbindungen auch dann zu schleuniger Zersetzung bestimmen, wenn sie selbst nur in höchst geringer Menge mit ihnen in Berührung kommen. Zu den Eigenthümlichkeiten dieser Stoffe gehört ihre Wirkung in verhältnißmäßig außerordentlich kleinen Mengen, ihre stete Wiedererzeugung während des Prozesses der Umsetzung,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ihr unverändertes Vorhandensein nach Beendigung desselben, und das Geknüpftsein dieser Wirkungen an mancherlei, oft unscheinbare Bedingungen. Zu diesen letzteren gehört bei dem Pepsin die Gegenwart der freien Säure, die allein für sich genommen eben so unwirksam ist, wie das Pepsin, das der freien Säure entbehrt.

Wir sehen also, daß in dem Magen schon die Masse der aufgenommenen Nahrungsmittel mit zwei Gährungsstoffen verschiedener Wirkung gemengt ist, die einander in ihrem Einflusse nicht aufheben: mit Speichelstoff, welcher die gekochte Stärke umsetzt, mit saurem Pepsin, welches die Blutbildner auflöst. Wir werden sehen, daß diese Scheidung der Einwirkung auf die Blutbildner einerseits, auf die stärkemehlartigen Stoffe, die sogenannten Fettbildner andrerseits auch weiterhin auf dem Wege der Speisen durch den Darmkanal sich wiederholt, und daß hier ein ähnlicher Wechsel Statt findet, wie wenn ein Chemiker, um verschieden lösliche Stoffe aus einer Substanz auszuziehen, dieselbe abwechselnd mit sauren und alkalischen Flüssigkeiten behandelt.

Das Resultat der Magenverdauung ist ein gleichförmiger, weißlicher Brei, der Chymus oder Speisebrei, der seiner Vermischung mit dem Magensafte zu Folge sauer reagirt. Daß dieser Brei keine vollständige Auflösung der Nahrungsmittel darstelle, ist klar; es ist ein Gemenge, in dem einige Substanzen wirklich aufgelöst, andere chemisch verändert, noch andere nur aufgeweicht sind; namentlich ist dieses der Fall mit den organischen Stoffen, welche ihre Struktur gänzlich verlieren, mit Ausnahme der Holzfaser und der hornigen Theile; — Federn, Klauen, Haare, Spelzen und Schaalen der Früchte erhalten sich unverändert im Magen. Das genossene Fett wird bei der hohen Temperatur von 30° R., die im Magen herrscht, meist flüssig und findet sich in Tropfen im Breie vertheilt. Der Käsestoff der Milch gerinnt im Magen, wird aber dann eben so wie Muskelfaser, geronnener Faserstoff, Knorpel, selbst Knochen und die meisten thierischen Stoffe in eine strukturlose Gallert

verwandelt. Die stärkemehlhaltigen Substanzen scheinen meist chemisch verändert zu werden; sie sollen sich theilweise in Traubenzucker verwandeln; die meisten Zuckerarten gehen in saure Gährung über; die Blutbildner, Faserstoff und Eiweiß, welche im Magen aufgelöst wurden, verlieren dadurch ihre Gerinnbarkeit, werden mithin ebenfalls wesentlich verändert. Die Untersuchung über die Umänderungen, welche die verschiedenen Nahrungsstoffe in dem Magen erleiden, sind bei weitem noch nicht auf dem Punkte angelangt, wo sie sein sollten; namentlich hat man bis jetzt noch versäumt, mit den auf künstlichem Wege, mittelst natürlichen oder künstlichen Magensaftes, erhaltenen Verdauungsprodukten endosmotische Versuche anzustellen, um sich zu versichern, welche von diesen Stoffen schon im Magen aufgesaugt werden und welche, auch nach vollendeter Umwandlung in Chymus, noch der Dünndarmverdauung zu ihrer Assimilation bedürfen.

Sobald der Speisebrei die Pförtnerklappe des Magens überschritten hat und in den Dünndarm eingetreten ist, so mengen sich ihm die Absonderungsprodukte zweier bedeutender Drüsen, der Bauchspeicheldrüse und der Leber, zu. Letztere namentlich hat von jeher in der Medizin und in den physiologischen Ideen der Aerzte sowohl als des Volkes eine eminente Rolle gespielt, und in manchen Ländern Europa's schreibt wenigstens der zweite Kranke alle Uebel, welche ihn betreffen, der Galle zu. Manche dieser Vorurtheile können wir dreist als solche zurückweisen, vielen dürfen wir nur bedingungsweise entgegen treten, und zu den meisten können wir leider weder Nein! noch Ja! sagen; denn wir müssen eingestehen, daß von allen chemischen Einwirkungen auf die Verdauung diejenige der Galle gerade am wenigsten, ja so gut wie nicht bekannt ist, und daß wir, nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen, nicht einmal vollständig begreifen können, warum uns die Natur diese größte aller Drüsen, die Leber, in den Unterleib gesetzt hat. Erst in den allerneuesten Zeiten scheint ihr Bau in einigermaßen befriedigender Weise aufgeklärt worden zu sein. Schon durch die Art

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und Weise der Anordnung ihrer Blutgefäße tritt die Leber ganz aus der Reihe aller andern Drüsen heraus. Ihre Arterie steht in gar keinem Verhältniß zu ihrer Größe, und die großen, weitschichtigen Netze, welche die arteriellen Capillaren bilden, zeigen wohl, daß sie zu der Gallensekretion in weniger Beziehung stehen, sondern mehr der Ernährung des Drüsengewebes gewidmet sind. Für diesen Mangel wird die Leber indeß dadurch entschädigt, daß alles venöse Blut, welches vom Darmkanale zurückkommt (mit Ausnahme der obersten und untersten Theile, welche keinen Bezug mehr zur Verdauung und Auffaugung haben), daß alles dieses Darmblut, wie schon oben erwähnt wurde, sich in einen einzigen Stamm sammelt, die Pfortader, und daß dieser venöse Stamm sich dann wieder in der Leber verzweigt und dieser gegenüber ganz dieselbe Rolle spielt, wie bei den übrigen absondernden Drüsen die Blut zuführende Arterie.

Die Pfortader vertheilt sich in sehr feine Maschennetze, aus welchen sich dann nach und nach die Lebervenen zusammensetzen, welche das Blut in die große Hohlader und somit in die rechte Vorkammer des Herzens führen. Die Stoffe also, welche durch die Auffaugung im Darme aus den Nahrungsmitteln in das Blut aufgenommen worden sind, gelangen nicht in den allgemeinen Kreislauf, bevor sie nicht einmal durch die Capillargefäße der Pfortader hindurchgegangen sind.

Mit dieser außergewöhnlichen Anordnung der Blutgefäße sind indeß die anatomischen exceptionellen Verhältnisse der Leber noch nicht erschöpft. Alle andern ausführenden Drüsen des Körpers kommen in ihrem Baue insofern überein, daß sie aus Röhren gebildet sind, welche mit blinden Enden beginnen, und durch ihr Zusammentreten endlich einen Hauptausführungsgang bilden, welcher das Sekret weiter befördert. Die absondernden Röhren haben einen weit bedeutenderen Durchmesser, als die capillaren Blutgefäße, und werden an den Netzen derselben umsponnen. Man könnte sich die absondernden Drüsenkanäle mit ihren umspinnenden Blutgefäßnetzen etwa unter dem Bilde

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einer mit einem Seidenhandschuh bekleideten Hand vorstellen, wo die Finger die Drüsenkanäle, das Seidengewebe mit seinen Maschen die Netze der Blutgefäße repräsentiren würden. In der Leber verhalten sich die absondernden Gallenkanäle durchaus anders. Sie lösen sich zuletzt in ein Netz auf, das aus eben so feinen Röhren besteht, als die Capillargefäße selbst, das eben so complicirte Maschen zeigt, als diese, und beide Gewebe durchdringen sich so wechselseitig, daß nur vermöge der inneren Struktur, oder nach einer gelungenen Einspritzung vermittelst der verschieden gefärbten Massen, entschieden werden kann, welche dieser feinsten Röhrchen und Netze aus Gallenkanälen, welche aus Blutgefäßen gebildet sind. Ich muß auch hier wieder die Zuflucht zu einem trivialen Vergleiche nehmen, welcher aber vielleicht diese Anordnung klarer macht, als eine lange Beschreibung. Man stelle sich einen aus zweierlei Fäden gestrickten Strumpf vor, dessen Maschen so in einander greifen, daß sie sich wechselseitig ausfüllen und verdrängen; man nehme ferner an, daß dieses Gewebe eben so in die Dicke fortgestrickt sei, wie es beim Strumpfe in die Breite geschieht, und man wird sich auf diese Weise ein ungefähres Bild der Leberstruktur entworfen haben. Diese innige Durchdringung der blutführenden und gallabsondernden Kanäle bedingt indeß keine Verschmelzung beider; hier so wenig wie in den andern Drüsen findet ein Uebergang der Blutgefäße in die absondernden Kanäle Statt; nirgends existirt eine solche offene Communikation; Stoffe aus dem Blute können in der Leber sowohl wie in den anderen Drüsen nur auf die Weise in die absondernden Kanäle gelangen, daß sie aufgelöst als Flüssigkeit durch die überall geschlossenen Wände der Gefäße durchschwitzen. Die Gallenkanäle selbst sind durch keinen Zwischenraum von den höchst feinen Wandungen der Capillargefäße getrennt, und nach der Behauptung einiger Forscher mit besonderen Zellen, den sogenannten Leberzellen, belegt, während andere diese Zellen als abgerissene Stücke der feinsten Gallengänge ansehen wollen. Mag die eine oder andere Ansicht die richtige sein, so viel ist sicher, daß in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

keiner Drüse eine so innige Durchdringung und vielfältige Berührung der Blutgefäße und absondernden Kanäle Statt findet, als gerade in der Leber; — eine Struktur, die nothwendig auf die Absonderung selbst einen bedeutenden Einfluß ausüben muß.

Die Galle selbst ist eine bitterlich schmeckende, klare Flüssigkeit von grünlich-gelber Farbe, die meistens der Beimischung von Gallenschleim wegen eine alkalische Reaktion besitzt. Ihre äußerst leichte Zersetzung hat vielfache Streitigkeiten unter den Chemikern herbeigeführt, die endlich dahin gelöst sind, daß man die Galle als eine Auflösung von Kali- und Natronsalzen betrachten muß, die durch zwei eigenthümliche Säuren gebildet werden, welche in ihrer Zusammensetzung insofern einige Aehnlichkeit mit den Fettsäuren haben, als sie sehr reich an Kohlenstoff sind. Beide Säuren enthalten indeß eine geringe Menge Stickstoff, die eine, die sogenannte Choleïnsäure, auch noch etwas Schwefel, während die Cholsäure oder Gallensäure durchaus schwefelfrei ist. Außerdem finden sich in der Galle noch zwei Farbestoffe, ein grüner und ein brauner, welche im Darmkanale allmählig verharzt werden und den Excrementen ihre Farbe ertheilen. Es geht aus dieser Zusammensetzung hervor, daß die Galle im Ganzen eine sehr kohlenstoffreiche Absonderung ist, und somit in direktem Gegensatze zu dem Harne steht, in dessen organischen Bestandtheilen der Stickstoff die bedeutendste Rolle spielt.

Aus Versuchen an Hunden hat man berechnet, daß ein erwachsener Mensch von 130 Pfund Körpergewicht etwa 3 Schoppen Galle in 24 Stunden durch seine Leber bereitet und in den Zwölffingerdarm überführt. Und auf der anderen Seite hat man durch vergleichende Untersuchungen der Nahrungsmittel und der Excremente nachgewiesen, daß höchstens $\frac{1}{8}$ der festen Bestandtheile der Galle mit dem Kothe weggeht, $\frac{7}{8}$ dagegen in dem Darme selbst wieder aufgesaugt werden. Die Galle gehört also nicht zu den reinen Absonderungen des Körpers, sondern vielmehr zu denjenigen Flüssigkeiten, welche zur inneren Ver-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

arbeitung, zur Stoffmetamorphose des Körpers dienen, und nach geleistetem Dienste wieder in das Blut aufgenommen werden.

Welches sind aber die bis jetzt nachgewiesenen Dienste der Galle? Die Antwort hierauf ist schwierig, und nur langsam ist man zu einigen positiven Kenntnissen in dieser Hinsicht gelangt. Daß die Funktion der Leber von höchster Wichtigkeit sei, lehren schon der äußere Anschein, sowie die Krankheiten dieses Organs, das bei den meisten Thieren vorkommt und einen bedeutenden Umfang besitzt. Krankhafte Destruktion der Leber führt fast unvermeidlich zum Tode, und Versuche an Thieren haben gezeigt, daß bei direkter Ausführung der Galle aus dem Körper das Leben meistens gefährdet ist. Man hat vielfache Versuche in der Art angestellt, daß man bei Hunden den Gallengang, der in den Darm führt, so unterband und durchschnitt, daß keine Galle mehr in den Darm gelangen konnte. Man öffnete dann, um die Gallenabsonderung selbst nicht zu hindern, die Gallenblase, und heilte die Oeffnung so in die Bauchwände ein, daß die Galle nach außen ergossen wurde. Auf diese Weise war die Funktion der Leber selbst nicht im Geringsten beeinträchtigt. Die Galle wurde nach wie vor abgesondert, allein statt in den Darm, durch die in der Gallenblase angebrachte Fistelöffnung nach außen ergossen. Alle so operirten Thiere zeigten, wenn sie überhaupt den operativen Eingriff überstanden, eine große Gefräßigkeit, und meistens auch, wenn das Leben längere Zeit erhalten wurde, eine bedeutende Abmagerung, die besonders das Fett betraf. Bei einigen Wenigen nur, bei denen die Magenverdauung kräftig genug war, die großen Mengen eingenommener Nahrung zu überwinden, stellte sich der durch den Ausfluß der Galle bewirkte Verlust wieder her. Die meisten Thiere gingen an vollständiger Abmagerung zu Grunde. Bei allen aber beobachtete man einen entsetzlichen Gestank der Excremente, ja selbst der Athmungsluft, und man konnte somit nicht bezweifeln, daß ein wesentlicher Einfluß der Galle in einer fäulnißwidrigen Wirkung auf den Darminhalt besteht. Wenn auch die Magenverdauung vollkommen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ungestört bleibt, so ist doch offenbar die Abwesenheit der Galle durch die faulige Zersetzung der im Darmkanale befindlichen blutbildenden Stoffe und durch die übermäßige saure Gährung der Pflanzennahrung ein bedeutendes Krankheitsmoment.

Ein zweiter wichtiger Einfluß der Gallenflüssigkeit ist die Vermittlung der Auffaugung des Fettes und seine Ueberführung in die Lymphgefäße.

Es existirt ein unerschütterliches Gesetz in der Lehre von der Durchdringlichkeit thierischer Membranen durch Flüssigkeiten, welches festsetzt, daß nur solche Flüssigkeiten durchdringen und sich durch die Membranen hindurch austauschen, welche unter sich und mit der Befeuchtungsflüssigkeit der Membran mischbar sind. Oel und Fett dringen nicht durch eine mit Wasser getränkte Membran, und umgekehrt. Nun sind aber die Häute des Darmkanales, die Wände der einsaugenden Gefäße, der Speisebrei, kurz alle bei der Verdauung und Resorption in Betrachtung kommenden thierischen Theile, mit wässerigen Flüssigkeiten getränkt. Die Aufnahme von Fett in den Chylus, der Durchgang von freien Fetten durch diese Membranen wäre demnach eine reine physikalische Unmöglichkeit, wenn nicht ein Mittel gegeben wäre, welches das Fett auf irgend eine Art im Wasser löslich und dadurch auffaugungsfähig machte. Die Seifen sind im Wasser lösliche Fettverbindungen, Salze von Fettsäuren mit alkalischen Basen gebildet. Die Galle ist allerdings im Stande, mit Fettsäuren lösliche Seifen zu bilden. Da man aber vorzugsweise neutrale Fette genießt, so finden diese Eigenschaften nur dann Platz, wenn sich Fettsäuren in dem Darme bilden, was allerdings unter dem Einflusse der Alkalien der Galle nach und nach geschehen muß. Hierzu kommt aber noch, daß das verseifte Fett beim Durchtritte durch thierische Häute, welche mit wässerigen Flüssigkeiten genetzt sind, das in feine Tröpfchen und Kügelchen vertheilte Fett mechanisch überführt. Jeder, der mit chinesischer Tusche oder mit Wasserfarben gemalt hat, weiß, daß man nur ein wenig Galle (die Maler benutzen gewöhnlich Hechtsgalle) unter die Farbe zu mischen braucht, um

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

auf fettigem Papier, das sonst die Farbe nicht gleichmäßig annimmt, die Farben dennoch gleichartig auftragen und ausbreiten zu können. In mit Galle benetzten Haarröhrchen steigt flüssiges Fett in die Höhe, in mit Wasser benetzten nicht. Die Galle vermittelt demnach die Mischbarkeit fetter und wässeriger Flüssigkeiten, die Berührung der im Darmkanal enthaltenen Fette mit den Darmzotten, und den Uebergang durch deren von Wasser durchtränkte Substanz in die Milchgefäße. Nach Unterbindung des Gallenganges findet man auch in der That in den Milchgefäßen des Darmes meist nur eine opalisirende oder ganz durchsichtige Flüssigkeit. Versuche an Hunden lehrten indeß, daß nach Ausschließung der Galle zwar die Fettaufnahme in die Milchgefäße nicht ganz aufhörte, daß aber dennoch weit weniger Fett aufgenommen und in den Organismus übergeführt wurde. So fand man in dem Chylus oder Milchsafte eines gesunden Hundes 3,302 Theile Fett und Fettsäuren auf 100 Theile Flüssigkeit, während ein Hund mit einer Gallenfistel, bei dem die Galle nicht in den Magen gelangte, nur 0,303 Theile Fett in seinem Chylus zeigte. So scheint denn aus den jetzigen Untersuchungen immer mehr und mehr das Resultat hervorzugehen, daß die Galle wesentlich dazu dient, die neutralen Fette aus dem Darme in das Blut überzuführen und daß die Gefräßigkeit der Thiere darauf beruht, daß sie durch vermehrte Nahrungsaufnahme den Abgang an Stoff, den ihnen die gestörte Fettaufnahme verursacht, auf andere Weise zu ersetzen suchen, während zugleich das im Körper aufgespeicherte Fett zur Deckung dieses Abganges verzehrt wird.

Wir gedenken hier nur beiläufig noch einiger Verhältnisse, auf die wir vielleicht im Verlaufe noch zurückkommen werden. Die oben auseinander gesetzte Struktur der Leber beweist eine innige Wechselwirkung des Blutes und der abgesonderten Gallenflüssigkeit. Die Anordnung des Kreislaufes, wodurch alles von dem Darmkanal herkommende Blut erst durch das Filtrum der Leber durchgehen muß, ehe es weiter in dem Körper circuliren kann,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

deutet darauf hin, daß eine besondere Thätigkeit der Leber vorhanden sein müsse, die auf das Blut Bezug hat.

Diese Schlüsse rechtfertigen sich vollkommen bei genauerer Untersuchung. Die Leber ist der Schauplatz tief eingreifender chemischer Veränderung, die wir nur zum Theile noch kennen. So hat man nachgewiesen, daß in ihr bedeutende Mengen von Traubenzucker sich bilden, der durch die Lebervenen in das Herz und in die Lungen geführt und dort so verarbeitet wird, daß in dem arteriellen Blute kaum mehr eine Spur davon nachgewiesen werden kann. Dieser Zucker bildet sich ohne Zweifel in der Leber selbst; denn das Blut der Pfortader enthält wenig oder keinen Zucker, das Blut der Lebervenen dagegen eine bedeutende Menge, und in dem Lebergewebe selbst findet sich der Zucker ganz unabhängig von äußeren Verhältnissen, bei Thierkost wie bei Pflanzenkost, beim Hungern und im Winterschlafe, ja selbst bei der Frucht im Mutterleibe. Bei Fröschen, denen man die Leber weggenommen hat, und die nach dieser Operation selbst noch vierzehn Tage leben können, findet man keinen Zucker im Blute. Daß demnach dieser Zucker ein Umsetzungsprodukt verschiedener Stoffe sei, die in dem Pfortaderblute sich befinden, unterliegt wohl keinem Zweifel; — in welcher Beziehung er aber zu anderweitigen Zersetzungsprozessen steht, ist noch unermittelt.

Man kennt ferner eine ganze Classe von Giften aus dem Thier- und Pflanzenreiche, welche nur bei unmittelbarer Einführung in das Blut schnell tödtlich wirken, das Woorara, das berüchtigte Pfeilgift der Indianer, das Schlangengift*) sind in

---

*) Vielseitig ist noch der Glaube verbreitet, daß die Schlangen stechen. Steht es ja doch geschrieben: Er wird der Schlange den Kopf zertreten, sie aber wird ihn in die Ferse stechen. Es gibt in Deutschland nur eine giftige Schlange, die Kreuzotter oder Viper, die, wie alle übrigen Giftschlangen, zwei in den Schläfen, also am Kopfe liegende Giftdrüsen hat, deren Saft durch zwei hohle Hakenzähne beim Bisse in die Wunde fließt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dieser Hinsicht bekannt genug. Schon seit langer Zeit wußte man, daß Viperngift z. B., wenn auch in bedeutender Menge in den Magen gebracht, dennoch von diesem Orte aus durchaus keine Wirkung habe, während der Biß der Schlange, durch den eine weit geringere Menge dieser Flüssigkeit in das Blut eingeführt wird, selbst den Tod verursachen kann. In dieser Eigenschaft der genannten Gifte liegt auch die Ursache, daß das augenblickliche Aussaugen eines Schlangenbisses, durch welches man das Gift entfernt, ehe es in den Blutstrom übergeführt ist, das sicherste Heilmittel und zugleich das ungefährlichste für denjenigen ist, der das Aussaugen vornimmt. Ich entsinne mich in Jugendschriften, neuerdings vielleicht auch in Zeitungen, mehrere Fälle dieser Art als Akte eines übermenschlichen Heroismus und eines außerordentlichen Opfermuthes dargestellt gelesen zu haben; — eine Hilfeleistung dieser Art ist sicherlich das wohlfeilste Opfer, das man erfinden kann. Ja ein Mensch, der an einer Stelle gebissen wurde, wo er sich selber das Blut aussaugen kann (an der Hand, am Vorderarm z. B.), kann auch sich selber auf diese Weise die wirksamste Hilfe bringen, und er wird sogar ohne Gefahr das Ausgesogene hinabschlucken können. Die genannten Gifte stehen in ähnlichem Verhältnisse zu der Blutmasse, wie das Pepsin zur Milch, oder die Hefe zum Zucker; — sie sind Gährungsstoffe, welche, wenn auch in kleiner Menge eingeführt, eine tödtliche Zersetzung der ganzen Blutmasse bewirken. Werden sie dagegen in den Magen gebracht, so gelangen sie in das Blut der Pfortader, durch diese in die Leber, und in dem Capillarkreislaufe dieses Organes werden sie selber zersetzt und umgewandelt, so daß sie auf die Centren des Lebens, und namentlich auf das Nervensystem, keine schädliche Wirkung mehr ausüben können. Man kann leicht nachweisen, daß gerade der Durchgang durch die Leber es ist, welcher diese Gifte zerstört, so daß die Leber gewissermaßen als Wächter an dem Uebergange der im Darmkanal aufgenommenen Stoffe in den allgemeinen Blutkreislauf dasteht. Eine Auflösung von Woorara-Gift in die Lungen gespritzt tödtet ganz in derselben

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Weise, wie wenn das Gift unmittelbar in die Blutmasse gebracht würde. Es wird in der Lunge von den Haargefäßen derselben aufgesaugt, und gelangt so in den großen Kreislauf und zu den Nervencentren, ohne durch die Leber hindurchgegangen zu sein.

Versuche an Fröschen haben gezeigt, daß nach der Wegnahme der Leber die Ausathmung der Kohlensäure aus dem Blute bedeutend verringert ist, die Zahl der farblosen Blutkörperchen im Verhältniß zu den farbigen bedeutend vermehrt, so daß also in der Leber ein bedeutender Umsatz Statt findet, wodurch die Verbrennung und die Weiterbildung der Blutelemente gefördert wird.

Doch kehren wir von dieser Abschweifung zu den im Darme enthaltenen Nahrungsmitteln und ihrem Schicksale zurück. Wir sagten oben, daß außer der Galle noch eine zweite Flüssigkeit in den unmittelbar hinter dem Magen gelegenen Darmtheil, den Zwölffingerdarm, ergossen werde. Diese Flüssigkeit ist der Bauchspeichel, das Absonderungsprodukt der Bauchspeicheldrüse oder des Pancreas. Es ist eine klare, wasserhelle, klebrige Flüssigkeit, die durch Kochen gerinnt und besonders die Eigenschaft hat, die Stärke in Dextrin und Zucker, sowie die neutralen Fette in Fettsäuren umzuwandeln. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieser Zucker hauptsächlich schon in dem Zwölffingerdarme durch die vereinte Einwirkung von Galle und Bauchspeichel in Milchsäure übergeführt und daß aus dieser Milchsäure endlich Buttersäure entsteht, und somit die Ueberführung der stärkemehlartigen Substanzen in Fett vollendet wird. Auf die Fette selbst hat der Bauchspeichel ganz dieselbe Wirkung, wie die Galle, indem er eine Emulsion mit ihnen bereitet und dadurch ihre Ueberführung in das Blut vermittelt. Eine ausschließliche Einwirkung des Bauchspeichels aber auf die Fette, wie sie von einem neueren Forscher behauptet wurde, ist von Anderen vielfach widerlegt worden.

Bei dem weiteren Fortrücken der Nahrungsmittel durch den Darm wird nur noch der Darmsaft hinzugefügt, der stark

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

alkalisch ist, aber nur in geringerer Menge abgesondert wird und denselben Einfluß auf den Stärkekleister erzeugt, welchen auch der Bauchspeichel besitzt. So wird denn nach und nach die saure Reaktion des durch Beimischung der Galle grünlich-gelb gewordenen Speisebreies durch die Alkalien getilgt, so daß in dem unteren Theile des Darmes die alkalische Reaktion vorherrscht. Die durch den Magensaft aufgelösten Blutbildner, wie Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff, sind in dem unteren Theile des Darmes längst verschwunden und aufgesaugt, die stärkemehlartigen Stoffe größtentheils in Zucker, Milchsäure und Buttersäure verwandelt und als Fett übergeführt. Das freie Fett ist ebenfalls nach und nach in die Blut- und Chylusmasse eingedrungen. Je näher der Speisebrei dem Dickdarme kommt, desto bräunlicher wird seine Farbe durch die Umänderung des Gallenfarbstoffes, die von jenem eigenthümlichen Kothgeruche begleitet ist, welche sich wesentlich von dem eigentlichen Fäulnißgeruche unterscheidet.

Aus der Analyse der Excremente geht hervor, daß die unverdaulichen Stoffe der Nahrung, wie Horn, Holz, die Zellenwände der Pflanzen, mit den Resten der Galle und dem Darmschleim die Hauptmasse derselben bilden, und daß nur außerordentlich wenig lösliche Stoffe sich noch darin finden. Bei überschüssiger Fleischnahrung sieht man stets noch unvollständig aufgelöste Muskelfasern, Sehnenstückchen und Fettzellgewebe; bei Pflanzennahrung findet man die aus Cellulose oder Holzstoff bestehenden Formgebilde zwar unverändert wieder, aber ihres löslichen Inhaltes beraubt; bei überschüssiger Pflanzennahrung erhalten sich besonders die Stärkemehlkörner am längsten, so daß man z. B. nur selten das Stärkemehl nach Kartoffelnahrung in den Excrementen vermissen wird.

Betrachten wir den Verdauungsprozeß im Ganzen nach seinen Resultaten, so ist er eine chemische Operation des Organismus, welche die Aneignung der dem Körper tauglichen Substanzen aus den Nahrungsmitteln entweder durch einfache

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aufsaugung oder doch tief eingreifende Umsetzung zum Zwecke hat. Die Betrachtung der Nahrungsmittel, ihre Eigenschaften in physiologischer Hinsicht und ihre Beziehungen zu dem Haushalte des menschlichen Körpers ist aber zu wichtig, als daß wir derselben nicht einen besonderen Brief widmen sollten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Vierter Brief.

Die Nahrungsmittel.

So lange bis den Bau der Welt
Philosophie zusammenhält,
Erhält sie das Getriebe
Durch Hunger und durch Liebe,

sagte der Dichter vor einem halben Jahrhundert von der Natur und bis heute noch sind die beiden Triebfedern, die er nannte, die einzigen, welche Leben und Bewegung in der gesammten thierischen Welt erhalten. Noch mächtiger aber wohl als der Trieb der Fortpflanzung, der mehr in individuellen Gränzen seine Macht übt, ist derjenige der Selbsterhaltung, welcher unumschränkt herrscht, und einer jeden Thiergattung die Nahrung bestimmt, welche ihrer Organisation angepaßt ist. Wir werden in der Folge sehen, daß der thierische Körper beständig durch Athmung und Absonderung bedeutenden Verlust an Stoff erleidet, der ersetzt werden muß, wenn der Körper selbst nicht zu Grunde gehen soll. Durch eigenthümliche Gefühle wird dem Bewußtsein der Mangel des Organismus und sein Begehren nach frischer Zufuhr von Nahrungsstoffen kund gethan. Hunger und Durst werden unter gewöhnlichen Verhältnissen nur dann empfunden, wenn das Bedürfniß fester oder flüssiger Speise gefühlt wird. So gewöhnlich auch diese Empfindungen wiederkehren, so schwer ist es, sich klare Auskunft über ihre Entstehung zu geben. Es fragt sich, ob die Empfindung dieser Bedürfnisse an einzelne Organe geknüpft sei, oder ob sie dem noch dunklen Felde des Allgemeinbewußtseins angehöre?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Es ist eine Thatsache, daß Appetit oder Hunger augenblicklich durch Aufnahme fester Stoffe in den Magen gestillt werden kann, und daß bei leerem Magen das Bedürfniß frischer Zufuhr gefühlt wird. Daß die Entstehung des Hungers demnach auf einem bestimmten Zustand des Magens beruhe, und von diesem Organe aus durch die Magennerven dem Bewußtsein klar werde, kann nicht geläugnet werden. In einem späteren Briefe werden wir sehen, welche Nerven des Organismus spezieller die Empfindungen und Bedürfnisse des Magens dem Gehirne zuleiten. Hier können wir nur darauf hindeuten, daß der Hunger nicht einfach auf dem Magen allein beruht, sondern daß auch das Gemeingefühl wesentlichen Antheil daran nimmt. Substanzen, welche nicht verdaut werden und dem Organismus keinen Stoff zur Aufnahme bieten, vermögen zwar durch Füllung des Magens augenblicklich, aber nicht auf längere Zeit hin das Gefühl des Hungers zu stillen. Thiere bieten alle Zeichen des Hungers, wenn sie mit Substanzen gefüttert werden, die zwar den Magen füllen, aber durch ihre Zusammensetzung nicht geeignet sind, das Leben des Organismus zu erhalten. Andrerseits ist es aber auch die Leere des Magens allein nicht, welche das Hungergefühl bewirkt. Man hat Morgens unmittelbar nach dem Erwachen, wo der Magen gewiß vollkommen leer ist, nur sehr geringen Appetit; zwei bis drei Stunden nach dem Essen ist bei gesunden kräftigen Menschen die Magenverdauung vollkommen beendet und der Magen vollkommen leer, während das Hungergefühl erst einige Stunden später eintritt. Dies Gefühl beruht demnach offenbar nicht auf dem Zustand des Magens allein, sondern auch auf dem Verhältnisse der eingeführten Nahrungsstoffe zu der gesammten Oekonomie des Körpers. Der lokale Zustand des Magens und die allgemeine Speisung der organischen Maschine durch Substanzen, welche ihren Verlust zu decken vermögen, dies sind die beiden Faktoren, welche bei Erzeugung dieses Gefühles zusammenwirken, und je nach Verhältniß der Dinge in dem einen oder anderen Falle bedeutender hervortreten. Den einen dieser Faktoren, den lokalen Magen-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zustand, können wir leicht in seinen verschiedenen Phasen erforschen; das Gemeingefühl des Organismus hingegen beruht auf zu mannigfachen wechselnden Grundlagen, wie auf der Mischung der gesammten Blutmasse, des Pfortaderblutes, des Chylus und der Lymphe und deren Wechselwirkung auf die Nerven, so daß eine genauere Analyse zur Zeit noch unmöglich ist.

In ähnlicher Weise zersplittert sich auch das Gefühl des Durstes. Mund- und Rachenhöhle spielen hier die Rolle des Magens; Durst wird jedesmal empfunden, sobald diese Theile trocken werden. Fieberkranke, Leute, die viel und stark athmen, oder durch Gewürze und Schärfen die Empfindlichkeit der Nerven der Schleimhaut steigern, fühlen so lange Durst, bis Mund- und Rachenhöhle in den gewöhnlichen Feuchtigkeitsgrad gebracht werden können. Sicherlich beruht auch die Thatsache, daß bei großer Hitze und Trockenheit der betreffenden Theile reines Wasser weniger den Durst löscht, als schleimige Getränke, auf dem einfachen Grunde, daß ersteres schnell verdunstet, während letztere die Feuchtigkeit länger zurückhalten. Allein wir wissen bei heftigeren Graden des Durstes eben so gut das Gefühl der Trockenheit im Munde von dem allgemeinen Bedürfnisse nach Flüssigkeit zu unterscheiden, als wir auf der anderen Seite Durst fühlen können, ohne daß unsere Mundhöhle gerade trocken ist. Wem ist es nicht schon bei anstrengenden Märschen im Sommer begegnet, daß er mit ausgedörrtem Gaumen und lechzender Zunge an einem Brunnen ankam, dort bis zu gänzlicher Sättigung und Anfüllung des Magens trank, und dennoch beim Verlassen der Quelle noch Durst empfand, der erst nach einiger Zeit verschwand, nachdem das in den Magen gebrachte Wasser aufgesaugt und in das Blut übergegangen war? Hunger und Durst sind demnach complexe Gefühle, wodurch der Organismus sein Bedürfniß nach Aufnahme von Stoffen kund giebt; die unmittelbare Empfindung derselben ist an bestimmte Organe, den Magen und die Mundhöhle, geknüpft, während das allgemeine Bedürfniß wahrscheinlich durch die Wechselwirkung zwischen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dem Inhalte der aufsaugenden Gefäße und ihrer Nerven bedingt wird.

Nicht jede Nahrung indessen ist für jedes Thier angemessen, die Einen leben nur von pflanzlicher, die Anderen nur von thierischer Kost, während Andere wieder aus beiden Naturreichen zugleich ihre Nahrung beziehen. Die Organisation eines jeden Thieres entspricht seiner Lebensweise und seiner Nahrung, und wenn auch die Gesetze der thierischen Bildung nicht in so enge Gränzen sich beschränken, als man zu glauben geneigt sein könnte, so ist doch im Allgemeinen die Uebereinstimmung eines jeden Organtheiles mit dem Plane des Ganzen so auffallend und der Bau jedes Theiles so sehr dem Bau der übrigen Theile angepaßt, daß oft schon aus einem einzelnen Theile die Bestimmung des Ganzen erschlossen werden kann. Werfen wir einen Blick auf die dem Menschen näher stehenden Thiere, die Säugethiere, so sehen wir, daß besonders die Bewegungsorgane und die Zähne es sind, welche in engerer Beziehung zu einander stehen und darauf hindeuten, welche Nahrung dem Thiere angewiesen sei. Der Fleischfresser hat mehr oder minder spitze, dolch- oder messerartige Zähne mit schneidenden Kronen und senkrecht in einander passenden Kegelhöckern und Vertiefungen, zum Festhalten und Zerreißen der Beute; — der Pflanzenfresser dagegen zeigt derbe Zähne mit platten Kronen und vorspringenden Leisten, welche zum Zerreiben und Zermahlen der Nahrung geeignet sind. Den Zähnen nach ist der Mensch auf Benutzung beider Naturreiche angewiesen, sein Gebiß nähert sich dem der Früchte fressenden Affen einerseits, der Alles fressenden Schweine andrerseits, und die Erfahrung hat schon längst bestätigt, daß eine zweckmäßige Mischung pflanzlicher und thierischer Kost den wesentlichsten Einfluß auf die Beförderung des leiblichen Wohles ausübe und der Zweck einer jeden vernünftigen Ernährungsweise sein müsse. Wir werden in dem Verlaufe sehen, daß namentlich in kälteren Zonen mehr Fleischnahrung, in wärmeren mehr Pflanzennahrung vorherrscht, daß aber die ausschließliche Pflanzenkost im Allge-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

meinen dem Individuum eine bedeutend größere Verdauungsarbeit bei verhältnißmäßig geringerer Ausbeute aufbürdet.

Die Kluft, welche nach früheren Ansichten thierische und pflanzliche Nahrung trennte, ist indeß bei weitem so groß nicht, als man sich gewöhnlich vorstellt. In rein chemischer Beziehung lassen sich zwar bedeutende Unterschiede finden, die aber im Laufe der Verdauung auf rein quantitative Beziehungen reducirt werden. So lange man freilich glaubte, der Stickstoff sei dem Pflanzenreiche fast durchaus fremd und für die thierischen Substanzen charakteristisch, so lange konnte man von einer totalen Verschiedenheit überzeugt sein, und von thierischer Nahrung als von Stickstoffnahrung, von Pflanzennahrung als von stickstoffloser Nahrung reden; — jetzt aber, wo man nachgewiesen hat, daß alle Pflanzen Stickstoff enthalten, und zwar jene eigenthümlichen stickstoffhaltigen Körper, die wir in einem früheren Briefe unter dem Namen Blutbildner bezeichneten: jetzt steht nur noch der empirische Satz fest, daß thierische Kost stickstoffreicher ist, als pflanzliche. Wir essen kein Fleisch, welches nicht Fett, mithin eine stickstofflose Substanz enthielte; wir verzehren kein pflanzliches Produkt, ohne eine geringe Menge pflanzlichen Faserstoffes und Eiweißes aufzunehmen. Der Unterschied zwischen pflanzlicher und thierischer Nahrung besteht demnach hauptsächlich darin, daß in letzterer die blutbildenden stickstoffreichen Verbindungen, in ersterer die kohlenstoffhaltigen, stickstofflosen Substanzen überwiegen.

Der chemischen Zusammensetzung der Stoffe nach, welche wir in den Nahrungsmitteln erhalten, kann man mehrere Gruppen unterscheiden, die in ihrer Beziehung zu den Organen des Körpers äußerst verschieden sind. Da in dem Organismus kein chemischer Grundstoff bereitet werden kann, überhaupt eine Erzeugung von Stoff im Organismus ganz unmöglich ist, so müssen alle diejenigen Bestandtheile, aus welchen der Körper sich aufbaut, demselben von Außen zugeführt, alle Ausgaben durch Einnahmen von Außen her ersetzt werden. Die Thätigkeit des lebenden Organismus muß sich nothwendiger Weise auf die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Umsetzung und verschiedenartige Combinirung der eingeführten Grundstoffe beschränken.

Eine Neuerzeugung von Materie findet in dem Körper eben so wenig Statt, als sonst irgendwo in der Welt. In vielen Köpfen spukt freilich noch die Ansicht, als könne der Organismus Stoffe erzeugen, als könne er Eisen, Kali, Kalk oder sonst irgend einen chemischen Grundstoff aus dem Nichts schaffen. Man kann jetzt dreist behaupten, daß nur die Unwissenheit, die nicht sehen und hören will, Vorstellungen dieser Art mehr oder minder klar ausgeprägt hegen kann, Vorstellungen, die sich darauf stützen, daß diese Grundstoffe in anderer Form dem Organismus zugeführt und in diesem in eine neue Gestalt umgeprägt werden. Wir müssen demnach alles dasjenige, was in der Zusammensetzung des Organismus aufgefunden und aus demselben durch den Stoffverbrauch ausgeführt wird, wieder ersetzen, und wir können diejenigen Stoffe, welche zu diesem Ersatze dienen, als Nahrungsmittel im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen. So gehören denn ebenso das Wasser und die unorganischen Bestandtheile, wie die eiweißartigen und stickstofflosen Stoffe, zu den nothwendigen Nahrungsmitteln, ohne deren Einführung der Organismus zu Grunde gehen würde. Daß alle diese Stoffe, diese Nahrungsmittel im weitesten Sinne des Wortes, nöthig seien, geht leicht aus dem Wesen des lebenden Organismus hervor. Hier ist nichts stabil; es ist keine Ernährung denkbar ohne Zerstörung auf der einen Seite und Bauen auf der anderen; das gebildete Muskelfleisch, die vorhandene Faser sind nicht zu ewiger Dauer bestimmt, sondern werden stets wieder zerstört und neu gebildet. Diesen ewigen Umschwung, diesen steten Wechsel der Materie hat schon das Volk sehr wohl begriffen, wenn es einfach behauptet: der Mensch erneuere sich alle sieben Jahre gänzlich; — die Physiologen sind freilich noch nicht so weit gekommen, den Zeitpunkt mit völliger Sicherheit bestimmen zu können, finden aber doch weit geringere Zeiträume für diese Erneuerung.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die stickstoffhaltigen Substanzen, welche wir mit dem Namen der Blutbildner bezeichneten, und von denen wir in dem Blute selbst zwei Hauptthypen: den Faserstoff und das Eiweiß, erkannten, sind namentlich in den thierischen Körpern in größter Menge angehäuft. Alle Organe des Körpers ohne Ausnahme sind mit eiweißhaltigem Wasser, das unmittelbar aus der Blutflüssigkeit herkommt, durchdrungen. In den meisten Organen findet sich auch noch mehr oder minder geronnenes Eiweiß, wie namentlich im Gehirne und den Nerven. Die große Masse des Muskelfleisches der Thiere besteht aus Faserstoff, der freilich nicht ganz dieselben Eigenschaften zeigt, wie der Faserstoff des Blutes; auch die Hornstoffe und die leimgebenden Gebilde haben einige Aehnlichkeit mit den Eiweißstoffen und können wahrscheinlich unmittelbar aus denselben hervorgehen. Man sieht demnach, daß der Körper in seinen wesentlichsten Theilen und seiner großen Masse nach aus diesen Stoffen zusammengesetzt ist, und daß die Zufuhr derselben die erste und wesentlichste Grundbedingung einer zweckmäßigen Nahrung sein muß. Blut und Fleisch der Thiere bieten die unmittelbare Regeneration dieser Stoffe dar. Es giebt aber außerdem noch eine Menge von Nahrungsmitteln, welche dieselben in bedeutender Quantität enthalten und die man deßhalb nicht mit Unrecht die plastischen Nahrungsmittel genannt hat, indem aus ihnen vorzugsweise die Neubildung des Plasma oder der Blutflüssigkeit mit ihrem Eiweiß- und Faserstoffgehalte hervorgeht. So sehen wir denn außer Fleisch und Blut in den Eiern das Eiweiß, in der Milch den Käsestoff als wesentlich plastischen Bestandtheil, und in den meisten Pflanzen, ja man kann sagen in jedem lebensthätigen Pflanzentheile, finden wir plastische Bestandtheile in größerer oder geringerer Quantität. Das Pflanzeneiweiß zeigt sich in löslichem Zustande in allen Pflanzensäften, wenn auch nur in geringer Quantität. Der Pflanzenfaserstoff ist nicht minder allgemein verbreitet, und sondert sich gewöhnlich mit Blattgrün vermischt aus den frischen Pflanzensäften unmittelbar nach ihrer Auspressung in Form eines gelatinösen Niederschlages ab. In

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den Gräsern, in deren Saft dieser Stoff am reichlichsten vertreten ist, scheint er sich nach und nach in eine verwandte Substanz umzusetzen, die man den Kleber genannt hat, die besonders in dem Getreide in bedeutender Menge vorkommt. Aus dem Weizenmehle, in dem dieser Stoff am reichlichsten vorhanden ist, erhält man ihn einfach dadurch, daß man das Mehl in einem Beutel von grober Leinwand unter beständigem Wasseraufgießen so lange knetet und verarbeitet, bis das abfließende Wasser nichts mehr mit sich führt. In den Samen der Hülsenfrüchte, der Erbsen, Bohnen und Linsen, findet sich endlich eine bedeutende Quantität eines eigenthümlichen Stoffes, den man mit dem Namen Legumin, Erbsenstoff oder Pflanzen-Caseïn belegt hat, weil er in der That mit dem Käsestoff der Milch viel Aehnlichkeit hat. Es unterliegt keinem Zweifel, daß alle diese Stoffe durch die chemische Thätigkeit der verschiedenen Organismen ineinander übergeführt werden können, daß z. B. Säuglinge, die in der Muttermilch nur Käsestoff erhalten, aus demselben den Faserstoff ihres Blutes und ihrer Muskeln, das Eiweiß ihrer Organe bereiten, und daß andrerseits eine säugende Frau, die sich nur von Brod und anderen pflanzlichen Stoffen nährt, aus diesen Stoffen nicht nur Blut und Fleisch ihres eigenen Körpers, sondern auch den Käsestoff ihrer Milch bereitet.

Auf diese Thatsachen fußend hat man schon öfter versucht, die verschiedenen Nahrungsmittel hinsichtlich ihres Werthes für die Ernährung zusammenzustellen, und hierbei als wesentlichen Punkt den Gehalt derselben an blutbildenden oder plastischen Stoffen in das Auge zu fassen. Ganz genau kann eine solche Zusammenstellung nicht sein, da einerseits Form und Löslichkeit der Stoffe verschieden sind, so daß wir nicht im Voraus wissen können, welche Verdauungskraft der Organismus zur Bewältigung der dargebotenen Nahrung aufwenden muß, und da wir andererseits auch nicht berechnen können, welcher Kraftverbrauch nöthig ist, um den einen der blutbildenden Stoffe in den anderen überzuführen. Indessen liefern solche übersichtliche Zusammenstellungen der Nahrungsmittel doch wenigstens der Wahrheit sich

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nähernde Resultate, die um so mehr beachtet sein wollen, wenn es sich nicht nur um das Individuum, sondern auch um die Verproviantirung im Großen handelt. Man gestatte mir ein Beispiel hier anzuführen. Bei einer Theuerung ließ die Regierung von Bern in Genua Reis ankaufen und pries sich und ihre Weisheit, als ihr gelungen war, den Reis fast zu demselben Preise zu erhalten, wie den damals sehr theuren Weizen, welchen man durch den Reis ersetzen wollte. Man braucht nur einen Blick auf die nachfolgende Tabelle zu werfen, um sich zu überzeugen, daß der Reis nur ein Dritttheil der blutbildenden Stoffe enthält, die in dem Weizenmehle vorkommen, und daß, abgesehen von der Form des Brodes, in welche der Reis gar nicht gebracht werden kann, die Regierung von Bern in angestammter gouvernementaler Unwissenheit für dieselbe Menge von nährenden Stoffen, welche sie beim Ankaufe von Weizen hätte erhalten können, das Dreifache an Geld ausgab.

Nutritionsscale nach dem Reichthume der Nahrungsmittel an eiweißartigen Verbindungen im frischen Zustande:

	Prozentzahl der Blutbildner in frischem Zustande.	Prozentzahl des Wassergehaltes.
Käse (friesischer)	68	32
„ (schweizer)	62	28
Eisubstanz ohne Schale . .	20	57
„ mit Schale . . .	18	52
Eigelb	15,76	51,48
Eiweiß	12—13,8	85
Fleisch von Säugethieren . .	14—16	77
„ von Fischen . . .	12—14	80
Muttermilch	5,4 — 1,9	91,4 —86,1
Milch von Kühen	7,2 — 6,7	85,7 —82,3
Eselsmilch	1,6 — 1,9	90
Weizenmehl	11,69—19,17	12,73—13,85
Roggenmehl	10,34—15,96	13,78—14,68
Reis	6,27— 3,8	15,14
Buchweizenmehl	5,84	15,12
Gerste	12,26—15,35	16,79—13,80
Erbsen	24,41	13,43—19,50
Bohnen	24,71	13,41
Große weiße Bohnen . . .	24,67	15,80
Linsen	26,50	13,01
Weiße Kartoffeln	2,49	74,95

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Prozentzahl der Blutbildner in frischem Zustande.	Prozentzahl des Wassergehalts.
Blaue Kartoffeln	2,37	68,94
Möhren	1,48	86,10
Rothe Rüben	2,83	81,61
Gelbe Rüben	1,54	83,28
Kohlrüben	1,54	87,78
Zwiebeln	0,46	93,78

Eine zweite Klasse von Nahrungsstoffen bieten die stickstofflosen Substanzen, die Fettbildner, die man auch, obwohl nicht ganz mit Recht, die Respirationsmittel genannt hat. Wir kennen im thierischen Organismus von stickstofflosen Substanzen eigentlich nur die Fettarten. Man hat sich gewöhnt, dieselben als etwas Wandelbares zu betrachten, und, verleitet durch die bei verschiedenen Individuen so äußerst verschiedene Fettanhäufung im Zellgewebe, zwischen den Muskeln und Eingeweiden, hat man das Fett nur als einen accidentiellen Stoff betrachten wollen. Zum Theil hat dies seine Richtigkeit; — aber auch nur zum Theil, denn Fett gehört eben so nothwendig zur Zusammensetzung fast aller Formelemente, die wir im Körper finden, als Faserstoff und Eiweiß. Das Gehirn und die Nervensubstanz, das Drüsengewebe, selbst das Muskelfleisch und die Haut; — alle Gewebe fast ohne Ausnahme enthalten eine gewisse, mehr oder minder große Menge Fett als nothwendigen Bestandtheil. Daß dieses nothwendige Fett denselben Gesetzen der Ernährung unterliegen müsse, wie die stickstoffhaltigen Bestandtheile, kann keinem Zweifel unterliegen; daß demnach die Speisen ebenfalls Fett oder in Fett wandelbare Stoffe liefern müssen, ist ein nothwendiges Bedürfniß der Existenz des Organismus. Allein dieser nimmt mehr, als er unumgänglich nöthig hat, von diesen Stoffen auf, er übersättigt sich damit, er setzt sie in den Zwischenräumen des Zellgewebes in Form von Fett ab, um sie zu allenfallsigem Gebrauche bereit zu haben.

Ist dieses richtig, so geht daraus unwiderleglich hervor, daß die stickstofflosen Bestandtheile der Nahrungsmittel nur dann als Ersatzmittel für den Stoffverbrauch im Organismus ange-

sehen werden können, wenn es möglich ist, ihren Uebergang in Fett nachzuweisen. Was nicht Fett werden kann, findet keine Anwendung im Organismus, und wird deßhalb entweder gar nicht aufgenommen, oder wenn die Substanz physikalischen Gesetzen zufolge von den Gefäßen ausgesaugt wird, so schaffen die Absonderungsorgane sie auch unverändert aus dem Organismus wieder hinaus. Die fleischfressenden Thiere erhalten Fett unmittelbar in ihrer Nahrung, und zwar meistens noch im Ueberschusse, da im Allgemeinen die grasfressenden Thiere, welche ihnen zur Beute dienen, durch reichliche Fettentwicklung sich auszeichnen. In dem Pflanzenreiche sind es hauptsächlich die Samen, welche eine bedeutende Menge von Fett enthalten, und viele Pflanzen, wie Mohn, Lein, Oliven, Sesam, Reps, werden lediglich des Oelgehaltes ihrer Früchte und Samen wegen angebaut. Auch die gewöhnlichen Gräser und grünen Pflanzentheile enthalten eine geringe Quantität von Fett, die aber nicht hinreicht, um die Fettentwicklung in vielen pflanzenfressenden Thieren zu erklären. Man fragte sich also, woher dieses Fett, welches namentlich bei der Mästung in so großer Quantität erzeugt und im Körper der gemästeten Thiere abgesetzt wird, stammen könne.

Ich berühre hier den heftigen Streit, welcher vor nicht langer Zeit zwischen Frankreichs und Deutschlands chemischen Koryphäen geführt wurde und wo endlich, nach hartem Kampfe, das linke Rheinufer sich überwunden erklären mußte. Die Einen, auf die Thatsache fußend, daß die stickstoffhaltigen Substanzen, welche wir in unserer Nahrung einnehmen, nur dann wirklich ernährend und Verluste ersetzend sich zeigen, wenn sie in ihrer Zusammensetzung mit den im Körper vorhandenen Stickstoffverbindungen identisch sind; Thatsache, welche von beiden Partheien als gegründet anerkannt wurde —; die Einen, sagte ich, dehnten diese Thatsache zum allgemeinen Gesetz aus und behaupteten, der thierische Organismus schaffe in der Verdauung überhaupt gar nichts um, er bewirke keine neuen Verbindungen, sondern ziehe die ihm nothwendigen Stoffe aus den Nahrungsmitteln

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nur aus und gebe ihnen die passende Form. Das Pflanzenreich, behaupteten sie, sei das große Laboratorium der organischen Verbindungen im Allgemeinen; in den Pflanzenzellen würden der Faserstoff, das Eiweiß, die Fette, kurz alle thierischen Bestandtheile bereitet und auf diese Weise den pflanzenfressenden Thieren fertig geboten, welche durch ihre Verdauung diese Stoffe nur auszögen und in ihrem Organismus verwendeten. Auch das Fett, welches in der Mast befindliche Thiere ansetzten, werde nicht von ihnen aus anderen Stoffen bereitet, sondern sei schon in den gebotenen Nahrungsmitteln als fettähnlicher Stoff (meist Pflanzenwachs) angehäuft. Zum Beweise dieser Ansicht lieferte man neue Analysen der Pflanzennahrung, des Wälschkorns, Heues u. a. m., und wies in der That eine größere Quantität fettiger Stoffe in diesen Materien nach, als man bisher angenommen hatte. Derjenige deutsche Chemiker indeß, welcher zuerst die Behauptung aufgestellt hatte, daß der Thierorganismus in der That aus Zucker, Stärkemehl und andern stickstofflosen Substanzen Fett bereiten könne, und sich dabei namentlich auf bekannte Erfahrungen über die Wachserzeugung der Bienen und auf das Mästen der Thiere im Allgemeinen berufen hatte, wies einfach nach, daß die Exkremente einer milchenden Kuh eben so viel Pflanzenwachs enthielten, als sie in der Nahrung bekam, und dadurch war auch seine Behauptung bewiesen. Jetzt, wo die französischen Chemiker sich durch eigene Versuche überzeugt haben, daß die Bienen wirklich in ihrem Innern den Zucker in Wachs verwandeln; jetzt, wo ein unpartheiischer, im Elsaße wohnender Beobachter nachgewiesen hat, daß die Gänse in der That aus dem Stärkemehl und Zucker des Wälschkorns, die Schweine aus dem Stärkemehl der Kartoffeln Fett bereiten; jetzt kann kein Zweifel mehr über die Thatsache sein, daß der Organismus zum Theil sich seine Stoffe und namentlich das Fett aus anderen ihm dargebotenen Verbindungen schafft.

Auf welche Weise indeß diese theilweise Umbildung der Nahrungsmittel bewerkstelligt werde, dies ist auf jeden Fall noch

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nicht dargethan: das Endresultat kennen wir, das Verfahren ist uns noch Geheimniß.

Einen Anknüpfungspunkt zur Entscheidung dieser Frage scheinen einige neuere Untersuchungen bieten zu wollen. Schweine, mit fettlosen, aber stärkemehlhaltigen Substanzen gefüttert, wurden nicht fett; Enten, denen man fettlosen Reis zur Nahrung gab, blieben mager wie zuvor. Fügte man aber eine kleine Quantität Fett zur Nahrung zu, so wurde nicht nur diese aufgenommen, sondern auch das Stärkemehl selbst in Fett umgewandelt und dieses in großer Menge in dem thierischen Körper abgesetzt. An diese Resultate, die durch eine große Reihe genauer Untersuchungen gewonnen wurden, knüpfen sich noch einige andere Thatsachen derselben Art. Bienen mit reinem Zucker genährt bildeten kein Wachs; wurde ihnen aber Honig gereicht, in welchem sich eine höchst kleine Menge Wachs findet, so erzeugten sie Wachs in bedeutender Quantität. Die Gelatine, welche vor einiger Zeit als Ersatzmittel der Fleischbrühe angerühmt wurde, hat sich als durchaus unnütz erwiesen, indem sie die eiweißartigen Stoffe nicht ersetzen konnte; — einigen älteren Versuchen zu Folge aber soll sie nährend wirken, wenn ihr eine kleine Menge Fleischbrühe beigesetzt wird. Es scheint, als ob die geringen Quantitäten von Fett, von Fleischbrühe, die man stärkemehlhaltigen, gelatinösen Substanzen in der Nahrung beimischt, wie eine Art Hefe wirken, wodurch der Umsatz des fremdartigen Stoffes bedingt wird, und es wird jetzt als eine der ersten Aufgaben der physiologischen Chemie zu betrachten sein, zu erörtern: welchen Einfluß diese Beimischungen sehr kleiner Mengen gewisser Stoffe auf die Umwandlung der Nahrungsmittel im Großen haben.

Die Entwicklung der ölhaltigen Pflanzensamen mußte schon bei genauerer Ueberlegung darauf hinweisen, daß durch den Vegetationsprozeß das Stärkemehl in Fett übergeführt werden kann. Alle diese Samen enthalten in ihrem Jugendzustande, bevor sie vollständig entwickelt sind, eine bedeutende Menge von Stärkemehl, das allmählich verschwindet und durch Oel ersetzt

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wird. Da diese Umwandlung nur durch Verlust von Sauerstoff erklärt werden kann, indem das Fett weit weniger Sauerstoff enthält, als das Stärkemehl, so ist es gewiß nicht ohne Bedeutung, daß die fett- und wachsartigen Stoffe bei den Pflanzen am meisten in den äußeren Schichten nahe an der Oberfläche liegen, die bekanntlich unter dem Einflusse des Sonnenlichtes Sauerstoffgas ausscheidet.

Die stärkemehlhaltigen Körper, welche, wie aus dem Obigen hervorgeht, in dem thierischen Organismus in Fett übergeführt werden können, und die wir deßhalb auch mit dem Namen der Fettbildner bezeichneten, sind in dem pflanzlichen Organismus ganz allgemein verbreitet. Der Stoff, aus dem die jugendlichen Pflanzenzellen bestehen, das Stärkemehl, welches hauptsächlich in denjenigen Pflanzentheilen überreichlich angehäuft ist, die dem Lichte nicht ausgesetzt sind, und das mehrere Abarten zeigt, das Dextrin, welches durch die Einwirkung von Diastase, einem eigenthümlichen Gährungsstoffe, aus Zellstoff und Stärkemehl hervorgeht: alle diese Substanzen bilden eine eigenthümliche Reihe von Körpern, die keinen Stickstoff enthalten und die durch fortgesetzte Einwirkung der Gährungsstoffe in Zucker übergeführt werden. Die verschiedenen Zuckerarten, von welchen der Trauben- oder Krümmelzucker der am weitesten verbreitete ist, bilden gewissermaßen das Ziel der Umwandlungen, die in dem pflanzlichen Organismus durch Einwirkung der Gährungsstoffe und der Pflanzensäuren auf das Stärkemehl hervorgebracht werden. Der Zucker selbst aber ist ein höchst unbeständiger Stoff, der, wie man weiß, durch fortgesetzte Einwirkung der Fermente in Weingeist und Essigsäure, durch weinige und saure Gährung übergeführt werden kann. Alle diese Umwandlungen, welche die Chemie nach allen Seiten hin erforscht hat, sind für uns von geringerem Interesse; während die Erforschung der Frage: durch welche Zwischenstufe der Zucker in Fett übergeführt wird, für die Physiologie von der größten Wichtigkeit ist. Wir sahen oben bei der Analyse des Verdauungsprozesses, daß die stärkemehlartigen Körper in dem Darmkanale durch den Einfluß des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Speichels, des Bauchspeichels und des Darmsaftes in Zucker umgewandelt werden. Von den Zwischenstufen zwischen Zucker und Fett, das wir als Endresultat dieser Umwandlung im Organismus kennen, ist nur so viel bekannt, daß Traubenzucker durch Behandlung mit thierischen Hefen in Milchsäure und dann in Buttersäure übergeführt wird, eine Umwandlung, die sicher auch in dem Darmkanale vor sich geht, da bei Fütterung mit stärkemehlhaltigen Substanzen stets eine bedeutende Buttersäurebildung in den Gedärmen bemerkt wird. In welcher Weise diese Buttersäure in Fett übergeht, dies nachzuweisen wird vielleicht einer späteren Zeit gelingen.

Man hat hinsichtlich des Gehaltes der Nahrungsstoffe an stärkemehlartigen Körpern ähnliche Tabellen entworfen, wie die oben hinsichtlich der stickstoffhaltigen Bestandtheile mitgetheilte. Eine solche Tabelle hat insofern einen praktischen Werth, als sie hauptsächlich den Maßstab des Effektes giebt, welchen man bei Fütterung solcher Substanzen für die Mästung oder Fettbildung erzielt. Man wird bei Vergleichung dieser Tabelle mit der früher mitgetheilten finden, daß die Stoffe fast die umgekehrte Reihenfolge einnehmen, und wenn man nur etwas weiter die gemischten Nahrungsmittel berücksichtigt, die der Mensch zu sich nimmt, so wird man finden, daß fette Leute stets mehr Neigung zu denjenigen Nahrungsmitteln zeigen, welche vorzugsweise aus den in der folgenden Tabelle voranstehenden Substanzen entnommen sind, während magere Menschen mehr auf die der früheren Tabelle angehörigen Nahrungsmittel sich werfen.

Gehalt an Stärkemehl und Blutbildnern der bei 100° getrockneten Substanz.

	Prozentzahl des Stärkemehls.	Prozentzahl der Blutbildner.
Reis	85,87	7,40
Maismehl	77,74	13,66
Weizenmehl Nr. 1	65,21	19,16
„ Nr. 2	66,93	13,54
„ Nr. 3	57,70	21,97
Buchweizenmehl	65,05	6,89

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	Prozentzahl des Stärkemehls.	Prozentzahl der Blutbildner.
Gerstenmehl	64,63	—
Roggenmehl Nr. 1	61,26	11,94
" Nr. 2	54,84	17,71
" Nr. 3	57,07	—
Linsen	39,62	—
Erbsen	38,81	28,22
Bohnen	37,71	28,54

Schon oben deuteten wir darauf hin, daß auch die anorganischen Bestandtheile, die unser Körper enthält, durch die Nahrungsmittel zugeführt werden müssen, da diese Bestandtheile nicht minder, wie die organischen, für den Organismus und die Forterhaltung seines Lebens wesentlich sind. Unsere Knochen enthalten eine große Menge erdiger Bestandtheile, namentlich phosphorsauren Kalk; unser Blut Eisen und eine Menge alkalischer Salze; alle unsere Sekretionen: Harn, Galle ꝛc. enthalten eine bestimmte Quantität feuerbeständiger Salze, welche man meist durch Verbrennung als Asche bestimmt. Alle diese Salze kann der Organismus nicht erschaffen, sie müssen ihm in der Nahrung geboten werden. Der Gebrauch des Kochsalzes ist keine Zufälligkeit, sondern tief in den Ernährungsgesetzen unseres Körpers begründet; bei der Gegenwart von Kochsalz im Magensafte geht die Verdauung weit schneller und vollständiger vor sich; ohne Salzsäure ist sie nur äußerst unvollständig. Es ist jedem Landwirthe bekannt, daß Hühner nur schlecht und wenig Eier legen, wenn man sie verhindert, den Kalk an den Mauern zu picken; sie bedürfen dieses Kalkes zur Construktion der Eischalen. Ein Kind, welches sein Skelett baut, bedarf einer bedeutenderen Menge phosphorsaurer Kalkerde, als ein Erwachsener, und die Thatsache, daß scrophulöse und rachitische Kinder gerne Erde und Kalk essen, findet ganz einfach in dem Umstande seine Erklärung, daß die Absonderungen dieser Kinder eine bedeutende Menge von Kalksalzen enthalten und sie demnach das Bedürfniß fühlen, diesem Abgange entgegen zu arbeiten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Soll demnach die Kost wirklich nährend für den Organismus sein, so müssen sich darin, vom chemischen Standpunkte aus, drei Bedingungen verwirklichen: die gebotenen Substanzen müssen Blutbildner zur Ernährung der stickstoffhaltigen, Fett oder in Fett wandelbare Stoffe zum Ersatz der stickstofflosen Körperbestandtheile, und eine angemessene Quantität der im Körper vorkommenden anorganischen Salze enthalten. Länger fortgesetzte Entbehrung einer jeden Bedingung tödtet unausbleiblich den Organismus, der sich selbst zerstört, um seinen Ausgaben zu genügen. Indeß erfolgt der Tod bei ausschließlicher Ernährung mit einer oder der anderen Klasse von nothwendigen Stoffen nicht in derselben Zeit. Eine Ernährung, in welcher die Blutbildner fehlen, ist fast mit völligem Hungern gleichzusetzen; Hunde, welche man mit reinem Zucker, Stärke oder Gummi fütterte, starben fast zu derselben Zeit, wie andere, welche nur reines Wasser erhielten und auf diese Weise den Hungertod starben. Fütterung mit reinen Blutbildnern, Faserstoff oder Eiweiß, erhielt das Leben zwar länger, allein auch nicht auf die Dauer, und es ist leicht einzusehen, daß diese längere Erhaltung auf dem Umstande beruht, daß jeder thierische Organismus eine gewisse Menge überflüssigen Fettes, gleichsam als Reserve, bewahrt, wovon er in geeignetem Falle Gebrauch machen kann. Versuche über Fütterung mit Substanzen, welche keine unorganischen Salze lieferten, hat man bis jetzt nur an Vögeln angestellt; die Thiere starben erst nach verhältnißmäßig langer Zeit, und bei der Sektion fanden sich ihre Knochen erweicht, verdünnt, durchlöchert, ihrer erdigen Bestandtheile beraubt.

Die chemische Zusammensetzung der Nahrungsmittel, ihr Gehalt an Blutbildnern, Fett und anorganischen Salzen reicht aber noch nicht hin, die Stoffe zum Genusse tauglich zu machen; ein wesentliches Erforderniß ist noch, daß die Form, in welcher sie geboten werden, auch den Verdauungskräften angemessen sei. Auf Erzielung dieser leichteren Auflöslichkeit der Nahrungsstoffe sind jene vorgängigen chemischen Operationen gerichtet,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

welche wir unter dem Namen der Kochkunst begreifen. Theils durch die Zerkleinerung und zweckmäßige Mischung, theils durch Einwirkung der Wärme bringen wir unsere Speisen in einen Zustand, wo die Verdauungskräfte in weitester Ausdehnung auf sie wirken können, und je nachdem schon die organische Substanz an und für sich leichter oder schwerer durch die Verdauungsflüssigkeiten auflösbar ist, unterscheiden wir leicht oder schwer verdauliche Speisen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch diese Verhältnisse nach genauen chemischen Analysen der in Betracht kommenden Agentien klar gemacht werden können; allein einerseits stehen unsere Kenntnisse der Zusammensetzung der Nahrungsmittel noch nicht auf der nöthigen Stufe der Vollendung, während andrerseits die Verdauungsflüssigkeit individuelle Abweichungen zeigen kann und zeigt, deren Gränzen wir noch nicht kennen. Ja selbst bei durchaus ähnlichen Stoffen treten Verhältnisse ein, die durch die heutige Chemie noch nicht enträthselt werden können. Ochsenfleisch und Kalbfleisch zeigen keine verschiedene chemische Zusammensetzung, und dennoch ist das eine weit leichter verdaulich, als das andere. Es scheint, als walten hier dieselben Erscheinungen mit, welche sich in der unorganischen Natur bei dem Isomerismus zeigen, der bekanntlich darin besteht, daß ganz gleich zusammengesetzte Körper verschiedene chemische Eigenschaften zeigen können. Frisch gefällte Thonerde löst sich mit größter Leichtigkeit in Säure auf, getrocknet und geglüht wird sie fast durchaus unlöslich, und dennoch ist es derselbe Körper. So mag es auch bei vielen Nahrungsmitteln sein: sie enthalten dieselben chemisch gleich zusammengesetzten Körper, aber in mehr oder minder löslichen Modifikationen, und sind deßhalb leichter oder schwerer verdaulich.

Die Kenntniß der Nahrungsmittel von diesem Gesichtspunkte aus ist aber von der höchsten praktischen Wichtigkeit und von alten Zeiten her hat man schon auf verschiedenen Wegen zu solcher Kenntniß zu kommen gesucht. Der Erbsenbrei und das Pöckelfleisch, die einen Matrosen trefflich nähren, würden einen am Nervenfieber oder Schwäche des Magens leidenden

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kranken ohne Weiteres tödten. Ein Jeder zwar kennt mehr oder weniger aus Erfahrung, was ihm zusagt und was nicht; aus der Vergleichung dieser Erfahrung sind allgemeine Regeln der Diät hervorgegangen, welche überall so ziemlich dieselben sind. Versuche von wirklich wissenschaftlichem Werthe über diese Frage sind aber erst in neuester Zeit gemacht worden, und vielleicht, daß sich auf die eine oder andere Weise Gelegenheit bietet, sie zu vervollständigen.

Ein canadischer Arzt hatte zu seiner Disposition einen Jäger, dem in Folge einer bedeutenden Schußwunde eine Oeffnung im Magen zurückgeblieben war, durch welche man sich über alle Vorgänge in diesem Organe leicht Auskunft verschaffen konnte. Sobald der Mann eine Mahlzeit zu sich genommen hatte, so wurden die Fortschritte der Verdauung beobachtet und der Zeitpunkt bestimmt, wo die Umwandlung der Nahrung in vollkommenen Speisebrei vollendet war. Die Resultate dieser Untersuchungen können nicht allgemein bindend sein, da der individuellen Abweichungen zu viele sind; allein ich halte ihre Aufführung für um so zweckmäßiger, als sie eben einen Maßstab zur Vergleichung der Thatsachen mit den herrschenden Ansichten geben. Zur vollständigen Umwandlung in Speisebrei bedurften: Gekochte Schweinsfüße, gebratener Ochsenmagen, gekochter Reis 1 Stunde; weiche süße Aepfel, geschlagene Eier, gekochte Lachsforelle, Gerstensuppe, gebratene Lachsforelle, geröfteter Hirsch 1 St. 30 M.; gekochter Sago, gekochtes Gehirn 1 St. 45 M.; mit Essig angemachter Kohl, weiche saure Aepfel, gekochter Tapioka, gekochte Milch, rohe Eier, trockener gesottener Stockfisch, gebratene Ochsenleber, kalte Milch mit Brod, gekochte Gerste 2 Stunden; frische Milch 2 St. 15 M.; gekochte Gallerte, Zuckerbrod, gekochter Pastinak, roher Kohl, Truthahn, geröstet und gesotten, Haché mit Kartoffeln, geröstete Kartoffeln, wilde Gans, geröstet, Spanferkel, gesottene Bohnen 2 St. 30 M.; gekochtes Rückenmark 2 St. 40 M.; Eier und Milchpudding 2 St. 45 M.; rohe harte saure Aepfel 2 St. 50 M.; rohe Austern 2 St. 55 M.; weich gesottene Eier, geschmortes Hammelfleisch, frisches mageres

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ochsenfleisch geröstet, Beafsteak, roher Schinken, gebratener Barsch, gesottene Bohnen, Kuchen, gebratenes Rindfleisch 3 St.; gekochte gelbe Rüben, geröstetes Hammelfleisch 3 St. 15 M.; gebratene Butter, zerlassene Butter, Hammelfleischsuppe, frisches Weizenbrod, Austernsuppe, gekochte weiße Rüben, Bratwurst, fettes Rindfleisch, gekocht, alter Käse, hart gesottene Eier, gedämpfte Austern, gekochte Kartoffeln 3 St. 30 M.; gesottenes Ochsenfleisch mit Salz 3 St. 35 M.; Butterbrod mit Kaffee, türkisch Korn gekocht, gekochte Bohnen, gebratenes Hammelfleisch 3 St. 45 M.; geröstetes Schweinefleisch 3 St. 50 M.; gebratenes Rindfleisch, gekochtes Geflügel, gekochter gesalzener Lachs, gebratenes Herz, gekochte Hühner, gebratenes Kalbfleisch, Rindfleischsuppe, trockenes Brod und Kaffee, gebratene Ente 4 St.; gekochte Knorpel 4 St. 15 M.; frisch gesalzenes Schweinefleisch, gekocht, Hammeltalg, gekochter Kohl, gebratene Wildente 4 St. 30 M.; gekochte Sehnen und Ochsentalg 5 St. 30 M.

Ein anderer Beobachter benutzte die Fähigkeit, die er besaß, durch Lufteinschlucken sich willkürlich zu erbrechen, um Untersuchungen über seine Verdauung anzustellen. Er nahm bestimmte Mahlzeiten ein und erbrach sie nach einer gewissen Zeit wieder, um den Grad ihrer Chymificirung zu untersuchen. Hierbei ergaben sich als leicht verdauliche Substanzen, d. h. als solche, welche im Magen binnen 1—1½ Stunden in einen Brei verwandelt werden: Spinat, Selleri (mit Ausnahme der Strünke), Spargel, Hopfen, Berghopfenkeime, Artischocken, aus verschiedenen Obstsorten bereitetes Muß, Brei von Getreidekörnern, Roggen, Gerste, Mais, Reis, Erbsen, Bohnen, Kastanien, einen Tag altes Brod und alle Art von Gebäck, das keine Butter enthielt, Rüben, Kartoffeln, arabischer Gummi, Kalbfleisch, Hahn, junges Schöpsenfleisch, frisch gelegte und weich gesottene Eier, Kuhmilch und in Wasser gekochte, mit Salz und Petersilie versehene Barsche. Zu den minder verdaulichen Substanzen, d. h. zu denen, welche nach 1—1½ Stunden unvollständig chymificirt waren, gehörten die rohen Kräuter des Salates, der Huflattig, der Löwenzahn, die Brunnenkresse, die

Cichorie, der Weißkohl, der Mangold, die gekochten und die rohen Zwiebeln, Meerrettig, rothe und gelbe Rüben, das Fleisch von nicht saftigem Kernobste, neu gebackenes Brod, frische und trockene Feigen, Pasteten, Schweinefleisch und alle daraus bereiteten Speisen, gekochtes Blut, hartgesottene Eier und Eierkuchen. Als Nahrungsmittel endlich, welche innerhalb der gewöhnlichen Zeit von 4 Stunden nicht verdaut wurden, zeigten sich Champignons, Morcheln, Trüffeln, welsche Nüsse, Haselnüsse, Mandeln, Pinien, Pistazien, Rosinenkerne, Kerne von Birnen, von Aepfeln, von Pomeranzen, von Johannisbeeren, von Citronen, von Oliven, Cacaobohnen, ausgepreßte fette Oele von Nüssen, Mandeln, Haselnüssen und Oliven, trockene Rosinen, die Hülsen der Erbsen, der Bohnen, der Linsen, des Roggens, der Gerste, die Schoten von Erbsen und Bohnen, die Haut der Kirschen, der Aprikosen, der Pflaumen, der Pfirsichen, der Prunellen, die Schale des Kernobstes, der Beeren, der Aepfel, der Birnen, der Johannisbeeren, der Stachelbeeren, der Pomeranzen, der Citronen, Orangeat, Citronat, die Samenbehälter der Birnen und der Aepfel, die Kerne der Pflaumen und der Kirschen, die sehnichten und häutigen Theile des Rindes, des Kalbes, des Schweines, des Geflügels, des Rochens, die Knochen, die fettigen und öligen Substanzen dieser Thiere und das Eiweiß von hart gekochten Eiern. Durch einen Zusatz von Oel oder Fett wurden auch in diesem Falle alle Nahrungsmittel schwerer verdaulich. Gebratener oder mit Oel, Wein oder weißer Brühe zubereiteter Barsch ging schwerer als in Wasser gesottener in Chymus über. Ein Zusatz von Sauerampfer zu dem Spinate verminderte die Verdaulichkeit des letzteren. Die Digestion der Breiarten, von Aepfeln, Birnen, Pflaumen u. dgl. wurde durch einen Beisatz von Zucker und Zimmt begünstigt. Schwarzbrod verdaute sich schlechter als weißes, frisches schwerer als einen Tag altes; gesalzenes Gerstenbrod leichter als ungesalzenes, Buchweizenbrod schwieriger als Brod von reinerem Mehl. Die Brodrinde soll eben so verdaulich als das weiche sein. Alle jüngeren Thiere wurden wiederum leichter als ältere verdaut.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Als Substanzen, welche die Digestion verzögern, fand Gosse viel lauwarmes Wasser, Säuren, Adstringentien wie China, alle fetten Speisen, Abkochung von Solanum dulcamara, mineralischen Kermes und Sublimat. Als Beförderungsmittel der Digestion ergaben sich Kochsalz, Pfeffer, Zimmt, Muskaten, Nelken, Senf, Meerrettig, Rettig, Kapern, Wein, geringe Menge Liqueurs, alter Käse, Zucker und verschiedene, bittere Dinge.

Man sieht, der Genfer Arzt und der canadische Jäger verdauten nicht in gleicher Weise, und es bedürfte einer großen Menge vergleichender Versuche mit verschiedenen Individuen, um die allgemeinen zur Basis dienenden Regeln aufstellen zu können. Bis dahin wird die Diätetik stets mehr oder minder dem reinen Empirismus verfallen bleiben und der Arzt seinen Reconvalescenten diejenige Speise als die verdaulichste rathen, die er selbst am leichtesten verdaut. Die Wahl der Nahrungsmittel an sich ist aber nicht nur individuell höchst wichtig, sondern auch in politisch-ökonomischer Rücksicht eine wichtige und weltbewegende Frage. Die Produktion der Nahrungsmittel steht in der engsten Beziehung zu dem Grade der Cultur und Civilisation, zu welcher sich die Menschheit erhoben hat, und der Hauptzweck der Landwirthschaft, welche insofern die Basis einer jeden Civilisation bildet, als sie nothwendig feste Wohnsitze voraussetzt, beruht auf der größtmöglichsten Produktion von Nahrungsstoff auf einem gegebenen Raum der Erdoberfläche. Da aber nicht alle Produkte der Landwirthschaft in gleichem Maße und in gleicher Richtung nährend wirken, so sei es uns erlaubt, hier einige Worte über den Werth der Nahrungsmittel in physiologischer Beziehung beizufügen.

Wir sahen oben, daß nach dem Einflusse, welchen die verschiedenen durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe auf den Körper haben, wir dieselben in verschiedene Klassen eintheilen können, daß wir anorganische Stoffe, Blutbildner und Fettbildner bedürfen, um die Ernährung nach allen Richtungen in vollständiger Weise vor sich gehen zu sehen. Ein Nahrungsmittel wird deßhalb dann seinen Zweck am besten erfüllen, wenn es

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vielfältig gemischt ist und in seiner Mischung eine dem Körper analoge Zusammensetzung aus den angeführten Substanzengruppen zeigt. Wo diese Mischung der Nahrungsmittel fehlt, da wird dasselbe, für sich allein genommen, bei längerem Gebrauche untauglich, das Leben zu erhalten, und da die wenigsten Nahrungsmittel eine solche Mischung zeigen, so müssen wir bei der Ernährung unseres Körpers durch zweckmäßiges gemeinschaftliches Genießen verschiedener Substanzen, welche in ihrer Gesammtheit dem genannten Bedürfnisse entsprechen, die fehlerhafte Mischung der vereinzelten Nahrungsmittel ersetzen. Der Wechsel der Nahrungsmittel ist demnach ein höchst wichtiges Gesetz für den Einzelnen wie für die Gesammtheit, und nicht minder ist die gehörige Zusammenstellung verschiedenartiger Nahrungsmittel eine absolute Nothwendigkeit. Der Ekel, welchen die stete Wiederkehr desselben Gerichtes erregt, ist kein Resultat der Verwöhnung unseres Gaumens, sondern ein Sträuben des Organismus gegen die ihm schädlich werdende Nahrung, die seinen Bedürfnissen nicht mehr zu entsprechen vermag.

Die Natur selbst hat uns in Betreff der Zusammensetzung eines typischen Nahrungsmittels, das für sich allein genommen den Bedürfnissen des Organismus vollständig zu genügen vermag, das beste Beispiel in der Milch aufgestellt, mittelst welcher die jungen Säugethiere während einiger Zeit vollkommen ausreichend ernährt werden. Die Milch ist eine stark wasserhaltige Flüssigkeit, in welcher eine bedeutende Quantität Milchzucker, also ein fettbildender Körper, und etwa eben so viel Käsestoff als blutbildender Bestandtheil aufgelöst ist. Die Salze in der Milch fehlen nie und sie bestehen größtentheils aus phosphorsauren Salzen, aus Chlorkalium und Kochsalz, sowie aus einer kleinen Menge freien Natrons, welche die Löslichkeit des Käsestoffes im Wasser bedingt. Außerdem schwimmt in der Milch in äußerst feinen Tröpfchen und Kügelchen vertheilt ein leicht schmelzbares, neutrales Fett, die Butter. Man kann rechnen, daß in einer guten Kuhmich $\frac{9}{10}$ Wasser, $\frac{1}{20}$ Milchzucker, eben so viel Käsestoff, $\frac{1}{30}$ Butter und $\frac{1}{200}$ Salze sich finden, während die Frauenmilch

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

weniger und weichere Butter enthält. Dem Säuglinge werden also in dieser Flüssigkeit ein blutbildender Stoff in der leichtlöslichsten Form des Käsestoffes, ein fettbildender in dem Milchzucker und ein leicht lösliches Fett zugeführt, welches, wie wir oben sahen, sicherlich zum Umsatze des Zuckers in Fett wesentlich beiträgt. Außerdem erhält der Säugling in dem phosphorsauren Kalke der Milch das wesentlichste Salz, dessen er zum Aufbau seines Skelettes so sehr benöthigt ist. Alle diese Stoffe sind zugleich in einer so großen Menge von Wasser aufgelöst, daß diese hinreicht, um den Stoffwechsel durch den Organismus hindurch zu vermitteln.

Merkwürdiger Weise stehen die Samen der Getreidearten, der Hülsenfrüchte, überhaupt die wesentlichsten Erzeugnisse der Landwirthschaft in ihrer Eigenschaft als Nahrungsmittel der Milch am allernächsten, so daß man sie fast als Pflanzenmilch in fester Gestalt bezeichnen könnte. Es finden sich hier dieselben Salze, und namentlich der reiche Gehalt an phosphorsauren Salzen, wie in der Milch; es findet sich eine ziemlich bedeutende Quantität von Blutbildnern, die man im unreinen Zustande als Kleber bezeichnet; es findet sich endlich etwa 60—70 Prozent eines fettbildenden Stoffes, des Stärkemehls, welcher leicht in Zucker und die übrigen Produkte der Zersetzung übergeführt werden kann. Nur Eins fehlt den eigentlichen Getreidearten: das freie Fett, welches nur in höchst geringer Quantität im Weizen und Roggen, in größerer dagegen im Mais vorkommt, weßhalb dieser auch zum Mästen und zur Fetterzeugung allgemein vorgezogen wird. Ebenso ist es merkwürdig zu sehen, daß der Instinkt auch den Mangel der Getreidearten und des daraus bereiteten Brodes an Fett richtig eingesehen hat und demselben durch Fettzusatz beim Genusse entgegenzuwirken sucht. Das Butterbrod, welches bei der Ernährung der germanischen Völkerstämme eine so bedeutende Rolle spielt, hat hierdurch seine wissenschaftliche Grundlage und Berechtigung gefunden und kann wirklich als der vollkommenste Ersatz der Milch bezeichnet werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn die Getreidearten und Hülsenfrüchte das Beispiel einer wohlgemischten Nahrung bieten, so sind dagegen die Kartoffeln ein durchaus einseitiges Nahrungsmittel, in welchem die stickstoffhaltigen Bestandtheile gänzlich zurücksinken und nur das Stärkemehl vorwiegt. Zudem enthalten die Kartoffeln eine ungemein große Quantität von Wasser (zwischen 70 und 80 Prozent) und eine höchst geringe Anzahl von Salzen, unter welchen die phosphorsauren namentlich gänzlich mangeln. Es ist kaum möglich, ein Nahrungsmittel zu finden, welches in jeder Beziehung so ungünstige Verhältnisse darbietet, als die Kartoffel; und wenn dieselbe dennoch eine so ungemeine Bedeutung in der Oekonomie der Gesellschaft erlangt hat, so liegt der Grund davon in Verhältnissen, die unabhängig von ihrem Werthe als Nahrungsmittel an sich sind. Nebengründe liegen in der bedeutenden Acclimatisationsfähigkeit, die den Anbau der Kartoffel von Lappland bis in die Nähe des Tropenklimas möglich macht; in der Beziehung zu dem Boden, der durch die Kartoffel nicht an denjenigen Substanzen erschöpft wird, welche die Getreidearten nöthig haben; der Hauptgrund der allgemeinen Verbreitung des Kartoffelanbaues aber liegt in der Thatsache, daß man mittelst der Kartoffel dem Boden weit mehr feste Bestandtheile abgewinnen kann, als mit irgend einer anderen Frucht. Diese Bestandtheile mögen in höchst ungünstigen Mischungsverhältnissen und in äußerst ungünstiger Form, nämlich in einer Menge von Wasser aufgeschwemmt dem Verbrauche dargeboten werden, ihre absolute Menge bleibt dennoch so bedeutend, daß der Kartoffel hierdurch ein wesentlicher Vorzug gesichert ist. Ein Beispiel wird dies schlagend beweisen. Von einer Hektare Land wurden unter gleichen Umständen geerndtet:

	Pfd. Waizen,	Pfd. Korn,	Pfd. Erbsen,	Pfd. Kartoffeln,
	3400	2800	2200	38000
oder:	3036	2538	1980	9500

getrockneter Substanz. In diesen Mengen trockener Substanz sind aber enthalten:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	im Waizen	im Korn	in den Erbsen	Kartoffeln
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Stickstoffhaltige Substanzen . . .	510	440	560	950
Stärkemehl	1590	1196	780	6840
Mineralische Stoffe	90	62	60	323

Der Vortheil der Stofferzeugniß liegt demnach bei der Kartoffel gänzlich auf Seite des Produzenten; der Nachtheil gänzlich auf Seite des Consumenten, der zur Bewältigung eines in unzweckmäßiger Form und unzweckmäßiger Mischung dargebotenen Nahrungsmittels die größte Summe von Verdauungskraft zur Erzielung des kleinsten Nutzeffektes verwenden muß. Es ist demnach vollkommen wahr, wenn ein bedeutender Forscher in diesem Felde sich dahin ausdrückt, daß mit der vorwiegenden Kartoffelnahrung die ärmere Klasse auf das letzte Hilfsmittel hingewiesen sei, auf dem äußersten Rande stehend keinen Boden mehr vor sich hätte, und daß der arme Arbeiter und arme Bauer die entsetzliche Aufgabe lösen müsse, mit einem Minimum von Nahrung von mangelhafter Beschaffenheit das größte Maß von Arbeit zu leisten.

In direktem Gegensatze zur Kartoffel steht das Fleisch, in welchem bei fast eben so großem Wassergehalte die stickstoffhaltigen Substanzen durchaus vorwiegen, und die stickstofflosen nur durch das anhängende Fett vertreten sind. Dieses letztere ist ein durchaus nöthiger Zusatz zu dem Fleische selbst, und die Civilisation sucht denselben in das richtige Verhältniß zu bringen, indem sie die Thiere mästet, wodurch nicht die Masse des Muskelfleisches, sondern nur diejenige des Fettes im Organismus vermehrt wird. Außer dem Faserstoffe, dem Eiweiße und der leimgebenden Substanz, die in dem Fleische enthalten sind, findet man in dem wässerigen Fleischauszuge noch eine Menge von Stoffen, welche zum Theil, wie es scheint, Zersetzungsprodukte der Fleischfaser selbst sind. Diese Stoffe sind es, welche den einzelnen Fleischsorten ihren eigenthümlichen Geschmack geben. Zerhackt man Fleisch ganz fein und laugt es vollständig mit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wasser aus, so bleibt ein völlig weißer, geschmackloser Rückstand, der bei jederlei Fleisch dieselben Eigenschaften zeigt. Dieser in Wasser ungelöste Rückstand ist aber größtentheils Faserstoff, der durch die Magenverdauung ebenfalls aufgelöst wird. Die einfachste Zubereitung des Fleisches ist demnach sicherlich das Braten, welches so geleitet werden muß, daß rasch eine Hülle von gerösteten Stoffen um das Fleischstück gebildet wird, wodurch das Verdampfen der Fleischflüssigkeit verhütet und das Innere in einer Hitze, die höchstens 80° erreichen darf, erhalten wird. Bei dem Kochen des Fleisches werden hingegen die nährenden Bestandtheile in zwei Theile geschieden, in die Fleischbrühe, welche die im Wasser löslichen Stoffe, und in das Fleisch selbst, welches hauptsächlich die unlöslichen Stoffe enthält. Je besser die Fleischbrühe, desto ausgelaugter und geschmackloser ist das Fleisch und umgekehrt. Der Uebelstand des vollständigen Auslaugens, der bei kleineren Stücken Statt findet, wird bei größeren dadurch verhütet, daß das Eiweiß der Fleischfaser durch das Kochen gerinnt und so eine Hülle von geronnenem Eiweiß um das Kochstück gebildet wird, welche das Eindringen des Wassers in das Innere und das Auslaugen desselben verhindert. Darin liegt denn auch die Ursache, warum große Haushaltungen, in welchen gewaltige Stücke Fleisch im Ganzen gekocht werden, zugleich gute Fleischbrühsuppe und gutes gekochtes Fleisch liefern können, während die kleine Haushaltung entweder nur geschmackloses Fleisch und gute Fleischbrühe, oder gutes Fleisch und schlechte Fleischbrühe, nie aber Beides zugleich liefern kann.

Der stärkende, belebende Einfluß der Fleischbrühe liegt nicht sowohl in ihrem Gehalte an stickstoffreichen Substanzen, der verhältnißmäßig sehr gering ist, sondern vielmehr in der Natur dieser Bestandtheile selbst. Der Fleischextrakt enthält nämlich eine krystallisirbare, neutrale, stickstoffhaltige Substanz, das Kreatin (Fleischstoff), welches am reichlichsten in mageren Thieren, die viele Bewegung haben, enthalten ist, und zugleich bei Vögeln, namentlich bei den Hühnern, in größerer Menge vorkommt, als bei den Säugethieren. Durch eine eigenthümliche

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zersetzung, die auch schon im lebenden Muskel Statt findet, erzeugt dieser Fleischstoff einen anderen stickstoffhaltigen Körper, das Kreatinin (Fleischbasis). Dieses Kreatinin bildet wirklich mit Säuren Salze und ist eine wahre organische Basis, ein Alkaloïd, wie das Chinin, das wirksame Prinzip der Chinarinde, oder das Morphin, das wirksame Prinzip des Opiums. Alle diese Alkaloïde haben eine merkwürdige, tief eingreifende, wenn auch noch nicht näher analysirte Wirkung auf den Organismus, die durchaus nicht im Verhältniß zu ihrem Stickstoffgehalte steht. Wahrscheinlich wirken sie in ähnlicher Weise wie Gährungsstoffe, Umsetzungen einleitend, wobei sie selbst in ihrer Mischung nicht verändert werden, so daß sie selbst unzersetzt durch den Körper durchgehen können, wenn sie gleich in demselben die bedeutendsten Spuren ihrer Wirksamkeit zurücklassen. Man weiß, daß das Chinin, welches das Wechselfieber heilt, größtentheils im Urin wiedergefunden wird. Ich habe Gelegenheit gehabt, die Wirkungen einer eigenthümlichen Kurmethode des Nervenfiebers zu verfolgen, nach welcher man im Zeitraume einer Stunde so große Gaben von Chinin giebt, daß die ersten Vergiftungserscheinungen, worunter namentlich Taubheit, sich einstellen. Das Fieber wird durch diese Behandlungsweise gänzlich gebrochen, die bedeutendste Modifikation in dem ganzen Krankheitsprozesse hergestellt, die Gefahr weggeräumt, und nichts desto weniger findet man die gegebene Menge des Chinins unverändert in dem Urine wieder. Zu dieser Klasse von Stoffen räthselhafter, oft giftiger Wirkung gehört denn auch unstreitig das Kreatinin, und seiner Gegenwart sind gewiß die besonderen Wirkungen der Fleischbrühe zuzuschreiben.

Die Cultur hat in den Kreis der Lebensmittel von allgemeinem Bedürfniß zwei Substanzen gezogen, welche früher nur dem Luxus angehörten und die durch ihre Zusammensetzung der Fleischbrühe nahe treten. Ich meine den Kaffee und den Thee, ersterer mehr auf dem Festlande Europas, letzterer mehr in England und Amerika ein Volksbedürfniß ersten Ranges. In dem Zollvereine werden allein nahe an 700,000 Centner Kaffee

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

jährlich consumirt, eben so viel Thee in Europa und Amerika zusammen genommen, und je mehr mit zunehmender Verarmung die Kartoffelnahrung Boden gewinnt, desto hartnäckiger hängt das Volk an dem Kaffeegenusse, der als ein nothwendiges Surrogat seinen Platz einnimmt. Kaffee und Thee enthalten aber durchaus denselben chemischen Grundbestandtheil, das sogenannte Caffeïn oder Theeïn, das ebenfalls in die oben berührte Klasse der Alkaloïde gehört. Die Wirkung dieses Alkaloïds auf den Körper ist eine wesentlich erregende, auf die wir später bei der Analyse der Funktionen des Nervensystemes näher zurückkommen werden. Sie steht aber in keinem Verhältniß zu der Menge des Stoffes. Wenn man daher, nachdem einmal die Uebereinstimmung der Zusammensetzung im Thee und Kaffee erkannt und der reiche Gehalt des darin enthaltenen Alkaloïds an Stickstoff ermittelt war, behauptete, der Kaffee- und Theegenuß sei ein Ersatzmittel des mangelnden Fleisches, so ist dieses insofern unrichtig, als der Gehalt an fester Substanz im Kaffee und Thee viel zu gering ist, um einen unmittelbaren Ersatz für den Verbrauch der stickstoffhaltigen Substanzen des Körpers geben zu können. Die mächtig erregende Wirkung des Alkaloïds in dem Aufguße läßt vielmehr den Kaffee als Nahrungsmittel suchen, indem sie die Bewältigung der in so ungünstigen Verhältnissen dargebotenen Nahrung möglich macht.

Auf diese Weise treten Fleischbrühe, Kaffee und Thee näher an die vielfachen Getränke heran, die durch Gähren eine gewisse Quantität von Weingeist enthalten und die bei allen Völkern ohne Ausnahme im Gebrauche sind. Hier ist es auch die aufregende Beschaffenheit, welche vor der ernährenden in den Vordergrund tritt, und man kann wohl sagen, daß der stickstofflose Weingeist ebenso die Reihe der stickstofflosen Nährsubstanzen schließe, wie der stickstoffhaltige Kaffee diejenige der blutbildenden Nahrungsmittel.

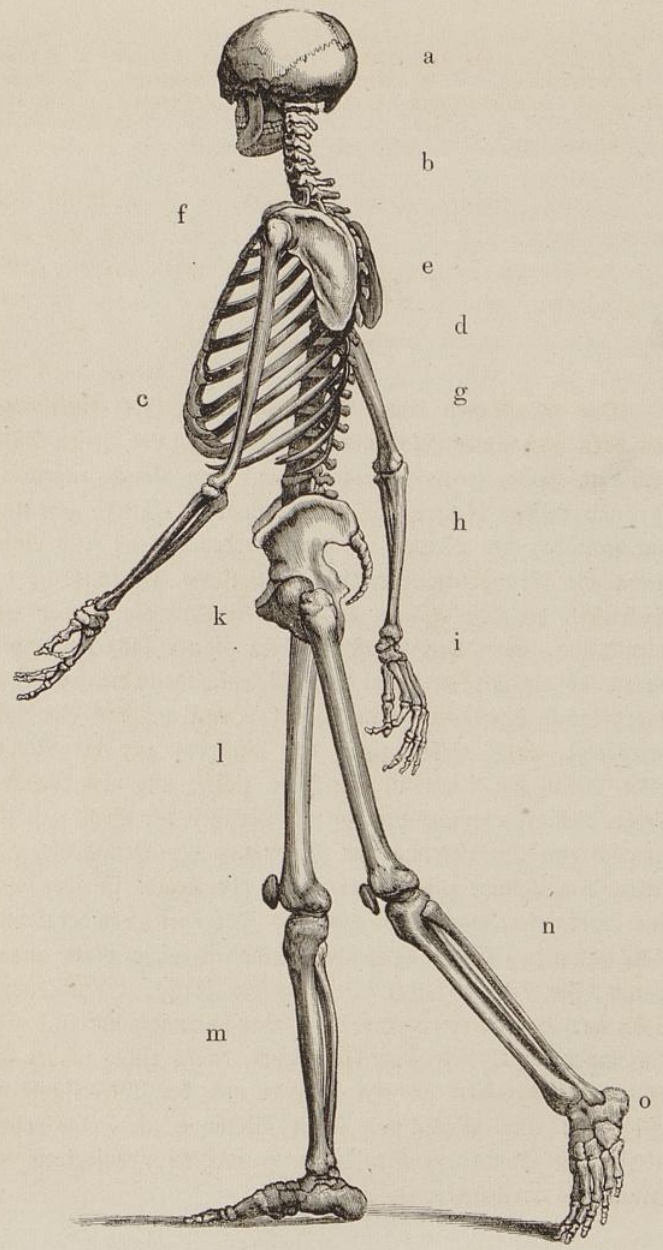
Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fünfter Brief.

Die Athmung.

Der Brustkasten eines Skelettes (s. S. 118) stellt einen von vorn nach hinten zusammengedrückten Kegel vor, dessen Spitze nach dem Halse, dessen Grundfläche nach dem Bauche zugewandt ist, und dessen Wände von zwölf Paaren platter gebogener Knochenstäbe, den Rippen, gebildet werden. Zwei feste Linien bieten die Stützpunkte für diese beweglichen Knochen; auf der Rückenseite die Wirbelsäule, an deren Körpern die Rippen eingelenkt sind, vorn das Brustbein, ein platter langer Knochen, woran sich die Rippen theils durch Gelenke, theils durch elastische Knorpelstücke befestigen. Ein leichter Druck auf das Brustbein angebracht, preßt dieses gegen den Rückgrat zu; die Rippen selbst lassen sich leicht in die Höhe ziehen und niederdrücken. Schon diese Anordnung des starren Gerüstes der Brust gestattet demnach eine Erweiterung und Verengung der Brusthöhle. Die breite, dem Bauche zugewandte Fläche des Kegels ist aber durch eine muskulöse Querscheidewand, das Zwerchfell, von der Bauchhöhle getrennt. Diese Querscheidewand ist nicht platt ausgespannt, sondern sie bildet eine gewölbte Fläche, deren convexe Seite der Brust, die concave dem Bauche zugewandt ist. Die Zusammenziehung des Zwerchfells muß, da es rings umher mit starken Muskelfasern an den Rippen und der Wirbelsäule befestigt ist, eine Abplattung seiner Wölbung zur Folge haben, mithin den Raum der Brusthöhle vergrößern, denjenigen der Bauchhöhle verkleinern.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf



Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fig. 11.

Das Skelett eines Erwachsenen in schreitender Stellung. a. Schädel. b. Halswirbelsäule. c. Brustkorb (Rippen und Brustbein). d. Rückenwirbelsäule. e. Schulterblatt. f. Schlüsselbein g. Oberarm. h. Unterarm. i. Handwurzel. k. Becken. l. Oberschenkel. m. Schienbein (tibia). n. Wadenbein (fibula). o. Fersenbein (calcaneus).

Sowohl zwischen den einzelnen Rippen, als auch auf ihrer äußeren Fläche, sind viele Muskeln angebracht, welche alle mehr oder minder die Rippen nach oben und außen ziehen, mithin ebenfalls den innern Raum vergrößern können, indem die horizontalen Dimensionen durch solche Bewegung der Rippen zunehmen, die Abnahme in der Länge dagegen, welche durch dies Aufziehen der Rippen erfolgt, hinlänglich durch das Hinabsteigen des Zwerchfelles ausgeglichen wird.

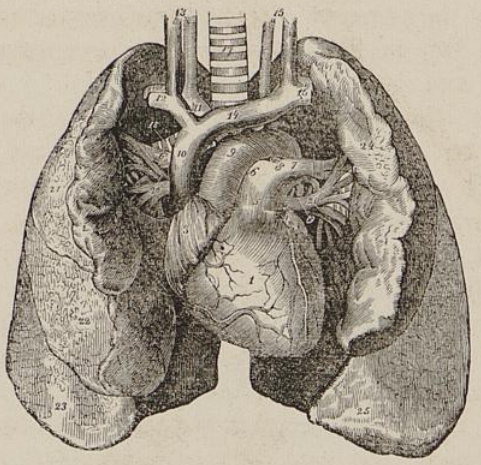


Fig. 12. Die Brusteingeweide, in natürlicher Lage, von vorn gesehen. 1. Die rechte Herzkammer. 2. Die linke Herzkammer. 3. Rechter Vorhof. 4. Linker Vorhof. 5. Lungenschlagader. 6. Ast derselben zur rechten Lunge. 7. Ast zur linken Lunge. 8. Früherer Verbindungsast zur Aorta, nur bei der Frucht im Mutterleibe offen, nach der Geburt geschlossen (Ductus Botalli). 9. Bogen der Aorta. 10. Obere Hohlvene. 11. Gemeinschaftlicher Stamm der rechten Hals- und Schlüsselbeinschlagader. 12. Rechte Schlüsselbeinvene. 13. Rechte Halsschlagader. 14. Linke vereinigte Schlüsselbein-Halsvene. 15. Linke Halsadern. 16. Linke Schlüsselbeinadern. 17. Luftröhre. 18. Bronchus der rechten Lunge. 19. Linker Luftröhrenast. 20. Lungenvenen. 21. Oberer Lappen, 22. mittlerer, 23. unterer Lappen der rechten Lunge. 24. Oberer, 25. unterer Lappen der linken Lunge.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

In diesem festen Korbe nun sind die Lungen, das Hauptorgan der Athmung, mit dem Herzen aufgehangen. Die Innenseite des Rippenkorbes ist mit einer festen, undurchdringlichen Haut, dem Rippenfelle oder der Pleura ausgekleidet, so daß der Rippenkorb einen hermetischen Verschluß darbietet. Die Lungen selbst aber sind, im Großen betrachtet, elastische Säcke, welche durch eine steife Röhre, die Luftröhre, mit der atmosphärischen Luft in Verbindung stehen. Sie können sich nicht selbstständig ausdehnen oder zusammenziehen; aber durch ihre Elastizität und durch ihre stete Füllung mit Luft füllen sie den Rippenkorb stets vollständig aus; erweitert sich dieser, so dehnen sich die Lungen mit aus und die äußere Luft strömt durch die Luftröhre in die Lungensäcke ein — wir athmen ein; zieht sich der Brustkorb zusammen, so werden die Lungensäcke zusammengedrückt und ein Theil der Luft aus ihnen durch die Luftröhre ausgepreßt — wir athmen aus.

Nicht also durch selbstständige Zusammenziehung und Ausdehnung der Lungen, sondern vielmehr durch das wechselnde Spiel der an dem Brustkorbe befestigten Muskeln werden die Athembewegungen hervorgebracht, und die Bedingung ihrer Fortdauer ruht einzig und allein in dem vollkommenen luftdichten Verschlusse des Brustkastens und in dem dadurch entstehenden luftleeren Raume zwischen Brustkorb und Lunge. Dieser Verschluß ist durch das Brustfell bedingt, welches jederseits einen vollkommen geschlossenen Sack darstellt, in dem die Lunge steckt, etwa wie der Kopf in einer baumwollenen Nachtmütze, um mich eines trivialen, aber durchaus wahren Vergleiches zu bedienen. Die eingestülpte Hälfte des Sackes umgiebt die Lunge, ist mit ihr verwachsen; die äußere Hälfte ist an der Brustwand angewachsen; sobald diese sich ausdehnt und von der Lunge entfernen will, so entsteht in dem Brustfellsacke ein luftleerer Raum, und die äußere Luft stürzt in die Lungen, um diesen Raum zu erfüllen, etwa wie bei Oeffnung eines Blasebalges die Luft durch die Klappe nachstürzt.

Bei ruhigem Athmen in aufrechter oder sitzender Stellung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sind es hauptsächlich die abwechselnden Zusammenziehungen des Zwerchfelles, welche das Ein- und Ausströmen der Luft in die Lunge bedingen; — kaum daß der Rippenkorb sich etwas Weniges in seinen Querdurchmessern erweitert. In horizontaler Lage dagegen, sowie bei heftigeren Athembewegungen, spielen auch die Rippen und die Bauchdecken eine bedeutendere Rolle, so daß das Volumen der Brust um eine ziemlich beträchtliche Größe verändert werden kann. Untersucht man die Verhältnisse bei verschiedenen Athemzuständen, so kann man etwa vier Zustände unterscheiden. Am tiefsten deprimirt erscheint die Brustfläche bei möglichst tiefer Ausathmung. Die Lungen sind dann aber stets noch von einer gewissen Quantität Luft erfüllt, die niemals ausgetrieben werden kann und die man die Residualluft nennt. Bei gewöhnlicher Ausathmung bleiben die Lungen stärker ausgedehnt, der Rippenkorb erscheint etwas gewölbter und wölbt sich noch mehr bei der gewöhnlichen Einathmung. Der Unterschied des Volumens bei der gewöhnlichen Ein- und Ausathmung mag etwa eben so groß sein, als der zwischen gewöhnlicher und möglichst kräftiger Ausathmung. Am gewölbtesten endlich erscheint die Brust bei möglichst tiefem Einathmen. Bei den Männern sind es namentlich die mittleren und unteren Rippen, welche beim Athmen spielen, während die oberen Rippen mehr unbeweglich bleiben, bei den Frauen im Gegentheile sind es die oberen Rippen, welche sich vorzugsweise bewegen, während die unteren nur in Ausnahmefällen spielen. Vielleicht dürfte sich aus diesem Umstande die Vorliebe des weiblichen Geschlechtes für Corsette und Schnürleiber erklären lassen. Indessen liegt es in unserer Macht, gewisse Gruppen der Athmungswerkzeuge vorzugsweise spielen zu lassen, je nachdem wir durch das Spiel der anderen Gruppen Unannehmlichkeiten empfinden. So sieht man Kranke, die an Brustfellentzündung leiden, wo jede Bewegung des Brustkorbes durch die Reibung der entzündeten Flächen des Brustfelles gegeneinander empfindlich schmerzt, die Rippen so viel als möglich fixiren und nur mit dem Zwerchfelle und den Bauchdecken athmen, während Schwangere im Gegentheile fast nur mit den Rippen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

athmen, da das Volumen der Bauchhöhle weniger verändert werden kann. Die Wirkung der einzelnen Muskeln hier zu analysiren, würde zu weit von unserm Ziele abführen; — es genügt, darauf aufmerksam zu machen, daß sie alle zwar vom Willen abhängig sind, aber dennoch nur bis auf einen gewissen Grad, und daß wir ihre Wirkung zwar willkürlich beschleunigen oder verzögern, uns aber dennoch derselben nicht gänzlich enthalten können. Die Athembewegungen gehören, nebst vielen andern Muskelaktionen, zu jener Klasse von Bewegungen, welche einem tieferen Gesetze gehorchen, als der bloßen Willkür; ihre Ursachen und Gründe werden wir in einem späteren Briefe besprechen.

In gewöhnlichem normalem Zustande athmen wir durchaus bewußtlos; wachend und schlafend fahren die Athemmuskeln in ihrem regelmäßigen Spiel fort, und eine bestimmte Anzahl von Inspirationen wird in diesem normalen Zustande beobachtet. Die größere oder geringere Zahl der Athemzüge hängt eines Theils von dem Alter, anderntheils aber auch von der Körpermasse des Individuums ab, sie steht in bestimmter Beziehung zu dem Herzschlage, der ganz in demselben Verhältnisse zur Körpermasse sich befindet. Im Mittel thut ein neugeborenes Kind 45—50 Athemzüge in der Minute, ein fünfjähriges 26; die Zahl nimmt allmählig ab bis in das kräftige Mannesalter von 30—40 Jahren, wo sie zwischen 16 und 18 Athemzügen in der Minute schwankt, um dann im höheren Alter wieder um ein Geringes zuzunehmen. Im Kindesalter gehen 3 bis 3½, im Mannesalter 4 bis 4½ Herzschläge auf einen normalen Athemzug.

Es war ein Ergebniß der einfachsten Erfahrung, daß das Athmen des Menschen und der Thiere die umgebende Luft verändere und allmählig zu weiterem Athmen untauglich mache. Ehe aber die Chemie so weit gekommen war, die Luftarten mit eben so viel Schärfe und Genauigkeit analysiren zu können, als die verschiedenen festen und flüssigen Substanzen, ehe sie so weit gekommen war, konnte man natürlich nicht erwarten, daß eine genügende Erklärung dieser Thatsache und eine vernünftige Ansicht über den Athemprozeß überhaupt aufgestellt würde. Man

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

kannte die Thatsache, man wußte, daß in engverschlossenen Räumen Menschen und Thiere bald Athembeschwerden bekamen, die Haut blauroth wurde, die tiefsten Athemzüge kein Genügen fanden, und daß bei Fortsetzung der Einsperrung dieselben convulsivisch wurden, das Bewußtsein schwand, und endlich nach den heftigsten Convulsionen und Verdrehungen das Leben allmählich erlosch; man wußte, daß diese Erscheinungen ganz in derselben Weise bei dem Tode durch Erdrosseln oder Ertrinken eintreten; allein den tieferen Grund derselben konnte man nicht erkennen, da die Zusammensetzung der eingeathmeten und ausgeathmeten Luft und somit die Veränderung der Luft durch das Athmen nicht gekannt war. Erst mit Lavoisier, dem Vater der heutigen Chemie, brach auch für den Athemprozeß das Licht an, und seine Arbeit über denselben wird stets als eine der herrlichsten in der Geschichte der Chemie dastehen.

Jedermann weiß, daß bei kalter Luft unser Hauch einen Nebel bildet, der sich an kalte Körper in Gestalt kleiner Tropfen niederschlägt. In unbewohnten Zimmern laufen die Fenster im Winter nicht an, sie gefrieren nicht; sobald aber das Zimmer bewohnt ist, so schlägt sich auch an den von außen erkälteten Scheiben die Feuchtigkeit nieder. Die ausgeathmete Luft enthält demnach eine bedeutende Quantität Wasser in Dampfgestalt, welches durch die Kälte zu Tropfen verdichtet wird, und zwar ist sie, wie die neueren Untersuchungen ergaben, vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Die absolute Menge von Wasserdampf, welche ein Gasgemenge aufnehmen kann, richtet sich aber nach der Temperatur desselben; je höher diese ist, desto mehr Wasserdampf bedarf es bis zur vollständigen Sättigung. Die ausgeathmete Luft hat in gewöhnlicher Temperatur nahezu die Wärme des Blutes, während bei bedeutender Kälte ihre Wärme bis auf dreißig und weniger Grad fallen kann. Die innere Erkältung würde noch schneller herbeigeführt werden, wenn nicht in der Lunge selbst eine bedeutende Quantität von Luft, die oben genannte Residualluft, bliebe, welche in beständiger Berührung mit den Wänden der Luftzellen und dem Blute die Temperatur des-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

selben annimmt und nur langsam in ihrer ganzen Masse sich erkältet. Die Menge von Wasserdampf, welche wir ausathmen, richtet sich demnach hauptsächlich nach der Temperatur, welche die Luft im Innern der Lunge erhält, und je trockener und kälter die eingeathmete Luft ist, desto mehr Wasser muß in unsern Körper aufgenommen und in den Lungen ausgeschieden werden, um die Ausathmungsluft auf ihren bestimmten Sättigungsgrad bringen zu können. Nur wenn wir eine Luft einathmeten, die 36—38 Grad Wärme hätte und vollkommen mit Wasserdampf gesättigt wäre, nur dann würde der Athemprozeß keinen Verlust an flüssigem Wasser herbeiführen; unter gewöhnlichen Umständen aber muß Wasser aus dem Blute in den Lungen abgeschieden werden, und dieser Verlust, den wir erleiden, wird natürlich um so größer sein, je tiefer und häufiger unsere Athemzüge sind. Der Durst, den wir bei heftigen Muskelanstrengungen, bei Märschen in drückender Sonnenhitze empfinden, findet in diesen Verhältnissen seine Erklärung; wir athmen weit häufiger bei solchen Anstrengungen, es wird eine größere Menge Wasserdampf in den Lungen abgeschieden und durch den Durst drückt der Körper sein Bedürfniß nach Ersatz dieses Wassers aus.

Der innere Bau der Lunge ist vortrefflich zur Realisirung der eben angeführten physikalischen Erscheinungen geeignet. Die Luftröhre theilt sich in einen Ast für jeden Lungenflügel, und jeder dieser Aeste in eine Anzahl von Zweigen und Reiserchen, die endlich in zahllose kleine Bläschen oder Blindsäckchen sich auflösen, deren häutige Umgebung ungemein zart ist. Alle diese Bläschen und Zellchen sind beständig mit Luft erfüllt; eine gesunde Lunge schwimmt deßhalb auf dem Wasser, während die eines Kindes, das noch nicht geathmet hat, darin untersinkt. In den dünnen häutigen Wänden der Lungenzellchen vertheilen sich die Capillarien der Lungengefäße, und ihre Maschen sind so dicht gedrängt, die Zwischenräume zwischen denselben so gering, daß die Lungensubstanz fast nur Inselchen zwischen den Gefäßströmchen bildet. Die außerordentliche Dünne und Zartheit der Wandungen der Lungencapillarien sowohl als auch der Lungen-

zellchen begünstigt den Austausch von gasförmigen und flüssigen Substanzen im höchsten Grade. Das in den Lungen circulirende Blut ist allseitig von Luft, die in den Lungenzellen enthaltene Luft allseitig von strömendem Blute umgeben. So erklärt es sich denn leicht, wie die eingeathmete Luft, so kalt sie auch sein mag, augenblicklich die Temperatur des sie umgebenden Blutes annimmt, so wie sie auch sogleich in der Berührung mit der Blutflüssigkeit sich mit Wasserdampf sättigt.

Es ist eine durch Experimente nachgewiesene Thatsache, daß die Menge der ausgeathmeten Luft durchaus derjenigen der eingeathmeten Luft gleich ist, daß mithin das Volumen der Luft durch den Athemprozeß keine Veränderung erfährt. Die Veränderung, welche die eingeathmete Luft erleidet, kann demnach nur eine chemische sein, und es ist leicht, sich zu überzeugen, daß sie wirklich eine solche ist. Ein Theil des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffes ist nämlich in der Ausathmungsluft durch Kohlensäure ersetzt worden.

Die atmosphärische Luft ist wesentlich ein Gemenge zweier Gasarten : Sauerstoff und Stickstoff, zu welchen sich veränderliche Quantitäten von Kohlensäure und Wasserdampf gesellen; erstere beträgt aber im Durchschnitte nur 0,04 Prozente dem Volumen nach, so daß man also für gewöhnlich diese geringen Kohlensäuremengen gänzlich außer Acht lassen kann. Das Verhältniß des Sauerstoffes zu dem Stickstoffe ist überall, auf Höhen und in Tiefen, in geschlossenen Räumen wie in freier Luft, dasselbe; nur nach lange anhaltendem Regen und auf dem offenen Meere findet man der stärkeren Auffaugung des Sauerstoffes durch das Wasser wegen einen etwas geringeren Sauerstoffgehalt. Den neuesten Untersuchungen zu Folge enthält die Luft im Durchschnitte dem Volumen nach 20,95 Prozent Sauerstoff und 79,05 Prozent Stickstoff, oder, da der Sauerstoff schwerer ist als der Stickstoff, 23,19 Prozent Sauerstoff und 76,81 Prozent Stickstoff. Anders dagegen verhält sich die Ausathmungsluft. Der Stickstoff wird um ein Geringes vermehrt, doch beträgt die Menge des durch die Athmung ausgestoßenen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Stickstoffes meist weniger als $1/100$ des verzehrten Sauerstoffes und erreicht niemals die Menge von $1/50$; man kann also, ohne bedeutende Fehler zu begehen, die Veränderung, welche der Stickstoff seiner Menge nach erleidet, völlig außer Acht lassen. Nicht so verhält es sich mit dem Sauerstoffe; ein Theil desselben ist verschwunden und in der Ausathmungsluft durch ein entsprechendes Volumen Kohlensäure ersetzt. Im Mittel enthält die ausgeathmete Luft im Mannesalter 4,380 Prozent Kohlensäure dem Volumen nach, oder, da die Kohlensäure bedeutend schwerer ist als der Sauerstoff, 6,546 Prozente dem Gewichte nach.

Nichts ist leichter, als sich von dem Gehalte der ausgeathmeten Luft an Köhlensäure zu überzeugen. Man braucht nur durch ein Röhrchen in Kalkwasser zu blasen, um sogleich eine Trübung entstehen zu sehen, die sich bald vermehrt und endlich einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet, der mit Säuren übergossen sich mit heftigem Brausen auflöst. Es war von äußerster Wichtigkeit für die ganze Physiologie und namentlich für die Ernährung, zu bestimmen, wie groß die Quantität der von dem Menschen binnen einer gewissen Zeit ausgehauchten Kohlensäure sei, da man hierdurch bei der bekannten Zusammensetzung dieses Gases auch zugleich berechnen konnte, wie groß der Verlust an Kohlenstoff sei, den der Körper durch die Respiration erleide. Die Lösung dieser Aufgabe hat ihre eigenen Schwierigkeiten. Keine Thätigkeit des Körpers ist größeren Schwankungen unterworfen, als gerade die Respiration; die geringste Anstrengung, das kleinste Hinderniß, jede Gemüthsbewegung wirkt bald beschleunigend, bald verlangsamend auf sie zurück, und gerade wenn wir uns zwingen wollen, so regelmäßig als möglich zu athmen, so wird schon durch die geistige Spannung eine gewisse Unregelmäßigkeit bedingt. Die Versuche der neueren Zeit erst, in welchen man allen Verhältnissen so viel Rechnung als möglich getragen hat, und wo durch die zur größten Genauigkeit gesteigerten Mittel der Analyse auch genaue Resultate erlangt wurden, verdienen Zutrauen. Da die Zahl und Tiefe der Athemzüge und somit das Volum der bei jedem Athemzuge und die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Menge der während einer bestimmten Zeit eingeathmeten Luft den bedeutendsten Schwankungen je nach Alter, Geschlecht und Körperconstitution unterworfen sind, so mußten die mannichfachsten Versuche angestellt werden, um zu genügenden Mittelzahlen zu gelangen. Es ist hier nicht der Ort, die Methoden auseinander zu setzen, deren man sich bediente; sie gehen wesentlich nach zwei Richtungen auseinander. Bei der einen Art zu verfahren läßt man ein Individuum ohne Verlust in einen Apparat hineinathmen, in welchem man die Kohlensäure und das Wasser auffängt. Man erhält bei diesem Verfahren die Athemprodukte zwar allein, aber das Resultat wird durch die oben erwähnten Einflüsse häufig getrübt und deßhalb meist eine zu große Menge von Kohlensäure erhalten. Nach der andern Methode läßt man das Individuum in einem geschlossenen Raume athmen, durch welchen man einen langsamen Luftstrom leiten kann, dessen Geschwindigkeit und Stärke man je nach Bedürfniß regulirt. Mit diesem Luftstrome leitet man die Athemprodukte, Kohlensäure und Wasser, in besondere Absorptionsapparate, worin sie dem Gewichte oder dem Volumen nach bestimmt werden können. Man erhält auf diese Weise die Produkte der Athmung und der Hautausdünstung gemeinschaftlich, und wenn man einmal bestimmt hat, in welchem Verhältnisse beide zu einander stehen, so ist es auch leicht, bei den gefundenen Mengen die Scheidung vorzunehmen. Ein langsamer Luftstrom ist deßhalb durchaus nöthig, weil beim Athmen in geschlossenem Raume das Individuum bald Athembeschwerden haben würde, welche auf die Regelmäßigkeit der Athmung selbst den verderblichsten Einfluß äußern müßten. Es versteht sich von selbst, daß die Absorptionsapparate für die Kohlensäure und das Wasser so eingerichtet sein müssen, daß auch nicht die geringste Spur davon verloren gehen kann, und daß die Luft, in welcher geathmet werden soll, durchaus von aller Kohlensäure, die sie zuweilen enthält, befreit sein muß. Folgende Tabelle giebt die Mittelzahlen der in einer Stunde ausgeathmeten Kohlensäure und des darin enthaltenen Kohlenstoffes in Grammen (500 Gramme = 1 Pfund):

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Alter der Männer in Jahren.	Kohlensäure. Mittel.	Verbrannter Kohlenstoff. Mittel.	Menge des verbrannt. Kohlenstoffs in 24 Stunden.
8	18,333	5,0	120,0
10	24,934	6,8	163,2
11 bis 15	29,480	8,04	192,96
16½ „ 20	39,527	10,78	258,72
24 „ 28	44,550	12,15	291,60
31 „ 40	40,333	11,00	264,00
41 „ 50	34,676	9,457	226,968
51 „ 60	31,442	8,575	205,800
63 „ 68	37,521	10,233	245,592
76	22,000	6,00	144,00
92	32,267	8,8	211,2
102	21,634	5,9	141,6

Man kann, sobald das Körpergewicht bekannt ist, aus solchen Untersuchungen eine Mittelzahl berechnen, die man auf einen Kilogramm Körpergewicht bezieht, um einen Maßstab der Vergleichung mit anderen Geschöpfen zu haben. So lieferte ein 33 Jahre alter Mann von 54 Kilogramm Körpergewicht im Durchschnitte 39,146 Gramm Kohlensäure in der Stunde. Es fand mithin eine Absonderung von 0,725 Gramm Kohlensäure für je ein Kilogramm Körpergewicht in der Stunde statt. Dies würde 17,400 Gramm in 24 Stunden machen; eine Zahl, die offenbar viel zu hoch ist. In der That sind die angegebenen Resultate mittelst Athmens in einer Maske durch einen Röhrenapparat hindurch gewonnen, wo durch die Behemmung der Athmungsbewegung angestrengtes Athmen und dadurch eine Vermehrung der abgeschiedenen Kohlensäure hervorgebracht werden mußte. Ebenso wird durch die Multiplikation auf 24 Stunden die Menge der Kohlensäure deßhalb vermehrt, weil die Athemzüge im Schlafe seltener sind als im Wachen und deßhalb in der Nacht eine geringere Produktion von Kohlensäure stattfindet, als am Tage. Nichtsdestoweniger läßt die oben angeführte Tabelle eine Vergleichung zu, da diese Fehler sich bei allen Posten gleichmäßig wiederholen. Man findet sonach, daß die absolute Menge der ausgeathmeten Kohlensäure von der Jugend an bis in das Mannesalter zunimmt, bei kräftigen Männern am stärksten ist

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und im Greisenalter wieder abnimmt, daß Muskelbewegung und gute Verdauung die Kohlensäureabgabe merklich erhöht, daß Frauen im Allgemeinen weniger Kohlensäure liefern, als der Mann. Berechnet man aber das Verhältniß der ausgeschiedenen Kohlensäuremenge auf je ein Kilogramm Körpergewicht, so ergiebt sich, daß diese verhältnißmäßige Quantität im Kindesalter am stärksten ist und von da an allmählich abnimmt.

Neuere ausgezeichnete Untersuchungen wurden mit einem komplizirten Apparate angestellt, in dem man freilich nur kleinere Hunde und ähnliche Thiere haben konnte, der aber so eingerichtet war, daß die Thiere Tage lang darin verweilen und sämmtliche Produkte auf das Genaueste bestimmt werden konnten. Die aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff- und Stickstoffmengen, die ausgeschiedenen Kohlensäure-, Wasser- und Stickstoffmengen konnten auf das Genaueste bestimmt, und die Thiere oft drei bis vier Tage in dem Apparate gehalten werden, so daß man bedeutende Mengen der ausgeschiedenen Stoffe erhalten und die Fehler auf ein Minimum herabdrücken konnte. Hierbei fand man denn, daß Säugethiere und Vögel um so mehr Kohlensäure abscheiden, je geringer ihr Umfang ist, und daß das Verhältniß der Kohlensäure hauptsächlich von der eingenommenen Nahrung abhängt. Versuche in einem ähnlichen Apparate an Menschen angestellt ergaben für die durchschnittliche Menge der Kohlensäure für ein Kilogramm Körpergewicht von 0,447 bis 0,592, also Zahlen, die bedeutend unter den durch isolirtes Athmen erhaltenen zurückstehen. Man sieht, daß hier noch weite Schwankungen in den Beobachtungen liegen. Man kann indessen annehmen, daß ein erwachsener Mann im Durchschnitte in 24 Stunden ein Kilogramm Kohlensäure aushaucht, was einer Menge von 273 Grammen oder einem halben Pfunde Kohlenstoff für den Tag entsprechen würde.

Der Gehalt der Ausathmungsluft an Kohlensäure war schon, wenigstens annähernd, von Lavoisier bestimmt worden; es entstand nun die Frage: wo entsteht diese Kohlensäure? Wird sie in den Lungen durch den Respirationsprozeß gebildet, oder

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ist sie schon im venösen Blute vorhanden, und wird sie in den Lungen nur abgeschieden und Sauerstoff dafür eingenommen? Man entschied sich unbedingt für die erstere Ansicht, um so mehr, als das Volumen des verschwundenen Sauerstoffes dem Volumen der ausgehauchten Kohlensäure gleich war und man wußte, daß der Kohlenstoff bei seinem Verbrennen das Volum des Sauerstoffes nicht ändere. Eine Kubikflasche reinen Sauerstoffes kann durch Verbrennen von Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt werden, ohne daß sie dabei ihr Volumen ändert; die neu entstandene Gasart ist nur durch Kohlenstoff schwerer geworden. Da dies Verhältniß so genau in dem Respirationsprozesse sich wiederfand, so zögerte man nicht, denselben einer Verbrennung gleich zu setzen, und man behauptete ganz folgerecht, daß der Sauerstoff der Luft in den Lungen an das Blut trete, einen Theil des im Blute enthaltenen Kohlenstoffes verbrenne und sich so in Kohlensäure verwandele, die durch die Ausathmung abgeschieden werde. Man fand zugleich in dieser Ansicht eine natürliche Erklärung der thierischen Wärme. Der Kohlenstoff entwickelt beim Verbrennen Wärme; der Verbrennungsprozeß in den Lungen mußte ebenfalls Wärme entwickeln, und da das Athmen eine beständig fortdauernde Funktion ist, so mußte diese Wärmequelle eine anhaltende, constante sein. Zudem gelang es nicht, Gasarten aus dem arteriellen oder venösen Blute abzuscheiden, alle Versuche dieser Art scheiterten, und man fand in dem Verhältniß zwischen Athmung und Wärmeentwicklung so viel Nutzen für die herrschende Ansicht, daß man kaum daran dachte, eine andere Erklärung zu suchen.

Indeß wurde doch später durch einen einfachen Versuch nachgewiesen, daß ein solcher einfacher Verbrennungsprozeß nicht einzig in den Lungen stattfinden könne. Wenn man nämlich ein Thier, einen Frosch, einen Vogel, ein Kaninchen unter eine völlig gesperrte Glasglocke bringt, die mit einem Gase erfüllt ist, das zwar an sich keine giftige Wirkung auf den Organismus hat, aber doch nicht den Athemprozeß unterhalten kann, wie z. B. Wasserstoffgas oder Stickstoffgas, so fährt das Thier noch eine

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Weile fort zu athmen, erstickt aber bald. Untersucht man nun die in der Glasglocke enthaltene Luft, so findet man, daß sie eine gewisse Quantität Kohlensäure enthält. Das Thier hat also, trotz dem, daß Wasserstoff oder Stickstoff keine Kohlensäure bilden können, dennoch diese Gasart ausgeathmet; es kann somit die Kohlensäure nicht unmittelbar in den Lungen aus dem Kohlenstoff des Blutes durch Verbrennung gebildet werden, sie muß schon vorausgebildet in dem Blute enthalten sein. Man fand außerdem durch Versuche, daß das Blut der Lungen nicht bedeutend wärmer sei, als das anderer Körpertheile, während doch nothwendig, im Falle wirklich die Lungen der thierische Ofen wären, wenn ich mich so ausdrücken darf, hier auch die Wärme größer als in den Leitungsröhren sein müßte.

Man hat durch direkte Versuche ermittelt, daß man wirklich aus dem Blute theils unmittelbar durch die Luftpumpe, theils durch Schütteln mit andern indifferenten Gasarten, wie z. B. Wasserstoff, Luft entwickeln könne. Wir haben oben gesehen, daß der Gasgehalt in dem Blute ziemlich bedeutend, und daß in dem hellrothen arteriellen Blute verhältnißmäßig weit mehr Sauerstoff enthalten sei, als in dem dunkeln venösen. Berücksichtigt man einzig diese Thatsache, so kann die Rolle, welche die Lunge in dem Respirationsprozesse spielt, nicht mehr zweifelhaft sein. Sie ist dann offenbar nur die Filtrirmaschine, durch welche die Kohlensäure des venösen Blutes gegen den Sauerstoff der Luft ausgetauscht wurde, und die Verbrennung des Kohlenstoffs wird demnach nicht in den Lungen vor sich gehen, sondern vielmehr überall in allen Gebilden des Körpers, wo Stoffwechsel durch Blutcirculation unterhalten wird. In dem Ernährungsprozesse der Gebilde müssen die chemischen Veränderungen vor sich gehen, welche die Bildung der Kohlensäure bedingen, und durch die im arteriellen Blute gegebene stete Zufuhr von Sauerstoff werden die chemischen Veränderungen bedingt, wird das zu den Umwandlungen nöthige Element geliefert.

Mit dieser Ansicht des Athemprozesses stehen auch manche sekundären Erscheinungen der Wärmeerzeugung vollkommen im

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Einklang. Es ist eine Thatsache, daß Muskelbewegungen stärkere und häufigere Athemzüge und lebhaftere Körperwärme bedingen; allein beobachtet man genauer, so ergiebt sich, daß diese lebhaftere Wärme erst einige Zeit nach der Beschleunigung der Athmung eintritt und daß sie auch partiell mehr das bewegte Glied betrifft, als den ganzen Körper. Die Beschleunigung der Athmung bringt aber natürlich schnelleren Herzschlag, schnelleren Blutlauf, somit lebhaftere Sauerstoffzufuhr und lebhafteren Umsatz der Gebilde. Die partielle Wärmeerhöhung rührt daher, daß Bewegung stets auch den chemischen Umsatz befördert, beschleunigt und somit durch die Bewegung des Beines z. B. in diesem der Umsatz der Gebilde, die Ernährung und somit die Wärmeerzeugung verstärkt wird.

Indeß kennen wir auch Thatsachen, welche beweisen, daß diese Abfiltrirung des in dem Blute enthaltenen Gases nicht die einzige Thätigkeit der Lunge ausmache, sondern daß wirklich auch in diesem Organe ein Stoffwechsel vorkommen müsse. Unmittelbar nach einer Mahlzeit wird die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure bedeutend gesteigert. Wie wir wissen, enthält das aus der Leber kommende Blut der Lebervenen eine bedeutende Menge Zucker, die in der Lunge gänzlich zu Grunde geht, also offenbar höher oxydirt, verbrannt wird. So sehen wir denn auch hier den Athmungsprozeß nicht auf so einfache Verhältnisse zurückgeführt, wie man dies vermuthen könnte, sondern aus mehreren Faktoren zusammengesetzt, von denen indeß der zuletzt erwähnte, der Verbrennungsprozeß in den Lungen, verhältnißmäßig bedeutend kleiner ist als der andere, so daß man nicht im Unrecht ist, wenn man behauptet, daß die in den Lungen ausgeschiedene Kohlensäure in direktem Verhältnisse zu der in dem Blute enthaltenen Kohlensäuremenge stehe. Daß diese letztere vielfach, je nach der Ernährung der einzelnen Gebilde, dem Stoffumsatze der verschiedenen Organe, wechseln müsse, läßt sich von vorneherein annehmen und wird auch dadurch bewiesen, daß man bei sonst ganz gleichen Verhältnissen oft sehr bedeutende Schwankungen in dem Gehalte der ausgeathmeten Luft wahrnimmt,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die gewiß in dem veränderten Gasgehalte des Blutes beruhen.

Kehren wir indeß nach dieser Abschweifung, auf deren nähere Verhältnisse wir bei der Ernährung und der Erzeugung der thierischen Wärme eingehen werden, noch einmal zu dem Athemprozesse und der Rolle, welche die einzelnen dabei betheiligten Organe spielen, zurück. Die Thatsache, daß in dem Akte der Athmung Kohlensäure aus dem dunkeln Blute abgeschieden und dafür Sauerstoff aus der Luft aufgenommen werde, ist einfür allemal festgestellt. Allein es handelt sich darum, zu bestimmen, welchen Antheil bei diesem Prozesse die verschiedenen Bestandtheile des Blutes haben; ob überhaupt die aufzunehmenden und ausgeworfenen Gasarten einen bestimmten Bezug zu der einen oder andern, morphologischen oder chemischen Substanz des Blutes haben, und in wie fern dies ewige Wechselspiel zwischen Kohlensäure und Sauerstoff, welches in den Lungen und Körpercapillaren statt hat, erklärt werden könne?

Wir haben in einem vorhergehenden Briefe die morphologische Zusammensetzung des Blutes kennen gelernt und gefunden, daß im lebenden Körper zwei Bestandtheile unterschieden werden können: festere münzenartige Plättchen, die Blutkörperchen, und eine klebrige Flüssigkeit, worin sie schwimmen, das Plasma. Die Blutkörperchen sind die Träger des Farbstoffes; das Plasma für sich allein, von den Körperchen getrennt, ist farblos; es erhält eine gelbliche Färbung nur durch Auflösung des in den Blutkörperchen befindlichen Blutrothes, und solche Auflösung findet nur in krankhaften Verhältnissen statt. Das frische Blutroth hat eine dunkle, blaurothe Farbe; durch Aufnahme von Sauerstoff wird es kirschroth, und es ist leicht durch Versuche nachzuweisen, daß die Blutkörperchen sehr begierig den Sauerstoff der Luft anziehen und dadurch ihre Farbe ändern. In dem Plasma befindet sich kein Stoff, welcher mit dem Blutrothe in dieser Verwandtschaft zu dem Sauerstoff wetteifern könnte. Es darf demnach der Schluß wohl gerechtfertigt erscheinen, daß die Blutkörperchen diejenigen Formbestandtheile des Blutes sind, welche

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den Sauerstoff der Luft an sich ziehen und ihn so den Organen des Körpers zuführen.

Man hat geglaubt, die Kohlensäure, welche man in dem dunklen, venösen Blute vorfindet, sei darin frei aufgelöst enthalten. Allein das Plasma, die Blutflüssigkeit, enthält ein Salz aufgelöst, welches äußerst leicht Kohlensäure einschluckt und sich damit chemisch verbindet; das Plasma enthält kohlensaures Natron, das, mit Kohlensäure in Berührung gebracht, sich in doppelt kohlensaures Natron umwandelt. Die Kohlensäure, welche in den Lungen ausgestoßen wird, bildet sich durch den Prozeß der Ernährung im Inneren der Gewebe; sie wird durch Imbibition von den Körpercapillaren aufgenommen und verbindet sich in diesen, wenigstens theilweise, mit dem kohlensauren Natron des Plasma's, da dessen Menge nicht hinreichend ist, um die sämmtliche Kohlensäure aufzunehmen. Die überschüssige Kohlensäure bleibt in der Blutflüssigkeit aufgelöst.

Sauerstoff und Kohlensäure, die beiden in der Respiration betheiligten Gase, sind demnach an verschiedene Bestandtheile des Blutes gebunden: der Sauerstoff an das Blutroth der Körperchen, die Kohlensäure an das Natron und die Flüssigkeit des Plasma's. Beide Gase werden an verschiedenen Orten aufgenommen und abgeschieden: der in den Lungen aufgenommene Sauerstoff wird in dem Gewebe der Organe, in der Blutbahn der Capillaren abgesetzt, und die an diesem Orte gebildete Kohlensäure in den Lungen abgeschieden.

Die Abscheidung der Kohlensäure und die Aufnahme des Sauerstoffes in den Lungen stehen in einem gewissen Verhältnisse zu einander, das sich hauptsächlich bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen nach der eingenommenen Nahrung richtet. Thiere, welche mit Brot und Körnern gefüttert werden, athmen in der Kohlensäure, die sie entbinden, mehr Sauerstoff aus, als aus der eingeathmeten Luft verschwindet. Bei Brot- und Körnernahrung wird demnach sicherlich ein Theil des ausgeathmeten Sauerstoffes aus der Nahrung bereitet, und es ist dies, wie wir früher gesehen, wohl sicherlich der Umwandlung der stärkmehl-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

haltigen Substanzen in Fett zuzuschreiben, wobei diese einen Theil ihres Sauerstoffes verlieren müssen. Das umgekehrte Verhältniß findet bei Fleischfütterung statt. Der Sauerstoff der ausgeathmeten Kohlensäure übertrifft dann die Menge des eingeathmeten, und das Verhältniß bleibt sich gleich, wenn auch das Thier gänzlich fastet.

Bevor indeß der Austausch der Gase in dem durch die Lungen strömenden Blute stattfinden kann, muß die eingeathmete Luft zu demselben gelangen und bis an das letzte Ende der Lungenzellen dringen. Hier findet nun schon insofern ein Austausch statt, als der eintretende Athemzug auf die im Inneren der Lungen befindliche Residualluft trifft, die stets noch reicher an Kohlensäure ist, als die ausgeathmete Luft selber. Man hat durch Versuche nachgewiesen, daß das Verhältniß der Kohlensäure nicht zu allen Zeiten der Ausathmung dasselbe ist, sondern daß gegen das Ende der Ausathmung die Luft reicher an Kohlensäure ist, als an dem Anfang. Athmet man nach einem gewöhnlichen Einzuge gewöhnlich aus, und preßt man dann, ohne wieder einzuathmen, noch einen Theil der Luft, die in den Lungen geblieben wäre, aus, so enthält diese letztere Portion eine bei weitem größere Quantität Kohlensäure, als die erstere. Die Residualluft hat demnach einen beständigen größeren Kohlensäuregehalt und mischt sich vor allen Dingen mit der beim Einathmen eindringenden atmosphärischen Luft. Eine Mischung zwischen beiden Gasen würde zwar schon auch ohne die Athembewegungen statt haben, während durch diese Bewegungen ein Luftstrom in die innerhalb der Lungen stagnirende kohlensäurereiche Luftmenge mit Gewalt eingepreßt wird, dort sich mit einer gewissen Menge Kohlensäure sättigt und dann wieder ausgetrieben wird. Durch diese Mischung wird die Residualluft etwas ärmer an Kohlensäure, und der Abgang an diesem Stoff augenblicklich aus dem Blute ersetzt. Der Mechanismus der Athembewegungen läßt sich demnach etwa mit dem einer Pumpe vergleichen, die in ein Reservoir, welches Salzwasser enthält, mit jedem niedergehenden Pumpenstoße reines Wasser einspritzt und salziges

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wasser emporhebt. Würde das Reservoir nicht aus einer Salzquelle gespeist, so wäre sein Salzgehalt bald gänzlich erschöpft; findet aber eine stete Speisung statt, so wird man in dem Reservoir stets eine stärkere Salzsoole finden, als diejenige ist, welche die Pumpe hervorhebt.

Aber nicht bloß in den Lungen, auch in den peripherischen Capillaren des Körpers geht ein beständiger Austausch von Gasen vor sich, und zwar in umgekehrter Ordnung. Die durch die Ernährung der Theile gebildete Kohlensäure tritt in das Blut über und statt ihrer wird Sauerstoff aus dem Blute aufgenommen. Der in der Athmung aufgenommene Sauerstoff verläßt demnach das arterielle Blut wieder; die Farbe der Blutkügelchen wird blauer.

Offenbar kann diese Ausscheidung von Sauerstoff nur darin beruhen, daß die Blutkörperchen theilweise sich auflösen, ihr Farbestoff sich zersetzt und der dadurch frei gewordene Sauerstoff in die Gewebe tritt. Dieser Sauerstoff kann nicht im Plasma aufgelöst bleiben, denn direkte Versuche belehren uns, daß dasselbe nur sehr wenig Sauerstoff aufnimmt. Dagegen wissen wir durch Versuche, daß der geronnene Faserstoff sehr lebhaft Sauerstoff einschluckt und ihn in Kohlensäure verwandelt; — es ist mithin wahrscheinlich, daß der durch Zerstörung der Blutkörperchen aus dem Blute getretene Sauerstoff auf die festen Faserstoffgebilde des Körpers einwirkt und sich mit diesen verbindet.

Wir kennen kein Gewebe im ganzen Körper, welches mit solcher Begierde den Sauerstoff an sich zieht, als die Blutkörperchen; es kann mithin auch keine Kraft im Körper existiren, welche mächtig genug wäre, die Blutkörperchen ihres Sauerstoffes zu berauben; nur durch Zerstörung und Umsetzung derselben ist dies möglich. Daß aber eine solche Zerstörung der Blutkörperchen, Auflösung derselben im Plasma und beständige Wiedererzeugung, sowohl aus den Lymph- und Chyluskörperchen, als auch innerhalb der Bahnen des Kreislaufes selbst, vor sich gehe, scheint nicht nur theoretisch begründet, sondern auch durch die unmittelbare Erfahrung bestätigt. Ich habe schon oben, in dem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Briefe vom Blute, auf das Verhalten der Blutkörperchen unter dem Mikroskope und gegen Reagentien aufmerksam gemacht, und wenn auch unsere Beobachtungen noch nicht so weit gehen, um mit Bestimmtheit die Veränderungen darzulegen, welche die Blutkörperchen während ihrer Existenz durchlaufen, so scheint doch wenigstens so viel ausgemacht, daß ein gewisser Bildungscyclus ihnen vorgezeichnet ist. Warum sollte dies auch nicht der Fall sein? In allen Gewebtheilen des Körpers sehen wir einen steten Umschwung, selbst in den festesten Bestandtheilen, den Knochen, geht beständig Zerstörung des Vorhandenen, Ersatz des Zerstörten und Neubau Hand in Hand; sollen die Blutkörperchen die einzigen Gewebtheile sein, die keinen cyclischen Veränderungen unterworfen sind? Gewiß aber stehen diese Veränderungen in den nächsten Beziehungen zum Athemprozeß, und namentlich scheinen die Phänomene, welche bei der Transfusion des Blutes von verschiedenen Thieren sich einstellen, darauf hinzudeuten. Bekanntlich kann man einem durch Blutverlust entkräfteten Thiere Blut, welches von einem anderen Individuum derselben Art herrührt, nicht nur ohne Nachtheil, sondern sogar mit Vortheil einspritzen; es erholt sich. Selbst geschlagenes, mithin seines Faserstoffes beraubtes Blut hat denselben belebenden Einfluß. Allein die Einspritzung von Blut eines Thieres aus einer anderen Klasse tödtet fast augenblicklich. Vogelblut einem Säugethiere, Säugethierblut einem Vogel eingespritzt, tödtet unmittelbar, selbst in kleinen Quantitäten, und in dem letzteren Falle kann der Tod nicht der verschiedenen Größe der Blutkörperchen und einem dadurch bedingten Hinderniß in der Circulation innerhalb der Capillargefäße zugeschrieben werden, denn die Blutkörperchen der Säugethiere sind kleiner, als die der Vögel. Meines Erachtens kann diese giftige Wirkung der Einspritzung (Transfusion) von Blut einer anderen Spezies nur in der Beziehung der Blutkörperchen zum Respirationsprozesse gesucht werden, zumal da das seiner Blutkörperchen beraubte Serum keinen solchen verderblichen Einfluß übt.

Auf der andern Seite ist, wie wir oben gezeigt haben, durch

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Aufnahme des Sauerstoffes in den Lungen ein Theil des im venösen Blute enthaltenen doppelt kohlensauren Natrons in einfach kohlensaures Natron verwandelt worden, welches mit dem arteriellen Strome in die peripherischen Capillaren des Körpers fortgerissen wird. Dort trifft es die aus den Geweben gebildete Kohlensäure an, welche es gierig anzieht, um sich aufs Neue mit derselben zu doppelt kohlensaurem Natron zu verbinden.

Sollen wir nun die Rolle, welche die im Blute enthaltenen Gase und die Bestandtheile des Blutes selbst spielen, näher bezeichnen, so wäre dies etwa in folgenden Sätzen zu geben: Die Gase des Blutes sind nicht in demselben aufgeschwämmt (diffundirt), sondern an einzelne Formelemente desselben gebunden. Die Blutkörperchen sind Sauerstoffschwämme. Das kohlensaure Natron des Plasma's bindet theilweise die Kohlensäure. In dem Athmungsprozesse wird Sauerstoff aufgenommen und eine entsprechende Menge Kohlensäure abgeschieden; der Sauerstoff gelangt in die Gewebe durch Zerstörung der Blutkörperchen innerhalb der Capillaren des Körpers. Die Kohlensäure gelangt in das Blut der Körpercapillaren durch Anziehung vermittelst des im Plasma enthaltenen einfach kohlensauren Natrons.

So sehen wir denn von dem ersten Eintreten des Sauerstoffes mit der Einathmungsluft bis zur endlichen Austreibung der Kohlensäure eine beständige Verkettung von Ursachen und Wirkungen, die durch den Austausch zwischen zwei Gasströmen sich herstellen, die in umgekehrter Richtung den Körper durchlaufen und in beständiger Wechselwirkung sich befinden. Während der Sauerstoff von außen her durch die Lungenzellen eindringt, durch die Blutflüssigkeit hindurch bis zu den Körperchen dringt und sich theils mechanisch in dem Blute auflöst, theils chemisch bindet, während er in diesem Zustande durch den arteriellen Blutstrom fortgerissen in alle Organe des Körpers vertheilt wird, diese durchdringt und die Zersetzung der organischen Substanz einleitet, wird die Kohlensäure an denselben Endpunkten durch die Verbindung des Sauerstoffes mit der organischen Substanz

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

erzeugt, von dem venösen Blutstrom fortgeschwemmt, theilweise frei gelöst, theilweise an kohlensaures Natron gebunden und so in die Lungen gebracht, wo sie aus den Capillaren in die Lungenzellen übertritt und endlich mit der Ausathmungsluft entfernt wird. Ueberall aber, wo ein Austausch der Gase stattfindet, in dem Gewebe der Organe, in dem Blute, das in den Haargefäßen des Körpers oder der Lungen kreist, in den Lungenzellen, wie in der Luftröhre und deren größeren Aesten — überall beruht dieser Austausch auf der Verschiedenheit des Gasgehaltes der mit einander in Berührung kommenden Stoffe und auf der versuchten Herstellung des Gleichgewichtes zwischen denselben. So begründet sich also dieser Austausch auf höchst einfache physikalische Gesetze, die bei der engen Beziehung des Athmungsprozesses zu allen Funktionen des Organismus als oberste Regulatoren des Lebensprozesses erscheinen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Sechster Brief.

Die Absonderung.

An allen freien Oberflächen des Körpers, von welcher Gestalt sie auch sein mögen, sehen wir unter normalen Umständen eine beständige Ausscheidung gasförmiger oder flüssiger Bestandtheile vor sich gehen. Auf der äußeren Haut, auf der inneren Oberfläche der Schleimhäute, der sogenannten serösen Umhüllungshäute, wie Brust- und Bauchfell, ist dieser Ausscheidungsprozeß in immerwährender Thätigkeit begriffen. Die Absonderungsprodukte dieser flächig ausgebreiteten Organe werden theils, wie von den Schleimhäuten des Mundes, der Lunge, des Darmkanales u. s. w., nach außen geschafft, theils aber auch bleiben sie, wie in den geschlossenen Säcken der serösen Häute, innerhalb derselben in geringer Menge aufbewahrt, und nur zuweilen, in krankhaften Verhältnissen, wie z. B. bei der Wassersucht, sammeln sie sich in solcher Menge darin an, daß die Entfernung der angehäuften Flüssigkeit nothwendig wird.

Außer diesen flächigen Absonderungsorganen aber finden sich noch im Körper eine große Menge besonderer, zu dem speziellen Zwecke der Absonderung bestimmte Organe, welche einen zusammengesetzteren Bau haben und die wir unter dem Namen der Drüsen begreifen. Das Prinzip des Baues dieser Drüsen ist äußerst einfach; es beruht auf dem Grundsatze, daß eine gebogene oder gewundene Haut auf demselben Raume weit mehr Fläche darbietet, als eine gerad ausgebreitete. Eine freie Oberfläche ist stets ein wesentliches Erforderniß zur Absonderung; wird aber diese freie Oberfläche aus gewundenen Schläuchen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gebildet, so kann sie eine ungeheuere Ausbreitung bieten und dennoch auf einen kleinen Raum zusammengedrängt sein. Die Grundform der Drüsen ist deßhalb ein länglicher Blindsack, dessen Oeffnung sich auf der Oberfläche befindet, auf welche das Sekret ausgeführt werden soll. Dieser Sack erhält seitliche Verzweigungen, Verästelungen, die sich zu Röhren ausspinnen, welche sich zusammenknäueln, und bald in körnigen, traubenförmigen oder zelligen Bläschen ihr Ende finden. So bietet denn jede Drüse gleichsam das Bild eines mehr oder minder verästelten Baumes dar, dessen Stamm der Ausführungsgang ist. Die Röhren und Ausführungsgänge sind im Inneren von eigenthümlichen Häuten, die oft außerordentlich fein werden, ausgekleidet, und in und auf diesen Häuten verbreiten sich die Blutgefäßnetze, aus welchen dann der Absonderungsstoff, das Sekret, geliefert wird. Die feinsten Drüsengänge sind immer noch weit dicker, als die feinen Capillaren der Blutgefäßnetze, und man kann kein treffenderes Bild für das Verhältniß zwischen Drüsengang und Blutgefäßnetzen finden, als dasjenige eines Fingers, der von einem Seidenhandschuh eingehüllt ist und wo der (hohle) Finger dem blinden Ende des Drüsenganges, das Seidengewebe dem Capillargefäßnetze entsprechen würde.

Wie außerordentlich weit die Vergrößerung der absondernden Oberfläche innerhalb einer Drüse durch Verzweigung und Verknäuelung der Drüsengänge und Bläschen durch die Natur getrieben wird, dies zeigen folgende Beispiele. Die Samenröhrchen des Hodens würden, zu einer einzigen Röhre zusammengefügt, eine Länge von 1015—1250 Pariser Fuß betragen und die gesammte Absonderungsfläche einen Rauminhalt von 17,7—20 Quadratfuß darbieten. Eine einzige Niere bietet eine Absonderungsfläche von 43,55 Quadratfuß. Man hat den angestellten Messungen zu Folge eine Tabelle der einzelnen Drüsen des menschlichen Körpers entworfen, worin bestimmt ist, wie viel Quadratfuß Absonderungsfläche ein Kubikzoll Volumen einer jeden Drüse zeigte, und man hat folgende Verhältnißzahlen gefunden, welche freilich nur entfernt approximativ sein können:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1 Kubikzoll	Hode hat . .	2,58	Q.-Fuß	Absonderungsfläche.
" "	Niere . . .	6,43	"	"
" "	Ohrspeicheldrüse	8,71	"	"
" "	Thränendrüse .	9,05	"	"
" "	Unterzungendrüse	9,34	"	"
" "	Unterkieferdrüse	10,52	"	"
" "	Bauchspeicheldrüse	12,63	"	"

Von besonderem Einflusse auf die Art der Absonderungen sind gewiß die inneren Auskleidungen der Drüsengänge, sowie die Beschaffenheit des Blutstromes, welcher ihnen zugeleitet wird. Letztere kann insofern einen Einfluß üben, als bei weiteren Gefäßen und rascherem Blutstrome möglichst viel Blut durch die Drüse geführt und demnach die Zufuhr neuen Stoffes beschleunigt wird. Von noch größerem Einflusse aber ist die innere Auskleidung. Diese besteht bei allen Drüsen mit vielleicht alleiniger Ausnahme der Leber aus einem Belege von Zellen, die bald mehr rundlich oder pflasterartig, bald mehr cylindrisch sind, und dann wie Pallisaden neben einander stehen. Im Allgemeinen nennt man diese Belege von Zellen auf den inneren Oberflächen des Körpers Epithelien, und unterscheidet je nach der Form pflasterartige, cylindrische und Flimmerepithelien. Losgestoßene Theile dieser Zellen sind es, welche die verschiedenen Flüssigkeiten der inneren Oberfläche schleimig machen. In den Drüsen nun findet man stets solche innere Epithelien, die theilweise mit der Absonderung abgestoßen werden, und die sehr häufig die charakteristischen Bestandtheile der Drüsenabsonderung enthalten. Man hat hier namentlich häufig auf die sogenannten Leberzellen hingewiesen, in welchen man nicht selten gelbe Kügelchen oder unbestimmt begränzte gelbliche Massen findet, die auch in der Galle selbst vorkommen und offenbar mit Gallenfarbstoff getränktes Fett sind. Wie wir indessen in einem früheren Briefe gesehen haben, so dürften diese Leberzellen wohl schwerlich als Beweise dienen, da sie von manchen Forschern nur als abgerissene Stücke der letzten Gallengänge angesehen werden. Unzweifelhaft aber ist z. B. die Gegenwart von Harnsäure in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den Zellen der Nierenkanäle mancher niederen Thiere, die Entstehung der Samenthierchen in den eigenthümlichen Zellen, welche die Hodenkanäle erfüllen, und es dürfte demnach wohl keinem Zweifel unterliegen, daß auch da, wo wir die eigenthümlichen Auswurfsstoffe einer Drüse unter dem Mikroskope nicht sehen können, weil dieselben in dem Wasser der Flüssigkeit aufgelöst sind, dennoch diese eigenthümlichen Stoffe innerhalb der Drüsenzellen sich ausscheiden. Wir werden auf diese Frage, welche für die Mechanik der Drüsenabsonderung im Ganzen und selbst für die Ansicht von der Ernährung überhaupt äußerst wichtig ist, im Verlaufe dieses Briefes zurückkommen.

Von den sämmtlichen Drüsen und flächigen Absonderungsorganen des Körpers sind für uns, die wir in das Speziellere nicht eingehen können, nur drei von wesentlichem Interesse: die Haut, als Absonderungsorgan des Schweißes und der Ausdünstung, die Leber, der Galle wegen, und endlich die Nieren, in welchen eine der wesentlichsten Auswurfsflüssigkeiten, der Harn, abgeschieden wird. Wir haben schon in einem vorhergehenden Briefe den Bau der Leber und die Eigenthümlichkeit ihres fetten und alkalischen Sekrets, der Galle, näher in's Auge gefaßt.

Die Struktur der Haut hat zu den mannichfachsten Controversen Anlaß gegeben. Man hat vielleicht bei diesen Untersuchungen den großen Fehler begangen, daß man Verhältnisse, die man in einzelnen Fällen auffand, gleich als allgemeine Gesetze aufstellen wollte. Gerade bei der allgemeinen Bedeckung des Körpers aber giebt es, wie Jedermann wohl aus dem bloßen Augenschein weiß, die mannichfachsten Verschiedenheiten, und es heißt wahrlich die gesunden fünf Sinne beleidigen, wenn man behaupten will, daß die Haut einer zarten Blondine, durch deren weichen Sammet alle Adern durchschimmern, dieselbe numerische Zusammensetzung habe, wie die rissigen Borken, welche den Körper eines Grobschmiedes decken. Die geübte Zunge eines Gastronomen schmeckt Verschiedenheiten, welche den Reagentien des gewandtesten Chemikers entgehen; das Mikroskop

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und das Scalpell des Anatomen sind ebenfalls nur unvollkommene Werkzeuge, wenn man sie mit unserem Auge und unserer Hand vergleicht.

Im Allgemeinen besteht die Haut aus zwei Schichten, einer äußeren, aus dünnen Plättchen zusammengesetzten Schicht, welche sich beständig abschilfert und stets wieder neu aus der Tiefe ersetzt. Wir nennen diese Schicht die Oberhaut oder Epidermis. Sie ist durchscheinend, nur schwer für Wasser durchdringlich und läßt sich selbst wieder mehr oder minder deutlich in zwei Schichten theilen, von denen die äußere, frei zu Tage liegende, mehr verhornt und durch diesen Verhornungsprozeß in ihrer Struktur unkenntlich gemacht ist, während die innere Schicht, die man das Malpighi'sche Netz genannt hat, aus einer weichen schleimigen Zellenlage besteht, die sich immer wieder von Neuem bildet, sobald die äußeren Zellen gänzlich verhornt und abgeschilfert sind. In der verhornten äußeren Lage der Oberhaut hängen die einzelnen Zellen so zusammen, daß man die Lage selbst als eine zusammenhängende Haut besonders nach Einwirkung von Blasen ziehenden Substanzen oder von kochendem Wasser abziehen kann. In den noch frischen unverhornten Zellen des Malpighi'schen Netzes finden sich an denjenigen Hautstellen, wo eine braunere Farbe hervortritt, Anhäufungen eines dunkelbraunen körnigen Pigmentes, das bei der Verhornung allmählich verschwindet. Die Farbe des Europäers wird dadurch hervorgebracht, daß das Blutroth der Gefäße, welche sich in der Lederhaut befinden, durch die etwas gelblich durchscheinende Oberhautschicht hindurchschimmert. Je dünner diese Oberhautschicht, desto stärker tritt, wie an den Wangen und Lippen, die rothe Farbe hervor, während da, wo sie sehr dick ist, wie an den Fußsohlen, das Gelblichweiß der Oberhaut überwiegt. Die Hautfarben der verschiedenen Völker werden einzig und allein durch verschiedene Mischung der drei färbenden Elemente: das Roth der Blutgefäße, das Braun des Pigmentes, und das Gelbweiß der Oberhaut, hervorgebracht. Die Haut des Negers unterscheidet sich von derjenigen des Europäers nur dadurch, daß die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Lage des Malpighi'schen Netzes bedeutend mächtiger und die Zellen mit dem schwarzbraunen Pigmente überfüllt sind. Unter der Oberhaut liegt die Lederhaut, ein dichter Filz unter einander gewebter Fasern von Bindegewebe und elastischem Gewebe, zwischen denen sich noch glatte Muskelfasern befinden, welche eigenthümliche Zusammenziehungen bewirken, die wir mit dem Ausdrucke der „Gänsehaut" bezeichnen. Die der Oberhaut zugewandte Fläche der Lederhaut ist nicht eben, sondern mit einer Menge von Hervorragungen versehen, welche bald nur hügelig, bald mehr zapfenartig erscheinen und die man die Hautwärzchen genannt hat. An der Innenseite der Finger drängen sich diese Hautwärzchen so zusammen, daß sie geschwungene Linien bilden, die auf jedem Finger eine eigenthümliche Zeichnung darstellen. Betrachtet man die Innenfläche der Hohlhand mit einer stärkeren Loupe, so sieht man, daß sowohl auf den vorragenden Leistchen, wie in den eingegrabenen Linien, durch welche dieselben getrennt werden, feine Grübchen sich öffnen, auf denen man oft ein krystallhelles Tröpfchen bemerkt. Dies sind die Oeffnungen der Drüsen, von welchen sich zweierlei Arten in dem Gewebe der Haut finden: die einen öffnen sich meist in der Nähe der Haare oder in dem Kanal selbst, worin das Haar steckt; sie sondern eine fettige, talgartige Masse ab, man nennt sie Talgdrüsen; — die andern, die Schweißdrüsen, liegen alle unter der Haut im Zellgewebe und senden einen korkzieherartig gewundenen Ausführungsgang durch die Schichten der Haut und Oberhaut hindurch bis auf die Oberfläche. Die meisten Schweißdrüsen finden sich sonderbarer Weise an der Sohle und an der Hohlhand, bekanntlich zwei Stellen, an denen man selten oder nie schwitzt; die größten lassen sich in der Achselhöhle antreffen. Man hat berechnet, daß in der Hohlhand, welche die meisten Schweißdrüsen besitzt, sich deren 2736 auf einem Quadratzolle Oberfläche befinden, während am Nacken und Rücken, wo sie am seltensten sind, nur etwa 417 auf dem Quadratzolle sich finden. Aus dieser Vertheilung der Drüsen geht schon hervor, daß ihre Beziehung zu

dem Schweiße nicht exklusiv sein kann, sondern daß, wie auch aus anderen Betrachtungen hervorgeht, die Hautausdünstung unmittelbar, ohne Vermittlung der Drüsen, aus dem Blute der Haut geschieht. In gewöhnlichen Zuständen ist die Hautaussonderung nur eine Verdunstung; die Stoffe gehen in Gasform, für uns unsichtbar, davon; — man kann sich aber durch einen sehr einfachen Versuch davon überzeugen, daß diese Absonderung eine beständige sei. Zu diesem Ende stecke man nur den Arm in einen Glascylinder, den man so gut als möglich fest anschließen läßt. Wenn auch keine Spur von Schweiß sichtbar war, so wird doch der Cylinder bald inwendig beschlagen und endlich werden sich an den Wänden Tropfen einer klaren, salzig schmeckenden Flüssigkeit ansammeln, die viel flüchtige organische Stoffe enthält und deßhalb sehr leicht fault.

Die Menge der Hautausdünstung und besonders die Schweißbildung hängt zunächst von der Individualität ab. Die Einen schwitzen bei dem geringsten Anlasse, die Anderen nur sehr schwer. Nächst der Individualität aber äußern die Menge der genossenen Getränke, so wie die Temperatur und Trockenheit der Atmosphäre den entschiedensten Einfluß auf die Menge des durch die Hautausdünstung entleerten Wassers, die wieder mit derjenigen des Urines balancirt. Je größer die Hitze, je trockener die Luft, desto mehr verlieren wir durch Ausdünstung und Schweiß; desto gefärbter und wasserarmer wird aber auch unser Urin, während im Gegentheile in den kälteren Wintermonaten letzterer um so wässeriger wird, je mehr die Hautausdünstung auf ein Minimum zurücksinkt. Es wird aus diesen Thatsachen erklärlich, warum in heißen und warmen Klimaten das Verhältniß der unmittelbar wägbaren Ausleerungen, Koth und Harn, zu den gasförmigen, Haut- und Lungenausdünstung oder Perspiration, ein anderes ist, als in gemäßigten, kalten und feuchten Zonen. In den letzteren, wo die Luft fast beständig mit Feuchtigkeit geschwängert ist, bei durchschnittlich kühler Temperatur, wird durch Lungen und Haut weit weniger Wasser in Dampfform abgeschieden, als in heißen trockenen Gegenden, und nachdem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dies Wasser in Dampfform durch die Perspiration, oder in flüssiger Form durch die wägbaren Ausleerungen davon geht, neigt dieser Ausschlag mehr auf die eine oder die andere Seite.

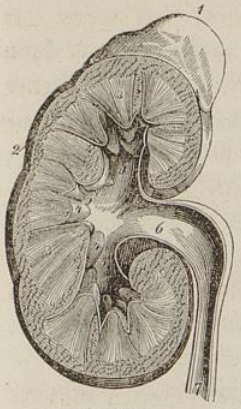


Fig. 13.

Die Niere nebst dem Harnleiter, senkrecht durchschnitten, um die innere Structur zu zeigen. 1. Die Nebenniere, in Fett und Bauchfell eingehüllt. 2 Rindensubstanz mit geknäuelten Harnkanälchen. 3. Die Pyramiden der Marksubstanz, mit gestreckten Harnkanälchen. 4. Nierenwärzchen, in den Hohlraum der Niere hineinragend. 5. Hohlraum der Niere. 6. Anfang, 7. Fortsetzung des Harnleiters.

Die Nieren, welche den Harn absondern, sind bekanntlich zwei zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule in der Bauchhöhle symmetrisch gelegene, bohnenförmige Drüsen, welche bei dem Menschen etwa die Größe einer kleinen Faust haben. Durchschneidet man eine solche Niere der Länge nach, so sieht man, daß sie aus zwei wesentlich verschiedenen Substanzen zusammengesetzt ist. Nach Außen zeigt sich eine dunklere weichere Lage von Rindensubstanz, von unbestimmt körnigem Ansehen, die nach Innen hin in die blaßröthliche, streifige Marksubstanz übergeht, welche in etwa 12—15 kegelförmige Abtheilungen, die sogenannten Pyramiden, getheilt ist. Die Spitzen der Kegel oder die Nierenwärzchen sind alle nach Innen gegen den Mittelpunkt der Niere gerichtet, und enden frei in einem Hohlraume, dem sogenannten Nierenbecken, welches sich unmittelbar in den röhrenförmigen Harnleiter fortsetzt, der jederseits nach Unten läuft und in die Harnblase sich öffnet. Untersucht man die Struktur der Niere genauer, so sieht man, daß die Rindenmasse aus einer Unzahl vielfach hin und her gewundener Harnkanälchen besteht, welche allseitig von den Blutgefäßen umsponnen werden. Allmählich sammeln sich diese Harnkanälchen nach Innen zu, wobei

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sie zugleich einen gestreckteren Verlauf annehmen und so das streifige Ansehen der Pyramiden der Marksubstanz erzeugen. Mehr und mehr zusammenmündend öffnen sich endlich die Harnkanälchen an der Spitze der Nierenwärzchen, und lassen hier den Harn in das Nierenbecken austreten, von welchem er dann durch den Harnleiter in die Blase abfließt. Die Harnleiter haben ringförmige Muskelfasern, durch deren wurmförmig nach unten fortschreitende Bewegung der Harn in die Blase geschafft wird. Es kommt zuweilen vor, daß bei Individuen mit fehlerhafter Ausbildung der Bauchdecken, in Folge ursprünglicher Mißbildung, die Vorderwand der Blase fehlt, so daß man in dieselbe hineinschauen und die Oeffnungen der Harnleiter unmittelbar beobachten kann. Man sieht dann, daß die Flüssigkeit aus diesen Oeffnungen tropfenweise in Absätzen oder zuweilen auch in feinem Strahle bei stärkeren Zusammenziehungen der Harnleiter hervortritt und sich in der Blase ansammelt, aus der sie bei gesundem Zustande nur von Zeit zu Zeit entleert wird. Von besonderer Wichtigkeit erscheint in der Niere die Gefäßvertheilung. Die Nierenarterie, welche jederseits aus der großen Unterleibsschlagader, der Bauchaorta, entspringt, ist verhältnißmäßig sehr weit und theilt sich schnell in zahlreiche feine Netze, an denen besondere Gefäßknäuel hängen. Ein jeder solcher Gefäßknäuel, der mit dem bloßen Auge gerade noch als rothes Pünktchen gesehen werden kann, ist von einem einzigen Gefäße gebildet, welches sich in mehrere Zweige spaltet, die sich knäuelförmig zusammenwinden und endlich wieder in ein einziges Gefäß sammeln. Dieses aus dem Gefäßknäuel hervortretende Arterienstämmchen löst sich erst einige Zeit nach seinem Austritte in das Haargefäßnetz auf, welches die gewundenen Harnkanälchen umspinnt. Man nennt in der anatomischen Kunstsprache die Auflösung größerer Gefäßstämme in feinere Zweige, die sich wieder zu einem Gefäße von derselben Natur sammeln, Wundernetze. Ein solches Gefäßknäuelchen der Niere ist mithin ein Wundernetz eines feinen Arterienzweiges, das sich nur durch seine Zusammenknäuelung vor andern Netzen dieser Art auszeichnet.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Merkwürdig ist aber das Verhalten dieser Gefäßknäuelchen zu der Mechanik der Nierenabsonderung. Jeder Knäuel ist dicht von einer feinen häutigen Kapsel umgeben, welche nichts Anderes ist, als das blasenförmig angeschwollene Ende eines Harnkanälchens. Es beginnt also jedes Harnkanälchen mit einem hohlen Knopfe, in dessen Höhle ein Gefäßknäuelchen steckt, eine Einrichtung, die sich bei keiner anderen Drüse wieder findet.

Die Harnabsonderung ist eine der wichtigsten Funktionen des ganzen Körpers, denn durch sie werden hauptsächlich die Produkte der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen aus dem Körper geschafft; ja wenn man die geringe Quantität von Stickstoff, die sich in den Excrementen und der Hautabsonderung finden, außer Augen läßt, so ist der Harn die einzige Absonderung, durch welche der Stickstoff überflüssig gewordener Substanzen in Form eigenthümlicher Verbindungen aus dem Körper geschafft wird, während Haut- und Lungenausdünstung die Verbrennungsprodukte des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes ausscheiden. Im normalen Zustande schwankt das spezifische Gewicht des Harnes zwischen 1,010 bis 1,030, in krankhaften Zuständen können dagegen beide Gränzen noch bedeutend weiter hinausgeschoben werden. Frischer Harn von gesunden Menschen und fleischfressenden Thieren ist stets sauer, und zwar rührt diese saure Reaktion nicht sowohl von freien Säuren, als von der Gegenwart des phosphorsauren Natrons her. Durch Zersetzung entwickelt sich schnell anfangs freie organische Säure, später aber, bei beginnender Fäulniß, Ammoniak, wodurch dann die saure Reaktion in eine alkalische übergeht. Die Menge des Harnes, welche täglich gelassen wird, ist außerordentlichen Schwankungen ausgesetzt, da sie einestheils mit der Menge des genossenen Getränkes, anderntheils aber mit der durch die Perspiration ausgedünsteten Wassermenge im genauesten Zusammenhange steht. Nach genauen Beobachtungen bei durchaus gleichförmiger Lebensweise betrug das Mittel des während 24 Stunden entleerten Urines im November 56 Loth, im December 57½ L., im Januar 57 L., im Februar 54⅕ L., März 46½ L., April

40⅔ L., Mai 40⅓ L., und es ist zu bedauern, daß diese Messungen nicht während eines ganzen Jahres fortgesetzt wurden, um die regelmäßige Stufenleiter, welche die verhältnißmäßigen Mengen je nach den Jahreszeiten bilden, genau bestimmen zu können.

Als die beiden wesentlichsten Bestandtheile des Urins, welche im normalen Zustande nie fehlen, stellen sich zwei organische, sehr stickstoffreiche Verbindungen dar: der Harnstoff und die Harnsäure. 100 Theile Harnsäure enthalten gerade ein Drittel des Gewichtes Stickstoff, und 100 Theile Harnstoff nahezu die Hälfte, nämlich 46,67 auf 20 Theile Kohlenstoff. Wenn schon es bemerkenswerth ist, daß keine andere Sekretion des Körpers solche stickstoffreiche Materien in bedeutender Menge enthält, so ist noch besonders zu berücksichtigen, daß keine andere organische Substanz den Stickstoff in so bedeutender Menge enthält, als gerade diese beiden charakteristischen Bestandtheile des Harns. Die eiweißartigen Körper, die Alkaloïde, enthalten weit weniger Stickstoff, und man kann deßhalb wenigstens theoretisch behaupten, daß die organischen stickstoffhaltigen Substanzen dadurch in Harnstoff und Harnsäure übergeführt werden können, daß ein Theil ihres Kohlenstoffes und Wasserstoffes verbrennt, während der zurückbleibende Stickstoff mit dem übrig bleibenden Kohlenstoff und Wasserstoff eine Verbindung eingeht. Offenbar wird auch durch den Lebensprozeß definitiv in dem Körper diese Zersetzung hergestellt, indem einerseits der Harn die zurückbleibende Stickstoffverbindung, anderseits die Athmung die Kohlensäure und das Wasser aus dem Körper entführt. Außer dem Stickstoff und der Harnsäure enthält der Harn auch noch bei den Continentalvölkern Europa's (nicht aber bei den fleischfressenden Engländern) stets eine kleine Menge Hippursäure, die sich bei Pflanzennahrung mehrt und auch namentlich bei den Pflanzenfressern die Harnsäure ersetzt, etwas Weniges Kreatin und Kreatinin, Stoffe, deren wir oben bei dem Fleische als Zersetzungsprodukte der Muskelsubstanz erwähnten, und eine eigenthümliche thierische Materie, welche überall die Gestalt eines

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bräunlichen, harzartigen Körpers den chemischen Operationen hinderlich in den Weg tritt, und, wie es scheint, mehrere Farbstoffe, sowie einen besonderen Riechstoff enthält. Die Salze, welche in der Harnflüssigkeit aufgelöst sind, bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurem Natron, Kalk und Talk, aus Kochsalz und Glaubersalz, und wechseln außerordentlich, je nach der Beschaffenheit der Nahrung, da alle löslichen Salze mit großer Schnelligkeit in den Harn übergehen.

Die wichtigste Rolle im Harne spielt ohne Zweifel der Harnstoff, dessen verhältnißmäßige Menge im Harne man schon aus dem spezifischen Gewichte erschließen kann. In gesundem Zustande schwankt der Gehalt des Harnstoffes in ziemlich bedeutenden Gränzen zwischen 15 und 37,5 Theilen in 1000 Theilen Harn; das Mittel mag etwa 25 bis 30 Theile betragen. Nach früheren Angaben sollte die Harnstoffmenge, welche ein erwachsener Mann in 24 Stunden ausleert, zwischen 20 bis 36 Gramm betragen. Neuere Untersuchungen, mit einer verbesserten Methode angestellt, ergaben Schwankungen zwischen 27,60 und 53,73, so daß das Mittel hiernach 37,70 Gramm in 24 Stunden betragen würde. Wenn auch ein Theil dieser größeren Harnstoffmenge auf die verbesserte Methode der Bestimmung zu schreiben ist, welche weniger Verlust ergab, so darf man doch auch andrerseits nicht vergessen, daß die neuesten Versuche an einem Manne von 215 Pfund Gewicht angestellt wurden, also an einem wahren Fleischkolosse, der nothwendiger Weise mehr Harnstoff entleeren mußte, als die leichten Franzosen und die kaum 120 Pfund schweren Gelehrten, an welchen die früheren Bestimmungen angestellt worden waren. Die erwähnten neueren Bestimmungen ergaben bei einer Frau von 180 Pfund 25,32 Harnstoff, bei einem 132 Pfund schweren Mädchen von 18 Jahren 20,19 Harnstoff, bei einem Knaben von 16 Jahren, der 97 Pfund wog, 19,86 Gramm durchschnittlich in 24 Stunden. Man sieht, daß dem Körpergewichte nach die Familie, welche diese Bestimmungen lieferte, große Verhältnisse zeigt, und demnach die Uebertragung dieser Zahlen auf Menschen von mittlerem Körperge-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wichte erst nach vorgängiger Reduktion anwendbar wäre. Sucht man die Zahlen aber so zu vergleichen, daß man die Menge des Harnstoffes, die in 24 Stunden auf je ein Pfund Körpergewicht ausgeleert wird, berechnet, so findet man, daß der Knabe verhältnißmäßig am Meisten Harnstoff produzirte, nach ihm der Mann, daß dann die Frau und zuletzt das Mädchen folgte, welches die geringste Menge ergab. Wie man sieht, ist dieses Verhältniß ein ähnliches, wie bei der Athmung, und wenn es richtig ist, daß Athmung wie Harn die endlichen Produkte der Zersetzung und des Stoffwechsels aus dem Körper schaffen, so geht schon daraus hervor, daß die Harnstoffmenge, die täglich entleert wird, in gewissen Gränzen als Maß dieses Stoffwechsels angesehen werden kann. Es zeigen also diese Bestimmungen, daß der Stoffwechsel im männlichen Geschlechte überhaupt bedeutender sei, als beim Weibe, im Jünglingsalter größer, als bei Erwachsenen. Wenn das Mädchen einen geringeren Ausschlag zeigte, als die schon an der Gränze reiferer Jugend angelangte Frau (43 Jahr), so mag dies auf besonderen individuellen Verhältnissen beruhen, die wir bei dem einzelnen Falle nicht zu ergründen vermögen.

Schon die einfachste Erfahrung mußte nachweisen, daß die Harnsekretion durch die leisesten Veränderungen in Speise und Trank, sowie im Verhalten des Körpers in Ruhe oder Bewegung mitbetroffen wurde; daß der größere oder geringere Sättigungsgrad sowohl von der Aufnahme von Flüssigkeiten, als von dem gleichzeitigen Spiel der Lungen und der Haut abhänge; daß die Zusammensetzung selbst eine andere werden müsse, je nach den Bestandtheilen der Nahrung und den Zuständen des Körpers. Der Harn, seine Zusammensetzung und sein Concentrationsgrad bietet gewissermaßen das empfindlichste Barometer für alle wechselnden Zustände des Organismus dar, und so viele Versuche man auch bis jetzt über sein Verhalten im gesunden und kranken Zustande gemacht hat, so sind doch bei Weitem noch nicht alle Fragen erschöpft, welche an diese Untersuchungen geknüpft werden können.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Der erste wesentlichste Einfluß ist derjenige der eingeführten Stoffe und namentlich der Nahrungsmittel. Reichliches Wassertrinken macht den Harn zwar dünner, so daß er verhältnißmäßig weniger Harnstoff enthält, bedingt aber doch eine bedeutendere Absonderung hinsichtlich der absoluten Menge des Harnstoffes in 24 Stunden. Es liegt demnach auf der Hand, daß reichliches Wassertrinken überhaupt den Stoffwechsel vermehrt, und darin möchte wohl der wesentlichste Nutzen der jetzt oft zum Exzeß getriebenen Wasserkuren liegen. Das im Blute enthaltene Wasser wird durch die Nieren nicht für sich allein, sondern in Begleitung von einer gewissen Menge anderer Harnbestandtheile abgeschieden, und je mehr Wasser durch den Körper gejagt wird, desto mehr wird der Stoffwechsel angetrieben, desto mehr Harnstoff abgeschieden. Aehnlich wirkt auch Bewegung; — strenge Arbeit, körperliche Anstrengung vermindern zwar die absolute Menge des Urins, indem ein großer Theil des Wassers durch vermehrte Athmung und Hautausdünstung abgeschieden wird; allein der Urin ist auch weit gesättigter und im Ganzen die Ausscheidung von Harnstoff namentlich bedeutender.

Die Nahrungsmittel im engeren Sinne üben einen ganz besonderen Einfluß aus: der Harn der pflanzenfressenden Thiere ist nicht sauer, sondern alkalisch; er enthält weniger Harnstoff, als derjenige der fleischfressenden, und statt der stickstoffreichen Harnsäure die kohlenstoffreiche aber stickstoffarme Hippursäure. Statt der phosphorsauren Salze enthält der Harn der Pflanzenfresser kohlensaure Salze, statt des Kali hauptsächlich Natron. Es läßt sich erwarten, daß durch Veränderung der Nahrung nach dieser Richtung hin auch der Harn geändert werden kann. Einige Forscher haben Versuche dieser Art an sich selbst angestellt, andere haben Hunde abwechselnd mit verschiedenen Stoffen gefüttert und die Resultate hieraus gezogen. Hier fand man denn, daß bei dem Hungern der Harn dieselbe Zusammensetzung hat, wie bei Fleischnahrung, ein Resultat, welches mit dem bei dem Athmen erhaltenen übereinstimmt, daß aber bei reichlich stickstoffhaltiger Nahrung, wie z. B. bei reiner Fleischnahrung,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Harnstoffgehalt des Urines außerordentlich anwuchs. Wurde die Fleischnahrung übermäßig, so konnte endlich der Harn der Stickstoffausscheidung nicht mehr genügen; — die Hunde verbreiteten einen pestilenzialischen Gestank, und dünsteten offenbar stickstoffhaltige Substanzen durch Haut und Lungen aus. Fettnahrung beschränkt den Umsatz der stickstoffhaltigen Körpertheile; füttert man nur Fett, so wird absolut weniger Harnstoff abgeschieden; füttert man Fett mit Fleisch, so nimmt die Harnstoffmenge zu, während die Umbildung in anderweitige stickstoffhaltige Substanzen vermindert wird. Denn man muß wohl ins Auge fassen, daß die Menge des in dem Harnstoffe ausgeschiedenen Stickstoffes fast niemals die Menge des mit der Nahrung eingenommenen Stickstoffes erreicht, und daß bei reiner Fleischkost, welche gerade hinreicht, um das Körpergewicht in vollkommener Schwebe zu erhalten, nur $^2/_3$ des mit dem Fleische eingenommenen Stickstoffes wieder in Form von Harnstoff ausgeschieden werden, $^1/_3$ aber auf anderen Wegen entfernt wird. Reine Pflanzenkost hat bei dem Menschen die Folge, daß die Menge der Hippursäure stärker wird, diejenige des Harnstoffes vermindert, und die Reaktion des Harnes durch Anhäufung kohlensaurer Salze alkalisch wirkt.

Ueber den Uebergang fremder, von Außen eingeführter Stoffe in den Harn hat man vielfache Versuche angestellt. Metalle, welche mit thierischen Stoffen unlösliche Verbindungen eingehen, wie Quecksilber, Blei, Eisen; flüchtige, leicht verdampfende Stoffe, wie ätherische Oele, Weingeist u. s. w., finden sich niemals im Urine wieder; letztere Stoffe werden durch die für gasförmige Abscheidungen bestimmten Organe, die Lungen und die Haut, entfernt. Salze mit unorganischen Säuren und Basen, lösliche Farbstoffe, viele feste Riechstoffe, die nur durch ihre eigene langsame Zersetzung riechen, wie Moschus, Bibergeil ꝛc., endlich die organischen Basen Chinin, Cinchonin ꝛc. werden unzersetzt durch den Harn ausgeschieden. Andere Stoffe hingegen kommen nur in wesentlich verändertem Zustande wieder zum Vorschein. So wird der in den Nahrungsmitteln enthaltene

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

freie Schwefel und Phosphor in oxydirtem Zustande als schwefelsaures und phosphorsaures Salz abgeschieden; so treten die meisten Salze, welche von einer organischen Säure gebildet werden, die essigsauren, apfelsauren Salze ꝛc., in dem Urine als kohlensaure Salze auf. In vieler Beziehung sind diese Veränderungen äußerst merkwürdig, indem sie nachweisen, daß auch innerhalb der Blutbahn nothwendig chemische Umsetzungen vorgehen müssen, und es somit wahrscheinlich machen, daß viele chemische Prozesse, welche wir in dem Körper beobachten, nicht allein in dem Parenchyme der Organe, während der Ernährung der Gebilde, sondern auch in dem kreisenden Blute selbst vor sich gehen. Man hat in der That nachgewiesen, daß milchsaure Alkalien, in die Venen eines Hundes eingespritzt, den Urin in kurzer Zeit alkalisch machen und darin als kohlensaures Salz nachweisbar sind. Ebenso beobachtet man, daß nach Einspritzung von Traubenzucker oder Kleister in die Venen der Urin nach kurzer Zeit alkalisch wird. Betrachtet man alle diese Veränderungen genauer, so zeigt sich, daß viele Stoffe zwar unverändert in dem Harne wieder auftreten, wenn sie gleich zuweilen bedeutende Veränderungen im Organismus bewirken; daß diejenigen Substanzen aber, welche in verändertem Zustande auftreten, fast alle höher oxydirt, mehr oder minder verbrannt sind, und dennoch wahrscheinlich in der Blutbahn selbst durch den Sauerstoff des arteriellen Blutes verändert wurden.

So viel ist ein für allemal nachgewiesen, daß den geträumten heimlichen Harnwegen, welche die alten Physiologen zum Uebergange der Flüssigkeiten aus dem Magen in die Nieren annahmen, keine Thatsache zum Grunde liegt. Man hatte den schnellen Uebergang verschiedener Stoffe in den Harn beobachtet, und da in der damaligen Zeit noch keine so deutlichen Begriffe über den Mechanismus des Blutlaufes und der Absonderung vorlagen, so hielt man es für unmöglich, daß in so kurzer Zeit die Stoffe im Magen und Darmkanal aufgesaugt, durch die Blutbahn hindurch getrieben und in den Nieren abgesondert werden könnten. Man hielt deßhalb dafür, daß geheime Wege, Röhren

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und Gefäße direkt aus dem Magen in die Nieren führten, welche besonders Getränke aufnähmen und sie dort unmittelbar absetzten. Eine genauere Kenntniß des Blutlaufes, der Aufsaugung und Absonderung aber, so wie die anatomische Untersuchung haben gelehrt, daß dergleichen Wege nicht vorhanden seien und daß alle Stoffe, welche vom Magen oder Darmkanal aufgesaugt werden, die Pfortaderzweige und die Lebercapillaren, das rechte Herz, die Lungen, das linke Herz und die Arterien bis zu den Nieren mit dem Blutstrome durchlaufen müssen, ehe sie in dem abgesonderten Harne erscheinen können.

So lang auch dieser Weg scheinen mag, so wissen wir doch aus der Darstellung des Blutkreislaufes, daß die Vollendung eines Umschwunges der Blutmasse in dem Körper nur einer sehr geringen Zeitfrist bedarf. Es darf deßhalb nicht verwundern, wenn man bei Menschen, deren Harnblase durch die oben erwähnte ursprüngliche Mißbildung so geöffnet war, daß die Oeffnungen der Harnleiter dem Blick zugänglich waren, schon wenige Minuten nach der Aufnahme durch den Mund solche leicht lösliche Stoffe in dem abtröpfelnden Harne nachweisen konnte, welche, wie z. B. Blutlaugensalz, eine ausgezeichnete Reaktion besitzen; — andere stark färbende Substanzen z. B. erscheinen meistens erst nach 10—20 Minuten; da aber während dieser Zeit das Blut wenigstens fünfmal im ganzen Körper kreist, so ist diese Schnelligkeit der Absonderung wohl begreiflich.

Die Mechanik der Absonderungen überhaupt ist indeß bei Weitem noch nicht so weit aufgeklärt, als es wünschbar wäre. Es erscheint zwar auf den ersten Blick sehr einfach, anzunehmen, daß die in den Drüsengängen enthaltenen Flüssigkeiten einfach aus den umspinnenden Capillargefäßen ausgeschwitzt sind, allein mit dieser Annahme sind noch nicht alle Erscheinungen hinreichend erklärt. Schon die Fortschaffung des Sekrets an sich erscheint aus den bis jetzt bekannten Thatsachen nicht ohne alles Räthselhafte. Erst in den Ausführungsgängen der größeren Drüsen, den Harnleitern, dem Gallengange ꝛc. können wir im Ring gelagerte unwillkürliche Muskelfasern nachweisen, und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

angestellte Versuche ergaben, daß dieselben wurmförmige Zusammenziehungen ausüben, wodurch das Sekret nach Außen fortgeschafft wird. In den Drüsengängen selbst aber, und namentlich in den für die Sekretion bei weitem wichtigeren blinden Enden der Drüsengänge, können keine solche Zusammenziehungen und keine die Bewegung vermittelnde Kraft der Wände nachgewiesen werden. Man hat angenommen, daß die Fortschaffung des Sekretes dadurch geschehe, daß stets neue Flüssigkeit in den gefüllten Drüsengang abgesondert und so die vorhandene nach vorn gegen die Oeffnung desselben hingeschoben und in dem Maße, als noch ferner die Abscheidung fortdauere, auch entleert werde. Es ist möglich, daß diese Fortschiebung durch stete Fortdauer des Absonderungsprozesses existire; allein es scheint mir, als habe man zu viel Gewicht darauf gelegt, und ein anderes, meines Erachtens wichtigeres Moment aus den Augen gelassen, nämlich die Capillarität der absondernden Drüsengänge. Alle absondernden Drüsengänge sind in der That so enge, daß sie wirkliche Haarröhrchen darstellen. Man weiß, wie bedeutend die Anziehungskraft zu Flüssigkeiten in diesen Capillarröhrchen ist, und daß dieselbe genügt, um eine Flüssigkeit durch einen Capillarheber selbst über ihr Niveau herauszupumpen und auszuleeren. Meines Erachtens sind die Drüsengänge gleichsam als solche Capillarheber zu betrachten, deren eines Ende in die Blutflüssigkeit taucht, während das andere sich frei nach außen öffnet, und die Bewegung der Flüssigkeiten darin muß somit nach den für alle Capillarröhren geltenden Gesetzen vor sich gehen.

Es fragt sich nun noch, welcher Natur eigentlich der chemische Prozeß sei, der das Produkt der Absonderung liefert. Es stehen hier zwei Meinungen gegenüber, welche beide gewichtige Gründe für sich aufzuweisen haben. Nach Einigen sind die Drüsen einfache Filtrirmaschinen, bestimmt, die Absonderungsprodukte, welche schon im Blute vorgebildet sind, an sich zu ziehen und nach außen fortzuschaffen; — nach Andern sind sie wirklich selbstthätig in Bereitung des Produktes, sie erhalten die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Stoffe, deren sie benöthigt sind, vom Blute, und durch eine zersetzende oder bildende Kraft bereiten sie daraus die chemischen Verbindungen, welche wir in den Sekretionen finden. Betrachtet man die Frage als nur für die Funktion der Drüse selbst gestellt, so käme es dabei nur auf das Mehr oder Minder an. Denn auch die Anhänger der Filtrirtheorie müssen eine spezifische Anziehungskraft der Drüse annehmen, wodurch in der einen Harnstoff, in einer zweiten Speichelstoff, in einer dritten Gallenstoff aus dem Blute angezogen werden, während gewisse Stoffe, wie z. B. Eiweiß in den Nieren, von denselben Drüsengängen zurückgewiesen werden, die andere Stoffe durchlassen. Eine solche spezifische Anziehungskraft für bestimmte Stoffe braucht nur einigermaßen stärker zu werden, um wirklich chemisch zersetzend und umbildend aufzutreten. Wir kennen in der unorganischen Chemie schon eine große Menge von Beispielen solcher Verwandtschaften zu Verbindungen, deren Elemente zwar vorhanden, welche aber erst durch eine gewisse Umbildung erzeugt werden sollen, und in der organischen Chemie treten diese Verwandtschaften eben so häufig auf. Holz z. B. besteht aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar diese letzteren in dem Verhältnisse, daß sie mit einander Wasser bilden. Die concentrirte Schwefelsäure hat eine ungemeine Verwandtschaft zum Wasser. Sobald Holz und Schwefelsäure zusammenkommen, so wird ersteres zersetzt, sein Wasserstoff und Sauerstoff treten zusammen um Wasser zu bilden und die Kohle bleibt zurück; das Holz verkohlt sich. Chlorcalcium verbindet sich ebenfalls sehr begierig mit Wasser; allein mit Holz zusammengebracht, übt es keine zersetzende Wirkung auf das letztere aus; seine Verwandtschaft zum Wasser ist nicht so stark, um eine Bildung dieses Stoffes auf Kosten des Holzes zu veranlassen, während es das schon gebildete Wasser begierig anziehen würde. Man sieht, es ist nur die Quantität, das Maß der anziehenden Kräfte, welches hier den Ausschlag giebt, und ganz so verhalten sich auch die verschiedenen Eigenschaften, welche nach den oben angeführten Ansichten den Drüsen zugeschrieben werden. Eine spezifische

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Anziehungskraft für gewisse Stoffe muß den Drüsengeweben zugeschrieben werden; in höherem Maße gedacht, wirkt sie selbstthätig bildend, in niederem Grade wirkt sie nur filtrirend und abscheidend. Existirte diese spezifische Anziehung nicht, so müßten die Sekrete aller Drüsen gleiche Zusammensetzung haben, sie müßten einfach aus durchgeschwitztem Blutwasser bestehen. Die eigenthümliche Natur einer jeden Absonderung kann nur von verschiedenen, den einzelnen Drüsengeweben angehörenden, anziehenden Kräften bedingt werden, und es steht wahrscheinlich der Umstand damit in Verbindung, daß auch eine jede Drüse einen ihr eigenthümlich zukommenden Bau hat. Man hat freilich oft gesagt, die anatomische Conformation der Drüse habe keinen Einfluß auf die Natur des Absonderungsproduktes; man hat sich hier namentlich auf die so mannichfaltig wechselnden Formen der Drüsen und ihrer absondernden Kanäle in der Thierreihe berufen. Allein wenn es auch wahr ist, daß die Leber eines Krebses mit ihren feinen unabhängigen Röhren der körnigen, compakten Leber eines Säugethieres nicht ähnlich ist; so muß auch anderseits bedacht werden, daß eben Krebsgalle und Ochsengalle auch nicht einander allzu ähnlich sehen, und daß sicher die Zusammensetzung dieser beiden Flüssigkeiten eben so verschieden ist, als ihre Farbe. Wir finden als durchgreifendes Gesetz in der Physiologie, daß Form und Funktion einander wechselseitig bedingen, daß identisch gebaute Organe gleiche Funktionen, verschieden wirkende auch unähnlichen Bau haben; dies Gesetz gilt auch für die Drüsen. Daß diese Unterschiede des Baues oft in den kleinsten Einzelheiten gesucht werden müssen, geht aus der Natur der Sache hervor.

Für die Meinung, welche man von dem Absonderungsprozesse in den Drüsen an sich hegt, könnte es demnach ziemlich gleichgültig sein, ob wir die der Drüse einwohnende Kraft in größerer oder geringerer Potenz wirkend annehmen. Für den Ernährungsprozeß im Allgemeinen aber muß die scharfe Entscheidung dieser Frage von der höchsten Wichtigkeit sein; denn wenn es wahr ist, daß die Absonderungsprodukte schon im Blute

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vorgebildet enthalten sind, so können sie auch nur durch den Umsatz der Organe erzeugt worden sein und müssen demnach eine nothwendige Folge des Stoffwechsels der Gebilde sein. Dafür sprechen denn auch viele durch die analytische Chemie gelieferten Thatsachen. Man weiß, daß die Blutmasse normal eine gewisse Quantität der eigenthümlichen, in den Absonderungsprodukten vorkommenden Stoffe mit sich führt; — wir finden den Harnstoff, den Gallenfarbstoff normal in der Blutflüssigkeit, und von ersterem weiß man mit Sicherheit, daß seine Menge darin zunimmt, sobald man die Nieren ausschneidet. Man weiß, daß Galle und Harnstoff an anderen Orten des Körpers abgelagert werden, sobald ihre betreffenden Drüsen durch krankhafte Verhältnisse ganz oder theilweise unbrauchbar werden; es kann demnach nicht geläugnet werden, daß die genannten spezifischen Absonderungsprodukte nicht durchaus in ihren betreffenden Drüsen bereitet, sondern ihnen wenigstens theilweise schon fertig gebildet vom Blute geboten werden. Auf den ersten Anblick scheint dieser Schluß freilich unumstößlich; allein es fragt sich, ob er auch allgemein gültig sei, und die Meinung der Physiologen scheint so ziemlich sich dahin fixirt zu haben, daß er dies nicht sei, und daß das Absonderungsprodukt theilweise schon im Blute fertig gebildet sei, theilweise erst in der Drüse bereitet werde. Man stützt sich bei Verfechtung dieser Ansicht namentlich auf den Umstand, daß nach Entfernung der Nieren z. B. die Menge des Harnstoffes im Blute bei weitem geringer sei, als sie sein müßte, wenn aller Harnstoff im Blute angehäuft sich fände, welcher in derselben Zeit im normalen Zustande wäre ausgeleert worden. Man fand 10 Tage nach der Exstirpation der Nieren bei einem Hunde in 3 Pfund Blut nur 4,88 Gran Harnstoff. Gesetzt, der Hund habe 12 Pfund Blut gehabt, was gewiß ein viel zu hoher Anschlag ist, so würden immerhin in der ganzen Blutmasse nur 19,52 Gran Harnstoff enthalten gewesen sein. Daß dies offenbar für eine zehntägige Harnsekretion viel zu wenig ist, daß der Hund in gesundem Zustande wenigstens die sechsfache Menge Harnstoff in derselben

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zeit ausgeschieden haben würde, ist leicht einzusehen. Allein aus dieser Thatsache den Schluß ziehen zu wollen, daß die Nieren die fehlende Menge Harnstoff während des normalen Zustandes würden gebildet haben, dies halte ich für fehlerhaft. Denn die Exstirpation der Nieren ist ein unfehlbar tödtlicher Eingriff und die Operation an sich schon eine gefährliche Verwundung. Das so behandelte Thier kommt entsetzlich herunter, und wenn man es gar noch nach der Operation der Nahrung beraubt, so ist die ganze Lebensthätigkeit auf ein Minimum beschränkt. Daß die Ernährung und Metamorphose der Gebilde nicht wie im normalen Zustande fortgehen, beweist auch schon der unausbleiblich erfolgende Tod. Die Ursache der geringeren Bildung von Harnstoff braucht demnach nicht in den fehlenden Nieren gesucht zu werden, sie kann eben so gut in dem fehlerhaft stattfindenden Stoffwechsel liegen. Ich weiß wohl, man hat mit solchen Erklärungen der mangelnden Metamorphose und des fehlerhaften Stoffwechsels viel Unfug getrieben und man war damit gar manchmal schnell bei der Hand, um sich einer unbequemen Thatsache zu entledigen. Allein daß der Tod nach Exstirpation der Nieren eine Folge der krankhaften Ernährungserscheinungen ist, dies gerade ist eine Thatsache, und daß die Harnstoffbildung mangelhaft werden muß, wenn ihre Ursache, die Ernährung und der dadurch bedingte Umsatz der Gebilde, mangelhaft ist, dies kann nicht in Zweifel gezogen werden.

Es scheint mir, es dürften hier noch andere analoge Verhältnisse mit zu Rathe gezogen werden. Die Lungen sind offenbar ebenfalls Drüsen, deren Sekret sich nur dadurch von denen der übrigen Absonderungsorgane unterscheidet, daß es gasförmig ist. Wir haben oben gesehen, daß dieses gasförmige Produkt, die Kohlensäure, schon in dem Blute vorgebildet enthalten ist, daß sie nicht, wie man früher glaubte, in den Lungen entsteht, sondern einfach darin abfiltrirt wird. Die Kohlensäure findet sich in dem venösen Blute; sie ist darin als Zersetzungsprodukt der thierischen Gebilde; sie stammt von der Metamorphose des Muskelfleisches, des Fettes, der übrigen Substanzen des thieri-

schen Körpers. Wenn man ein Thier in reinem Stickgase athmen und darin zu Grunde gehen läßt, so haucht es gegen das Ende seines Lebens weniger Kohlensäure aus, als im Anfange, und das Maß der im Stickgas ausgehauchten Kohlensäure ist gewiß weit geringer, als das während eines gleichen Zeitraumes in atmosphärischer Luft ausgehauchte. Es wird wohl Niemanden einfallen wollen zu sagen, die fehlende Menge Kohlensäure werde in normalen Verhältnissen durch die Lungen gebildet; Jedermann wird den Grund dieses Mangels in dem fehlerhaften Umsatze der Theile finden. Sollen für die Nieren, wo dieselben faktischen Anhaltspunkte gegeben sind, andere Schlußfolgen bedingt sein?

Fassen wir indeß die als Thatsache feststehende Entstehung der Kohlensäure aus dem Umsatze der Gebilde näher ins Auge, so kommen wir sogar zu dem Schlusse, daß durch ihre Bildung nothwendig auch die des Harnstoffes oder eines ähnlichen, sehr stickstoffreichen Körpers gegeben sein müsse. Die meisten Bestandtheile unseres Körpers, wie Muskelfleisch, Sehnensubstanz u. s. w., enthalten alle eine ziemlich bedeutende Menge Stickstoff, und nur die Fettarten, die aber auch zu den in wandelbarer Menge angehäuften Substanzen des Körpers gehören, entbehren des Stickstoffes. Wird nun durch die Zersetzung dieser stickstoffhaltigen Substanzen ein Theil ihres Kohlenstoffes in Kohlensäure verwandelt, so muß nothwendig ein Körper überbleiben, der an Stickstoff weit reicher ist, als das zersetzte Muskelfleisch, und ein solcher Körper ist uns in dem Harnstoffe gegeben. Hundert Gewichttheile Muskelfleisch enthalten nur 15,72 Theile Stickstoff, während in 100 Theilen Harnstoff 46,48 Gewichttheile Stickstoff enthalten sind. Wenn aber durch die Bildung der Kohlensäure aus Muskelfleisch somit die Entstehung eines stickstoffreichen Körpers nothwendig bedingt ist, wenn die Gegenwart eines solchen, des Harnstoffes, im Blute und im Sekrete der Nieren erwiesen ist, so scheint mir, als könne man über seinen Ursprung nicht länger zweifelhaft sein. Daß die im Blute enthaltene Menge so äußerst gering ist, daß sie bei den gewöhnlichen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Analysen ganz der Beobachtung sich entzieht, dies darf nicht befremden, denn es läßt sich durch eine leichte Rechnung nachweisen, daß das Blut nur 0,2 Prozent seines Gewichtes Harnstoff zu enthalten braucht, um allen Harnstoff bei sich aufgelöst zu haben, der in 24 Stunden abgesondert wird. Da aber der Umsatz der Gebilde stetig fortgeht und das Blut in beständigem Kreislaufe begriffen ist, mithin sich stets seines Harnstoffes in den Nieren entladen und neuen aus den Gebilden aufnehmen kann; da das Blut ferner in 24 Stunden wenigstens 720mal im Körper umläuft, so ist leicht zu berechnen, daß es bei jedem Umlaufe nur 0,00025 Prozente Harnstoff aufzunehmen, und eben so viel in den Nieren abzusetzen braucht, um die täglich secernirte Harnstoffmenge zu liefern. Ein sich stets erneuernder Gehalt von 0,00025 Prozent Harnstoff im Blute würde demnach zum normalen Harnstoffverbrauch hinreichen. Solche kleine Mengen aber verschwinden nothwendig bei der Analyse, und höchstens Stoffe mit so ausgezeichneten Reaktionen, wie der Harnstoff, lassen sich noch in so geringen Quantitäten erkennen.

Es fehlt indeß nicht ganz an direkten Versuchen, welche für die Thätigkeit der Drüsen als Filtrirmaschinen zu sprechen scheinen. Der Magen hat bekanntlich ein ganz eigenthümliches Sekret, den Magensaft, der von den unendlich vielen Labdrüschen geliefert wird, die in der Dicke seiner Schleimhaut eingebettet liegen. Sobald Nahrungsmittel in den Magen kommen, so röthet sich die Schleimhaut vom größeren Blutandrange; während sie vorher bleich und schlaff war, turgeszirt sie jetzt und überall bricht aus den Drüsenöffnungen der sauere Magensaft in Tröpfchen hervor und lagert sich wie ein Thau auf der inneren Fläche ab. Dieselben Erscheinungen lassen sich beobachten, wenn man unmittelbar nach dem Tode des Thieres, welches zu dem Versuche dient, warmes Blut in die Magengefäße spritzt. Die Sekretion hat dabei ihren Fortgang, wie wenn das Thier noch lebte, und es ist leicht, nachzuweisen, daß der sich bildende Magensaft nicht in den Drüsen vorhanden war, sondern erst aus dem eingespritzten Blute abgeschieden wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn man nämlich ein leicht zu erkennendes Salz dem Blute, welches man injicirt, beimischt, so findet sich dieses sogleich in dem abgeschiedenen Magensafte wieder. Ich weiß wohl, daß man diesen Versuchen den Vorwurf machen könnte, sie wären nicht entscheidend, indem das eingespritzte Blut eben so gut nur als Reiz dienen könne, welcher die bildende Thätigkeit der Magendrüsen noch nach dem Tode ansporne; allein wie man auch die Sache ansehen möge, so helfen doch die zuletzt angeführten Thatsachen mit zur Construirung eines Beweises, den sie allein nicht liefern können.

Die meisten Sekrete der Drüsen sind demnach im Blute vorgebildet und die Drüsen selbst nur Filtrirapparate, mit eigenthümlicher Anziehungskraft für ihre spezifischen Absonderungsstoffe begabt, und andererseits dem Durchgange mancher in dem Blut aufgelöster Stoffe verschlossen. Die meisten Drüsensäfte sind eiweißhaltig und offenbar stammt dieses Eiweiß aus dem Blute. Warum enthält nun der Harn, der doch unmittelbar aus dem Blute so vieles Wasser filtrirt, in normalem Zustande kein Eiweiß? Offenbar doch deßhalb, weil das eigenthümliche Gewebe der Harnkanälchen sich dem Durchtritte des Eiweißes widersetzt. Sobald sich aber die Verhältnisse auf der einen oder anderen Seite ändern, sobald das Nierengewebe krank wird oder das Blut eine andere Mischung erhält, wie z. B. nach Einspritzung bedeutender Wassermengen in eine Ader, und in vielen Krankheiten, so tritt der Eiweißgehalt in dem Harne auf und erhält sich so lange, als die abnormen Verhältnisse überhaupt bestehen. Es sichern diese Anschauungen durchaus nicht die Annahme der Folgerungen, welche man aus den schon oben erwähnten Beobachtungen über die Struktur der Drüsen ziehen kann. Es ist sehr leicht möglich, daß in einer und derselben Drüse zwei verschiedene Vorgänge Statt finden können, daß gewisse Bestandtheile, wie z. B. Wasser, die darin aufgelösten Salze, das Eiweiß, unmittelbar aus dem strömenden Blute in die Drüsenkanälchen übergehen, daß dagegen die spezifischen Absonderungsstoffe nur durch die Drüsenzellen angezogen und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nur mittelst dieser aus dem Blute filtrirt werden können. Bei den Nieren deutet, wie schon bemerkt, sogar die Anordnung der Blutgefäße im Verhältniß zu den Harnkanälchen auf eine solche Theilung der Filtrirarbeit hin.

Eine einzige Ausnahme von dem erwähnten Satze dürfen wir hier nicht unberücksichtigt lassen. Unsere Ansicht steht für diejenigen Drüsen fest, welche aus dem arteriellen Blute gespeist werden, d. h. aus Blut, welches, aus den Körperorganen kommend, sich seiner Kohlensäure schon in den Lungen entladen hat. Denn all dies aus dem Körper zurückströmende, mit den Zersetzungsprodukten geschwängerte Blut hat auf seiner Bahn durch die Venen, das rechte Herz, die Lungen und das Arterienherz nirgends Organe angetroffen, in welche es andere feste oder flüssige Stoffe hätte aufnehmen können, als die durch Zersetzung der Körpersubstanz selbst dargebotenen. Anders verhält es sich wahrscheinlich mit einer, auch, wie schon erwähnt, in anatomischer Hinsicht exceptionellen Drüse, der Leber. Sicherlich beruht die bekannte Anordnung, daß alles vom Darmkanale zurückkehrende Blut sich in der Pfortader sammelt und ehe es in das venöse Herz eintritt erst in den Capillargefäßen der Leber kreist, auf einem tiefen Grunde. Die Venen des Darmes nehmen eine große Menge von Stoffen aus den verdauten Nahrungsmitteln auf und bringen diese in den Blutkreislauf. Daß diese Stoffe erst durch die Leber passiren müssen, zeigt darauf hin, daß sie ebenfalls in Beziehung zu der Gallensekretion stehen, daß sie zu der Gallenbereitung mit thätig sind. Hinsichtlich der Gallensäuren, die, wie wir sahen, einige der wesentlichsten Bestandtheile der Galle ausmachen, scheint es nachgewiesen, daß sie im Blute selbst gebildet werden. Die Cholsäure wurde, wenn auch in sehr geringer Quantität, in dem Blute eines gesunden Ochsen aufgefunden. Dagegen wissen wir mit Sicherheit, daß der Zucker, den die Lebervenen in reichlicher Menge führen, in dem Pfortaderblute nicht enthalten ist, daß er auch bei Fröschen, denen man die Leber weggenommen hat, nicht in dem Blute vorkommt, und daß er sonach in der Leber selbst gebildet wird.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nicht minder geht aus der vergleichenden Untersuchung des Pfortader- und Lebervenenblutes hervor, daß ein Theil des Eiweißes, beinahe der ganze Faserstoffgehalt und fast alle Oelsäure, die in dem Pfortaderblute enthalten waren, in der Leber verschwinden und offenbar zu der Gallebereitung benutzt werden. So möchte man denn wieder auf die Leber als alleinige Bildungsstätte der Galle schließen. Wenn man aber dann berücksichtigt, daß bei entleberten Fröschen keine Gallenbestandtheile im Körper gefunden wurden, so dürfte man hierin wieder eine Rechtfertigung der Ansicht erblicken, daß die Galle auf Kosten des Pfortaderblutes und der in dasselbe übergegangenen Stoffe gebildet wird. Dem steht aber dann wieder entgegen, daß das Kind im Mutterleibe, das doch gewiß keine Stoffe von außen erhält, dennoch Galle absondert, die in den ersten Tagen nach der Geburt als Kindspech (Meconium) ausgeleert wird, und so würden wir uns am Ende zu der Ansicht bekennen, daß hier ein verwickelter Prozeß Statt findet, und gewisse Theile der Galle im Blute vorgebildet, andere in der Leber neu erzeugt sind.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Siebenter Brief.

Die Aufsaugung.

Alle Gewebe unseres Körpers, so fest oder trocken sie auch erscheinen mögen, sind dennoch beständig von Flüssigkeit durchtränkt. Die Wandungen der Gefäße, innerhalb welcher das Blut und die Lymphe unseres Körpers sich bewegen, sind durchdringlich für wässerige Stoffe, und daß diese Durchdringung beständig Statt finde, dies lehrt die tägliche Erfahrung. In diesem so äußerst einfachen Verhältnisse aber ist der ganze Prozeß der Ernährung, der Absonderung, der Aufsaugung begründet; denn alle Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Substanzen und Geweben des Körpers geschehen nicht unmittelbar, sondern werden durch feuchte Membranen vermittelt. Die Blutbahn ist überall in sich abgeschlossen; nirgends existirt eine offene Mündung eines Gefäßes; die Lymph- und Chylusgefäße sind ebenfalls, wenigstens der Meinung der meisten Forscher zu Folge, von allen Seiten geschlossene Röhren; der Verdauungskanal ist nur nach Außen, nirgends in die Gewebe des Körpers geöffnet, die absondernden Kanäle befinden sich in demselben Falle, sie stehen nur mit der äußeren Oberfläche, nicht aber mit den Blutgefäßen, aus welchen sie ihr Sekret ziehen, in unmittelbarem Zusammenhange. Der Uebergang von Stoffen aus dem Darmkanale in das Blut oder die Lymphe und aus der Blutbahn in die absondernden Organe, mit einem Worte, der ganze vegetative Lebensprozeß wäre demnach eine reine Unmöglichkeit, wenn nicht

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

alle diese Röhren, Kanäle und Flächen in solcher Art gewebt wären, daß Flüssigkeiten durch sie hindurchdringen und der Stoffwechsel auf diese Weise vor sich gehen könnte.

Jedermann weiß aus der täglichen Erfahrung, daß trockene organische Stoffe in wässerige Flüssigkeiten gelegt eine gewisse Quantität davon aufsaugen, und durch diese Aufsaugung selbst ein bedeutenderes Volumen einnehmen oder quellen. Diese Quellung verändert in der einflußreichsten Weise die physikalischen Verhältnisse der Organe, namentlich ihre Elasticität und Dehnbarkeit, und es ist nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß ohne die beständige Durchdringung unserer sämmtlichen Organgewebe mittelst der aus dem Blute ausgeschwitzten Flüssigkeit sowohl vegetatives Leben als Bewegung des Organismus durchaus unmöglich wäre. Das Maß von Flüssigkeit, welches die einzelnen Gewebe bei der Quellung aufnehmen, ist sehr verschieden, je nach der Zusammensetzung der Flüssigkeit selbst, sowie nach dem Zustande, in welchem sich das Gewebe befindet. So hat man, um nur ein Beispiel anzuführen, gefunden, daß ein Gewichtstheil trockenes Sehnengewebe in 24 Stunden beinahe das Doppelte seines Gewichtes an Wasser, etwa ein gleiches Gewicht Salzwasser, aber nur $\frac{1}{10}$ Oel in sich aufnimmt. Fleisch nimmt um so weniger Salzwasser an, je stärker der Gehalt desselben an Salz ist, und darauf beruht auch die in Haushaltungen bekannte Erscheinung, daß bei dem Einpöckeln des Fleisches das Salz aus dem Fleisch Wasser herauszieht und eine Salzlacke gebildet wird, auch ohne daß man Wasser hinzuschüttet. Das frische Fleisch, welches mit wenig eiweißhaltigem Wasser der Blutflüssigkeit vollständig durchtränkt ist, kann nicht die gleiche Menge von gesättigtem Salzwasser aufnehmen, und es wird demnach durch den Salzgehalt ein Ueberschuß von Wasser aus dem Fleische herausgepreßt. Ganz der gleiche Vorgang findet in unserem Darmkanale Statt, wenn wir z. B. stark gesalzene Speisen oder ein salzhaltiges Laxirmittel nehmen. Es wird der inneren Darmhaut oder vielmehr dem darin cirkulirenden Blute eine gewisse Menge von Flüssigkeit so lange entzogen,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bis die im Darm befindliche Masse dem Quellungsgrade der Darmhaut entspricht.

Die Quellung und vollständige Durchdringung der organischen Gewebe mit Flüssigkeit ist die erste und nothwendige Bedingung des beständigen Stoffumsatzes, welcher in dem Organismus vor sich geht. Die thierischen Häute sind alle, mit wenigen Ausnahmen, aus Fasern gewebt, zwischen welchen Blutgefäße, Nervenfäden und Lymphgefäße in mancherlei Maschennetzen sich durchschlingen. Die Zwischenräume, welche das Gewebe bildet, bieten den hauptsächlichsten Hebel der Austauschungen dar, welche in dem Innern des Parenchyms vor sich gehen. Sobald nämlich eine thierische Haut auf beiden Seiten mit Flüssigkeiten in Berührung kommt, die unter sich irgend eine Verschiedenheit bieten, mag diese Verschiedenheit nun qualitativ oder quantitativ sein, so geschieht ein Austausch der Bestandtheile zwischen beiden Flüssigkeiten, der durch das Gewebe der Haut selbst vermittelt wird und so lange anhält, bis das Gleichgewicht auf beiden Seiten hergestellt ist. Man hat diese Erscheinung Endosmose genannt, und vielfache Versuche, die größtentheils in der neuesten Zeit angestellt wurden, haben uns diese Erscheinung in mannichfaltigster Weise kennen gelehrt. Doch sind viele dieser Versuche mehr physikalisch als physiologisch wichtig, indem man meist nur die Gegenwirkung einfacher Substanzen untersucht und dabei außer Augen gelassen hat, daß in dem lebenden Körper stets nur Flüssigkeiten von sehr complicirter Beschaffenheit in Wechselwirkung treten. Ebenso sind die meisten Versuche mit Flüssigkeiten angestellt, die beiderseitig im Zustande der Ruhe sich befanden, während im Körper meist doppelt bewegte oder wenigstens einseitig bewegte Flüssigkeiten auf einander wirken. So können wir denn wohl sagen, daß trotz vielfacher Untersuchungen über die Endosmose und trotz der Kenntniß der physikalischen Grundgesetze derselben dennoch gerade die Anwendung dieser Grundgesetze auf die Vorgänge im Organismus noch vielfachen Schwierigkeiten und Dunkelheiten unterliegt. Die Erscheinung der Endosmose an sich ist ungemein leicht zu beobachten. Man

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

braucht zu diesem Ende nur ein Stück von dem Darme eines Thieres an beiden Enden zuzubinden, nachdem man es schlaff mit Weingeist gefüllt hat, und es dann in ein Gefäß mit Wasser zu legen. Bald schwillt das Darmstück an, es füllt sich vollständig, und wenn man, ehe es durch übermäßige Anfüllung platzt, die darin angehäufte Flüssigkeit untersucht, so findet man, daß sie aus wässerigem Weingeiste besteht. Das Wasser ist mithin von außen her durch die Darmhäute in die innere Höhle gedrungen und hat sich mit dem darin befindlichen Weingeiste gemischt. Allein das Wasser in der Schüssel, in welcher der Darm lag, bietet einen schwachen alkoholischen Geschmack dar, und es ergiebt sich, daß auch einiger Weingeist nach außen gedrungen und sich mit dem Wasser gemischt hat. Es ist mithin durch die Darmhaut ein wirklicher Austausch zwischen den beiden Flüssigkeiten vermittelt worden, wodurch eine jede derselben Bestandtheile von der andern erhalten hat; nur mit dem Unterschiede, daß die eine mehr, die andere weniger empfing und ein einseitiges Uebergewicht Statt hat. Man hat deßhalb nicht mit Unrecht die Endosmose eine Einsaugung mit doppelter Strömung genannt, wobei meist der eine Strom mächtiger ist, als der andere.

Die hauptsächlichste Bedingung, welche zur Existenz einer solchen doppelten Strömung nöthig ist, betrifft die chemischen Eigenschaften der Flüssigkeiten, welche man mit der Membrane in Berührung bringt. Es ist leicht einzusehen, daß Stoffe, welche das Gewebe der Membran zerstören oder ihre Porosität durch Verbindung mit ihren Elementen aufheben, daß solche Stoffe auch unfähig sind, endosmotische Erscheinungen hervorzubringen. So kann z. B. eine Mineralsäure, wie etwa Schwefelsäure, in verdünnten Auflösungen endosmotisch durchgeführt werden, während sie in concentrirtem Zustande die Membran zerstört und keiner Endosmose fähig ist. Eine Vergiftung mit Nordhäuser Schwefelsäure, die bei dem Gebrauche der letzteren zu verschiedenen Gegenständen der häuslichen Oekonomie leider nicht selten vorkommt, tödtet nicht dadurch, daß, wie bei Opium oder einem anderen Gifte dieser Art, der verderbliche Stoff in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

das Blut aufgenommen wird und von hieraus wirkt; sondern sie tödtet durch Zerstörung der Schleimhäute des Mundes und Magens und durch die brandige Entzündung, welche die nothwendige Folge einer solchen Zerstörung ist.

Ein zweiter wichtiger Grundsatz ist der, daß die Flüssigkeiten, welche endosmotisch durch eine Membran gehen sollen, mit der Flüssigkeit, welche diese Membran selbst tränkt, mischbar sein müssen. Eine mit Wasser getränkte thierische Haut kann noch so lange mit Oel in Berührung stehen, es wird kein Tropfen der fettigen Flüssigkeit durch sie hindurchdringen, eben weil Oel und Wasser nicht mit einander mischbar sind; ebenso werden mit Oel und Fett getränkte Membranen wässerigen Flüssigkeiten keinen Durchgang gestatten. Es leidet indeß dieses Gesetz eine Ausnahme, sobald die Fette so fein zertheilt sind, daß sie durch die Poren hindurchdringen können, ein Durchgang, der dann besonders erleichtert wird, wenn sich die aufs Feinste zertheilten Fette milchartig in Flüssigkeiten aufgeschwemmt finden, welche verseiftes Fett in Auflösung enthalten. Wir haben bei der Darstellung der Verdauungsthätigkeit gesehen, daß bei weitem nicht alles im Darmkanal aufgenommene Fett verseift wird, sondern daß das meiste in mechanisch fein zertheiltem Zustande in die Blut- und Lymphgefäße übergeführt wird. Wäre dies nicht der Fall, so würde die Aufnahme unverseifter Fette überhaupt unmöglich sein, da alle thierischen Gewebe stets mit eiweißhaltiger wässeriger Flüssigkeit durchtränkt sind. Indeß ist damit, daß ein Uebertritt in größeren Tropfen nicht Statt finden kann, dennoch nicht gesagt, daß wässerige und fette Flüssigkeiten ganz ohne Einwirkung auf einander seien; man hat im Gegentheile gefunden, daß diese Flüssigkeiten, auch ohne sich zu mischen, dennoch diejenigen Stoffe unter einander austauschen, welche in beiden lösbar sind.

Zur Herstellung einer endosmotischen Strömung genügt, wenn die beiden genannten Bedingungen erfüllt sind, eine jede Verschiedenheit zwischen den beiden Flüssigkeiten, mag dieselbe nun durch ihre Zusammensetzung oder ihre Dichtigkeit gegeben

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sein. Auflösungen von chemisch verschiedenen Stoffen tauschen sich eben so gut unter einander aus, als Auflösungen desselben Stoffes, welche einen verschiedenen Concentrationsgrad besitzen. Eine schwache Auflösung von Eiweiß auf der einen, eine starke Lösung auf der anderen Seite werden sich so lange mit einander austauschen, bis beide zu derselben Dichtigkeit gelangt sind, und zwar wird der Hauptstrom von der wässerigen Flüssigkeit gegen die concentrirte Statt haben. Es giebt diese Erscheinung den Schlüssel zu der schnellen Aufnahme wässeriger Flüssigkeiten innerhalb des Darmkanales. Getränke verschwinden fast augenblicklich, und nach einigen Augenblicken erscheinen sie, ausgeschieden aus dem Blutstrome, im Harne. Man kann nun aber das Blut füglich als eine Auflösung von Eiweiß und Faserstoff betrachten, als eine Flüssigkeit von einer Concentration, die weit bedeutender ist, als die der meisten unserer Getränke. Sobald diese letzteren in dem Magen angelangt sind, so entsteht ein lebhafter endosmotischer Strom in die Blutgefäße, und die Flüssigkeit wird so lange in den Blutstrom hinübergerissen, bis sie auf gleichem Dichtigkeitsgrade mit dem Blute steht. Die große Schnelligkeit, womit dieser ganze Vorgang sich vollendet, ist leicht erklärlich aus der ungemeinen Dünne und Zartheit der Membranen, durch welche der Austausch vor sich geht. Die Capillaren und die Lymphgefäße, welche ihre Netze in den Falten der Magenschleimhaut, in den Zotten des Darmes bilden, sind aus äußerst zarten Häuten gewebt, und die darüber gezogene Decke von Zellen, welche die äußerste Lage der Zotten bildet, ist ebenfalls nur dünn und sehr porös. Je feiner aber eine die Endosmose vermittelnde Haut ist, desto schneller geht der Austausch zwischen zweien, dieselbe berührenden Flüssigkeiten vor sich.

Versuche der neuesten Zeit haben nachgewiesen, daß auch der Bau der Häute einen wesentlichen Einfluß auf die Schnelligkeit des Austausches in gewisser Richtung habe. Der Hauptstrom geht, wie schon oben bemerkt wurde, bei Auflösungen derselben Substanz von verschiedenem Dichtigkeitsgrade von der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schwächeren Lösung nach der concentrirteren hin. Man hat nun bemerkt, daß in jeder Membran eine gewisse Richtung vorherrscht, nach welcher hin die Endosmose schneller und leichter vor sich geht. So hat man beobachtet, daß bei Anwendung der äußeren Haut der Austausch weit schneller und mit weit größerer Intensität vor sich geht, wenn die concentrirte Lösung auf der äußeren, die schwächere auf der inneren sich findet, der Strom mithin von Innen nach Außen geht, als wenn der umgekehrte Fall eintritt; bei gewissen Schleimhäuten hat man bemerkt, daß der Strom leichter von Außen nach Innen geht. Es versprechen diese Versuche, wenn sie weiter fortgesetzt werden und ihr Prinzip sich bestätigt, wichtige Aufschlüsse über die Natur gewisser Häute, und wenn nachgewiesen werden könnte, daß in allen absondernden Membranen der Strom leichter von Innen nach Außen, in allen aufsaugenden dagegen in umgekehrter Richtung vor sich geht, so würde dies ein unerwartetes Licht auf die Erscheinungen der Absonderung und Aufsaugung werfen.

Von bedeutendem Moment ist noch, wie man sich leicht denken kann, die Strömung und Bewegung der Flüssigkeit, und es kann dieselbe in der That manche andere bestimmende Momente der Stromesrichtung mehr oder minder bedeutend modifiziren. Ruht eine Flüssigkeit, während eine andere an der trennenden Scheidewand sich hinbewegt, so wird die Tendenz des endosmotischen Stromes schon deßhalb nach der bewegten Flüssigkeit gehen, weil stets neue Theile derselben mit der Scheidewand in Berührung kommen, und wenn die Geschwindigkeit bedeutend genug ist, um einer vollständigen Sättigung entgegen zu wirken, so wird auch die Aufnahme aus der ruhenden Flüssigkeit um so schneller vollendet sein. Die günstigsten Beziehungen dieser Art sind an dem Darm wie an der Lunge entwickelt, wo das in stetem Umschwunge befindliche Blut, in tausend Röhren vertheilt, schnell genug umhergetrieben wird, um die in den Hohlräumen der genannten Organe befindlichen luftförmigen oder flüssigen Massen als ruhend erscheinen zu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lassen. Die Aufsaugung ist deßhalb wesentlich in beiden Organen durch dies einfache Verhältniß der Blutgefäße begünstigt, und bei den Lungen ist diese Begünstigung noch größer, als bei dem Darme, weil die Blutgefäßmaschen in den Lungen außerordentlich eng, die Haargefäße selbst aber verhältnißmäßig weit und ihre Wände äußerst dünn sind. Es ist deßhalb auch vollkommen gleichgültig, ob man eine Substanz, ein Gift z. B., direkt in den Blutstrom oder in die Lungen spritzt, da die Aufsaugung in den Lungen in unmeßbar geringer Zeit geschieht. Es erklärt sich aber auch aus demselben Umstande, weßhalb giftige Dämpfe und Gasarten, die der atmosphärischen Luft beigemengt sind und geathmet werden, so außerordentlich gefährlich sind, und selbst in kleinen Mengen bedeutende Wirkungen auf den Organismus hervorbringen. Nicht minder erklärt sich aus der Einrichtung, die am Darme Statt findet, der Umstand, daß manche Beobachter bei lebenden Thieren keine Erscheinungen der Endosmose wahrnehmen konnten. Versuche dieser Art wurden in folgender Weise gemacht. Man öffnete die Unterleibshöhle eines lebenden Thieres, isolirte ein Stück Darm, in das man die wässerige Auflösung eines leicht erkennbaren Salzes spritzte, unterband das Darmstück auf beiden Seiten, so daß die Flüssigkeit nicht in den übrigen Darm eindringen konnte, und brachte Alles in die Bauchhöhle zurück. Nach einer halben Stunde etwa zog man die unterbundene Darmschlinge wieder hervor und untersuchte, ob die eingespritzte Flüssigkeit auf die Außenfläche des Darmes durchgedrungen sei. Man erhielt, wie sich von selbst versteht, ein negatives Resultat. Blutgefäße und Lymphgefäße hatten begreiflicher Weise das in die Darmhaut Eingedrungene fortgeschafft, da die Bewegung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten in keiner Weise gestört worden war.

Betrachten wir den Darmkanal im Großen, so erscheint er als ein enges, in die Länge gezogenes Rohr, auf dessen innerer Oberfläche ein außerordentlicher Reichthum von Capillargefäßnetzen, so wie von Lymphgefäßen sich entwickelt hat. Das zu dem Darmkanale strömende Blut wird durch mehrere Zweige der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

großen Körperschlagader, der Aorta, geliefert; das von dem Darme zurückströmende Blut tritt in der Pfortader zu einem Stamme zusammen, um sich dann wieder in dem Haargefäßnetz der Leber zu verzweigen. Die Lymphgefäße, deren Endigungen bei weitem noch nicht so genau dargestellt sind, als wünschbar wäre, die aber wahrscheinlich auch überall geschlossene Röhren darstellen, treten in einzelne Stämme zusammen, welche in den Lymphdrüsen des Gekröses sich knäuelartig verwickeln, dann aber ihren Weg nach dem Milchbrustgange fortsetzen, der sich in die linke Schlüsselbeinvene ergießt. Alle diese Gefäße enthalten beständig Flüssigkeit; — die einen Blut, die andern Milchsaft; ihre Wände sind aus feinen Häuten gewebt und demnach beständig von Flüssigkeit durchdrungen; die Schleimhaut des Darmkanals ist ebenfalls jederzeit mit Flüssigkeit getränkt; es muß also nothwendig ein steter Austausch von Stoffen zwischen den Blut- und Lymphgefäßen einerseits und dem Darmkanale andererseits Statt haben. Auf diese Weise kann man schon von vorn herein, nur aus der Kenntniß der anatomischen Anordnung des Ganzen, den Schluß ziehen, daß den im Darmkanale von Außen her aufgenommenen Stoffen zwei Wege gegeben sind, um in die Blutbahn und zwar in das venöse Blut zu gelangen: ein direkter, durch die Lymphgefäße, wo die Substanzen kein absonderndes Organ mehr durchlaufen und unmittelbar in die Venen ergossen werden, und ein längerer durch die Capillargefäße des Blutsystemes, welche erst als Pfortader in dem absondernden Organe der Leber sich verzweigen, ehe sie in die Hohlvene einmünden. Man hat den letzteren lange Zeit hindurch alles und jedes Aufsaugungsvermögen abgesprochen und dasselbe lediglich den Lymphgefäßen vindicirt; — andere haben, durch die große Schnelligkeit, womit Stoffe in das Blut übergehen, überrascht, den Capillargefäßen und den Venen einzig und allein die Funktion der Aufsaugung zugesprochen und die Lymphgefäße als eine Art Luxusartikel in der thierischen Oekonomie betrachten wollen; — die Wahrheit liegt auch hier, wie so oft, in der Mitte, und es handelt sich nur darum, jedem dieser Gefäße die ihm zugehörige

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Rolle in der für die Existenz des Organismus so wichtigen Funktion der Aufsaugung nachzuweisen.

Die Lymphgefäße der höheren Thiere besitzen keinen solchen bewegenden Mechanismus, wie das Blutgefäßsystem; es existirt kein Herz in der ganzen Ausbreitung der Lymphgefäße, wodurch der Inhalt nach einer gewissen Richtung hin getrieben werden könnte. Bei den niederen Thieren verhält sich das anders; die Fische, die Amphibien, die Vögel besitzen contractile Lymphherzen, durch welche die Lymphe in die Venen übergetrieben werden kann. Bei den Säugethieren und dem Menschen fehlt ein solcher Apparat gänzlich, es müssen hier also andere bewegende Ursachen der Lymphe und des Milchsaftes aufgesucht werden. An der Thatsache des Strömens dieser Flüssigkeiten innerhalb der Lymphgefäße nach dem Milchbrustgange und der linken Schlüsselbeinvene hin kann nicht gezweifelt werden, und es ist leicht, sie in einem Versuche zur Anschauung zu bringen. Schon die Richtung der im Innern der Lymphgefäße angebrachten Klappen deutet darauf hin. Man kann die Lymphgefäße nicht vom Stamme aus gegen die Aeste hin einspritzen, wie etwa die Arterien; die im Innern befindlichen Klappen stellen sich sogleich auf und verwehren der Flüssigkeit den Durchgang. Oeffnet man bei einem jungen, säugenden Thiere den Unterleib und breitet das Gekröse aus, um die Milchgefäße, welche vom Darme herkommen, in ihrer ganzen Ausdehnung überschauen zu können, so zeigen sich diese Lymphgefäße strotzend mit einem milchweißen Chylus erfüllt. Legt man einen Faden um eines derselben, so füllt sich die Strecke des Milchgefäßes zwischen dem Faden und dem Darme bis zum Bersten an, und bei einem Einstiche in das Gefäß spritzt der Inhalt im Bogen hervor, während von dem Faden weg nach dem Milchbrustgange hin das Gefäß sich nach der Unterbindung entleert hat. Derselbe einfache Versuch bringt aber noch eine andere Eigenthümlichkeit der Milchgefäße zur Anschauung, die nicht ohne Resultat für die Auffassung der in ihnen herrschenden Bewegung bleibt. Die Milchgefäße füllen und entleeren sich nämlich abwechselnd, wenn man sie in dem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gekröse eines lebenden Thieres betrachtet, und die darin enthaltene Flüssigkeit schiebt sich dadurch stets weiter und weiter vom Darme weg. Spürt man nun dem Rhythmus dieser abwechselnden Füllungen und Entleerungen nach, so ergiebt sich bald, daß derselbe mit den wurmförmigen, peristaltischen Bewegungen des Darmes in einem gewissen Zusammenhange steht. Einer jeden Zusammenziehung einer Darmstelle folgt die Anfüllung des Lymphgefäßes und eine beschleunigte Bewegung des darin enthaltenen Milchsaftes; der Erschlaffung des Darmes folgt das Zusammensinken des Lymphgefäßes, das sich entleert, in sich zusammenfällt und enger in seinem Lumen wird, als es bei der Anfüllung im ausgedehnten Zustande war.

Es scheint, als ob dieses Phänomen, das sehr leicht bei jungen, säugenden Thieren zu beobachten ist, den Schlüssel zu der Ursache der Lymphbewegung geben könne. In der That werden auch nur in solchen Organen Lymphgefäße beobachtet, welche entweder selbstständig durch Zusammenziehung ihr Volumen ändern können, oder aber so von muskulösen Theilen umgeben sind, daß sie stets abwechselndem Drucke ausgesetzt werden können. In den Knochen, so wie im Gehirne, in welchen kein solches Verhältniß Statt haben kann, sind auch bis jetzt noch keine Lymphgefäße nachgewiesen worden. Es sind demnach großentheils die Muskularbewegungen anderer umliegenden Gebilde, welche den Grund zur Bewegung der Lymphe und zur Fortschaffung dieser Flüssigkeit in sich enthalten. Die Lymphgefäße verhalten sich etwa, wie die Capillarröhren eines Badeschwammes, welchen man mit dem einen Ende ins Wasser taucht. Die Röhren saugen sich voll Wasser, das beim Zusammendrücken des Schwammes wieder hervorquillt; beim Nachlassen des Drucks wird sogleich wieder Wasser nachgesaugt. Bei den Lymphgefäßen findet nur der Unterschied Statt, daß hier durch den Bau und die Vereinigung der Kanäle dem Ausflusse eine bestimmte Richtung gegeben ist. Ein durch endosmotische Strömung an seinem peripherischen Ende angefülltes Lymphgefäß wird daselbst zusammengedrückt; die darin enthaltene Flüssigkeit wird durch diesen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Druck nach dem Stamme hin fortgeschoben. Läßt der Druck nach, so kann, der Klappen wegen, die Flüssigkeit nicht zurück strömen; sie sammelt sich hinter den Klappen an. Unterdeß füllt sich der entleerte Theil des Lymphgefäßes von Neuem und bei erneuertem Drucke wird die frisch aufgesaugte Flüssigkeit auch wieder weiter geschoben. Der Mechanismus der Lymphgefäße ist demnach einer Saugpumpe mit elastischen Röhren zu vergleichen, wo aber der hebende Zug des leeren Raumes durch einen aktiven, auf die Röhren selbst wirkenden Druck ersetzt ist.

Eine Menge alltäglicher und Jedermann bekannter Erscheinungen zeigen den Einfluß der Muskelzusammenziehungen auf die Bewegungen der Lymphe. Bei längerem Sitzen zu Pferde oder im Wagen schwellen die Beine wassersüchtig an durch Erguß von Flüssigkeit in das Zellgewebe. Aktive Bewegung der Glieder, Gehen zu Fuße ist das beste Mittel, um diese Anschwellung verschwinden zu machen, denn sie ist einzig und allein Folge der Bewegungslosigkeit, in welcher die Beine längere Zeit hindurch erhalten wurden. Das aus den Blutgefäßen in das Gewebe ausgeschwitzte Blutwasser, welches bei gewöhnlicher Bewegung von den Lymphgefäßen aufgesaugt und weggeschafft wird, sammelt sich jetzt in dem Gewebe an, da in Folge der Unthätigkeit der Muskeln die Bewegung in den Lymphgefäßen stockt — daher die wassersüchtige Anschwellung und ihre Heilung bei sofortiger Bethätigung der Lymphbewegung. Vielleicht, daß ein ähnliches Verhältniß in gewissen Krankheiten obwaltet, wo durch Lähmung des Nerveneinflusses die peristaltischen Zusammenziehungen des Darmes geschwächt und verlangsamt werden und als Folge dieser Paralysirung des Haupthebels der Milchsaftbewegung dann allgemeines Sinken der Ernährung und des Aufsaugungsprozesses eintritt.

Die Muskelbewegungen und Volumveränderungen der umgebenden Theile aber sind nicht die alleinigen Hebel der Bewegung in den Lymphgefäßen. Es giebt auch noch selbstständige Contractionen der Gefäßstämme, die zwar sehr langsam sind, aber doch beobachtet wurden an lebenden Thieren, und deren Vor-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

handensein auch dadurch wahrscheinlich wird, daß an dem Milchbrustgange ähnliche unwillkürliche, im Ring gelagerte Muskelfasern nachgewiesen werden können, wie an anderen contractilen Röhren. Daß aber die Lymphgefäße Contractilität besitzen und die in denselben enthaltene Flüssigkeit stets unter einem gewissen Drucke steht, geht schon aus dem Umstande hervor, daß ein angefülltes Lymphgefäß, wenn es angestochen wird, ganz so im Strahle spritzt, wie eine Vene; ein Beweis, daß die Flüssigkeit unter einem gewissen, von den Wandungen ausgeübten Drucke steht.

Die Aufsaugung durch die Capillargefäße des Blutsystems unterliegt Gesetzen, die zwar im Prinzipe durchaus dieselben bleiben, deren Wirkung aber, durch die speziellen Verhältnisse der Haargefäße, sehr bedeutend modifizirt ist. Das Blut, welches in den Capillaren cirkulirt, wird von dem Herzen aus in raschem Strome durch die feinen Maschen getrieben; eine Blutwelle drängt die andere und eine nach der anderen kommt in enge Wechselwirkung mit den aufsaugenden Stoffen. Im weiteren Laufe aber durchströmt das Blut die Leber, die Lungen und verschiedene andere Sekretionswerkzeuge, ehe es wieder an die Stelle der Aufsaugung, das heißt zum Darmkanale zurückkommt. Die Blutwelle, welche schon einmal aufgesaugt hat, kann demnach auf ihrer Bahn sich aller aufgenommenen Stoffe entledigt haben und von Neuem zu endosmotischem Austausche fähig sein. Die Schnelligkeit, womit Flüssigkeiten in die Capillargefäße eindringen, ist nicht minder beträchtlich, als die Durchdringung der Lymphgefäße, denn die Häute beider sind gleich dünn und zart gewebt. Wenn aber dieses eine Moment der Aufsaugung dasselbe ist in beiden Arten von Gefäßen, so ist im Gegentheile die Schnelligkeit der Verbreitung der aufgesaugten Stoffe durch den ganzen Körper himmelweit verschieden. In den Lymphgefäßen wird nur langsam der Inhalt nach den Stämmen und dem Milchbrustgange hingeschoben, während die von den Blutgefäßen aufgenommene Substanz in wenig Minuten den ganzen Körper

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

durchläuft, und entweder irgendwo verbraucht, oder von den Absonderungsorganen ausgeworfen wird.

Die Versuche, denen man zu Folge den Lymphgefäßen alle Aufsaugungsfähigkeit absprach, waren in so fern mangelhaft, als man nicht die gehörige Geduld hatte, abzuwarten, bis das bei der langsamen Bewegung der Lymphe nothwendig erst sehr spät sich zeigende Resultat eintrat. Dann aber berücksichtigte man auch den zweiten Faktor der Lymphbewegung, die selbstständige Contraktion der Gefäßwandungen, nicht genug und wählte Substanzen zu diesen Versuchen, welche auf diese Contraktionen einen lähmenden Einfluß ausüben. Das Prinzip, nach welchem die Versuche angestellt wurden, war richtig; Vernachlässigung der Nebenumstände machte das Resultat fehlerhaft. Man stellte die Versuche nämlich in der Art an, daß man die zu einem Gliede oder isolirten Darmstücke gehenden Blutgefäße unterband und nun in eine Wunde oder in die Höhle des Darmes ein starkes narkotisches Gift, z. B. Strychnin oder Opium, brachte. So lange der Kreislauf in dem isolirten Körpertheile unterbrochen war, zeigten sich, auch nach stundenlangem Harren, keine Vergiftungserscheinungen; sobald man aber die Unterbindungsfäden löste und dadurch den Kreislauf wieder herstellte, so zeigten sich auch die dem Gifte eigenthümlichen Wirkungen. Ebenso erschienen Substanzen, die zwar nicht giftig wirkten, aber entweder durch ihre Farbe oder ihre Reaktion sich leicht in kleinen Mengen auszeichnen, nach sehr kurzer Zeit in den Blutgefäßen und erst nach mehreren Stunden in der Lymphe der Stämme und des Milchbrustganges. Aus diesen Versuchen, deren Richtigkeit nicht angefochten werden kann, schloß man nun auf der linken Seite des Rheines etwas übereilt auf die totale Unfähigkeit der Lymphgefäße, Substanzen aufzusaugen, und läugnete somit die ihnen bisher zuerkannte Funktion, an deren Stelle freilich man keine andere zu setzen wußte. Indeß ging man hierin offenbar zu weit; man vergaß, daß nach Fütterung der Thiere mit gewissen Substanzen diese während der Verdauung in den Milchgefäßen nachgewiesen werden können; man vergaß, daß manche Gifte,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und besonders thierische, offenbar durch die Lymphgefäße aufgesaugt werden, wie dieß in solchen Fällen die nachfolgenden krankhaften Erscheinungen auf das Ueberzeugendste darthun. Wie oft erfolgen nach Verwundungen, bei Sektionen faulender oder an bösartigen, zersetzenden Krankheiten verstorbener Leichname schmerzhafte Entzündungen, bei welchen die Lymphgefäße des verwundeten Theiles strangartig anschwellen, hart werden, und wo zuweilen die Entzündung sich in die benachbarten Lymphdrüsen fortsetzt und hier hartnäckige Eiterungen, nicht selten sogar den Verlust des Gliedes oder selbst allgemeine Vergiftung zur Folge hat! Die Vorsichtsmaßregeln gegen solche, leider nur allzu häufige Zufälle und ihre Folgen waren den Anatomen und Physiologen meistens aus eigener, schmerzhafter Erfahrung bekannt, und darum konnte auch die neue Lehre von der Unthätigkeit der Lymphgefäße sich keinen vollkommenen Beifall erringen. Die aus den Versuchen selbst aber gezogenen Schlüsse erhielten bald die bedeutendsten Modifikationen. Die Farbestoffe, die Reagentien, die Nahrungssubstanzen waren stets einige Stunden nach der Aufnahme in den Körper auch im Laufe der Lymphgefäße nachgewiesen worden, und da man anatomisch erhärten konnte, daß keine Verbindung zwischen den Aesten und Zweigen der Lymphgefäße und den Blutgefäßen existirt, so war dadurch der Schluß gerechtfertigt, daß die Lymphgefäße zwar allerdings aufsaugen, aber im Verhältniß zu den Blutgefäßen nur sehr langsam. Daß narkotische Gifte gar nicht von ihnen aufgenommen werden, war um deßwillen erklärlich, weil diese Gifte die Muskularzusammenziehung der Lymphgefäße bei örtlicher Applikation unmittelbar lähmen. Die Berührung dieser Gifte mit der inneren Haut der Lymphgefäße mußte mithin nothwendig die Bewegung in diesen Gefäßen selbst vernichten, indem sie ihre selbstständigen Contractionen lähmte. Noch mehr wirkte aber bei solchen Versuchen, wo man z. B. die Unterleibsaorta unterband und so den Blutlauf in den Hinterfüßen aufhob, die dadurch bewirkte Lähmung des Beines. Wenige Minuten nach dem Verschwinden des Blutlaufes ist die Extremität völlig gelähmt,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bewegungslos und zugleich erkaltet sie nach und nach — wie soll da eine Fortbewegung der Lymphe Statt finden können?

Der Hauptunterschied zwischen den Lymph- und Blutgefäßen hinsichtlich der Aufsaugung beruht demnach in der verschiedenen Schnelligkeit, womit die Stoffe in denselben aufgenommen und weiter geführt werden. Damit ist aber auch zugleich ein fundamentaler Unterschied hinsichtlich der Natur dieser aufzunehmenden Substanzen selbst gegeben, und einzig aus diesem Umstande ist es erklärlich, warum die Blutgefäße hauptsächlich solche Stoffe aufsaugen, welche dem Körper in ihrer Zusammensetzung heterogen sind, und die meist als fremde Stoffe wieder ausgeleert werden, während die Lymphgefäße die eigentlichen Kanäle zur Ueberführung der nährenden Substanzen sind, mögen nun diese von Außen her aufgenommen werden, wie es in dem Darmkanale der Fall ist, oder sich als Ueberschuß bildender Flüssigkeit in den Geweben des Körpers und dem Blute ausgeschieden haben.

Die in dem Darmkanal aufgenommenen Stoffe bilden dort einen Brei, in welchem hauptsächlich Faserstoff, Eiweiß, Fett, Zucker und stärkemehlhaltige Substanzen aufgelöst und mit mancherlei fremdartigen Bestandtheilen und mineralischen Salzen gemengt erscheinen. Dieser Brei ist in beständiger, vielseitiger Berührung mit der Schleimhaut des Darmes, in beständigem Austausche mit den Lymphgefäßen und den Capillarnetzen der Schleimhaut. Die erste Wirkung dieser Berührung wird sein, daß beide Flüssigkeiten sich auf einen gleichen Concentrationspunkt stellen, und daß das Blut entweder, wenn der Speisebrei weniger concentrirt ist, Wasser von ihm aufnimmt, oder aber, im entgegengesetzten Falle, Wasser an ihn abgibt. Da wir meist mehr oder weniger feste Nahrung zu uns nehmen, so wird dadurch das Bedürfniß der Suppen und anderer flüssigen Gerichte, so wie die Nothwendigkeit des Trinkens über Tisch und während der Verdauung leicht erklärlich. Das Blut stellt aber eine Auflösung von Eiweiß und Faserstoff mit mehreren Salzen vor. Sobald der Speisebrei einen ihm gleichen Concentrationsgrad hat, so wird weder Faserstoff noch Eiweiß, mithin keine unmit-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

telbar nährende Substanz mehr vom Blute aufgenommen werden können. Fremdartige Stoffe dagegen, stärkemehlhaltige Substanzen und Salze werden durch schnellen Austausch in das Blut befördert und von diesem stets weiter geführt, so daß bedeutende Quantitäten solcher Stoffe aufgenommen werden können. Ihre Auffaugung hört erst dann auf, wenn das Blut ebenso mit diesen Stoffen gesättigt ist, als die im Darme enthaltene Flüssigkeit; — ein Verhältniß, das um so seltener eintreten muß, als das Blut in den Sekretionsorganen stets wieder eine Ablage für fremdartige Stoffe besitzt. Die Aufnahme der direkt nährenden Stoffe, der Blutbildner, ist demnach nur dann möglich, wenn ungleiche Concentrationsgrade zwischen dem Speisebrei und dem Blute bestehen, die aber bei der Schnelligkeit des Kreislaufes bald ausgeglichen sind.

Anders verhält es sich mit den Lymphgefäßen. Diese füllen sich mit derjenigen Flüssigkeit, welche die Darmschleimhaut und deren Gewebe tränkt. Ob diese Flüssigkeit aus dem Blute oder aus den frisch aufgenommenen Stoffen herstammt, ist völlig gleichgültig; — sie füllen sich damit und führen sie langsam in stetem Zuge in den Kreislauf über. Man kann sich in der That die Bildung des Milchsaftes eben so wohl als einen Akt der Auffaugung wie als einen Akt der Absonderung vorstellen. Wir sahen oben, daß eine jede Darmzotte in ihrer Mitte einen Kanal enthält, der das blinde Ende eines Milchgefäßes ist, und daß dieser Kanal ringsum von den Netzen der Blutgefäße umsponnen ist, die ihrerseits nur von den Zellen des Epitheliums bedeckt sind. Vergleicht man diese Anordnung mit derjenigen der Drüsengänge, so sieht man, daß der Anfang des Milchgefäßes ganz vollkommen dem Anfange eines Drüsenkanales entspricht, der ebenfalls von Blutgefäßnetzen umsponnen ist. Hierzu kommt noch, daß der Milchsaft in ähnlicher Weise, wie alle anderen Drüsenabsonderungen, eine constante Zusammensetzung hat, die nur in engen Grenzen schwankt und nur hinsichtlich des mechanisch beigemengten Fettes Verschiedenheiten zeigt; ganz so wie z. B. der Harn eine constante Zusammensetzung gewahren läßt,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die nur hinsichtlich der beigemengten, von außen eingeführten Salze wechselt. Neuere Untersuchungen stellen freilich die Struktur der Darmzotten, wie man sie bisher gefunden zu haben glaubte, wieder in Zweifel. Hiernach sollen die Cylinderepithelien, welche den Ueberzug der Darmzotten bilden, nicht vollständig geschlossen, sondern nach Außen wie nach Innen, gegen die Darm- wie gegen die innere Höhle nur durch eine zähe Schleimhaut gleichsam zugepfropft sein. So träte dann die im Darmrohr enthaltene Flüssigkeit mit den darin vertheilten Fetttröpfchen durch diese Schleimschichten, durch die Cylinder des Epitheliums und zwischen denselben hindurch in die Masse der Darmzotte und in die Zwischenräume ihres Gewebes, die unmittelbar mit der Centralhöhle communicirten. Diese sämmtlichen Zwischenräume wären demnach wandungslose Chyluswege, ebenso wandungslos wie die Centralhöhle der Zotte, und erst in der Muskelschicht des Darmes erhielten diese Chyluswege eigene Wandungen, die sie dann zu wahren Lymphgefäßen stempelten. Die Anfänge der Milchgefäße in der Darmschleimhaut bestünden demnach aus Zwischenräumen zwischen den einzelnen Formelementen der Zotte, die erst nach ihrer Sammlung zu größeren Stämmchen Wandungen und später Klappen erhielten. Die Bestätigung dieser Beobachtungen ist noch zu erwarten; das Resultat für das Leben und seine Oekonomie bleibt indessen durchaus dasselbe, wie man auch die Funktion der Lymphgefäße ansehen möge. Bekommt der Mensch keine Nahrung oder nur solche, welche kein Eiweiß, keinen Faserstoff enthält, so müssen diese Stoffe mit dem Blutwasser aus den Gefäßen treten, das Gewebe der Schleimhaut tränken und in den Bereich der Lymphaufsaugung fallen. Erhält der Organismus dagegen eine an blutbildenden Stoffen reiche Nahrung, so werden diese in dem Darmkanale aufgelöst und durch die von ihnen durchtränkte Schleimhaut den Milchgefäßen zugeführt werden. Bei hungernden, wie bei wohlgefütterten Thieren wird daher der Chylus und die Lymphe einen etwa gleichen Gehalt an blutbildenden Stoffen bieten, denn die tränkende Ernährungsflüssigkeit bleibt in beiden

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Verhältnissen etwa dieselbe hinsichtlich ihrer Zusammensetzung. Daß aber andere fremdartige Substanzen nur in sehr geringer Menge in den Chylus und die Lymphe aufgenommen werden, dieses ist leicht aus der Schnelligkeit ihrer Wegschaffung mittelst der Blutgefäße erklärlich. Bis nur eine einigermaßen bemerkliche Quantität dieser Stoffe in der trägen Bewegung der Lymphe fortgerückt und nach den Stämmen hin bewegt ist, haben die Blutgefäße schon die ganze Masse des fremden Stoffes aufgeräumt.

Als Resultat unserer Untersuchungen über die Aufsaugung bleibt demnach festgestellt: die Lymphgefäße sind die beständige stete Zufuhrquelle der blutbildenden Bestandtheile und des Fettes, die Blutgefäße dagegen der Aufsaugungsapparat für alle in ihrer Zusammensetzung dem Blute selbst noch fremdartigen Stoffe. Es stimmt dies Resultat, wie man sieht, vortrefflich mit der anatomischen Einrichtung, welche das von dem Darme kommende Blut erst durch den Läuterungsapparat der Leber gehen läßt, während die durch die Milchgefäße zugeführten Bestandtheile unmittelbar in den Strom der Cirkulation ergossen werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Achter Brief.

Die Ernährung.

Vor länger als zweihundert Jahren erschien in Venedig ein Buch, betitelt: de medicina statica aphorismi. Dem Titelblatte gegenüber sah man „in Holzschnitts-Gloria“ den Verfasser, den ehrwürdigen Sanctorius, wie er auf einer Wage saß, die zugleich sein Studirzimmer, Schlafkabinet und heimliches Gemach war. Monate und Jahre lang saß so der würdige Doktor auf seiner Wage und erzählte nachher der gelehrten Welt, wie viel an Nahrungsmitteln er eingenommen, wie viel an sichtbaren Auswurfsstoffen, Koth und Harn er davon wieder ausgegeben, und wie viel in luftförmiger Gestalt durch Athmung und Ausdünstung von ihm gegangen sei. Es war ein erster Versuch, wie man sieht, über die Oekonomie des Körpers doppelte Buchhaltung zu führen; — ein Versuch, der sich freilich nur auf die Bilanz der Kasse beschränkte, auf Einnahme und Ausgabe; die ganze verwickelte innere Geschäftsführung aber gänzlich außer Augen ließ. Merkwürdig aber ist es, daß schon in so früher Zeit, beim ersten Wiedererwachen der Wissenschaften in Italien, Versuche angestellt wurden, welche auf der Erkenntniß beruhten, daß die Materie überhaupt unzerstörbar sei, und daß in dem Körper weder Neubildung noch Zerstörung, sondern nur Umsatz und Umgestaltung des Stoffes stattfinde.

Von Zeit zu Zeit wurden Versuche ähnlicher Art wiederholt, je nachdem das Bedürfniß der fortschreitenden Wissenschaft sie nöthig machte. Man suchte mehr und mehr die Fehlerquellen zu vermeiden und den Versuch selbst auf sichere Grundlagen zu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stellen. Vergleichende Versuche mit Thieren, bei welchen man die äußeren Umstände mehr in der Gewalt hat, dienten zur Controllirung dieser Versuche, die freilich keine tiefere Einsicht in den Stoffwechsel selbst geben können, wohl aber eine allgemeine Uebersicht gestatten, die zur Benutzung anderer Kenntnisse nützliche Fingerzeige giebt.

Die neuesten Versuchsreihen, beiläufig bemerkt, alle von kleinen, hageren Menschen angestellt, die nicht einmal viel mehr als hundert Pfund wogen, ergaben etwa folgende Resultate. Bei der Athmung wird Sauerstoff aufgenommen; die Einnahmen bestehen demnach aus Speise und Trank und aus einer gewissen Menge Sauerstoff, der aus der Atmosphäre eingeführt wird. Die Menge dieses letzteren beträgt etwa $1/3$ bis $1/4$ der eingenommenen Nahrungsmittel. Die Ausgaben bestehen aus Koth und Harn, oder den merklichen Entleerungen, deren Gesammtsumme etwa $1/3$ bis $2/5$ der gesammten Ausgaben beträgt, und wovon der Koth $1/20$ höchstens nimmt, während die weit bedeutendere Menge für den Harn bleibt. Die unmerklichen Ausgaben bestehen aus der beim Athmen entfernten Kohlensäure, die $1/4$ bis $3/10$ der Gesammtsumme beträgt, und aus dem durch Lungen und Haut verdünsteten Wasser, das ebenfalls etwa $1/3$ ausmacht. Theilt man demnach die sämmtlichen Ausgaben in 3 Theile, so fällt etwas über $1/3$ auf Koth und Harn, die übrigen nicht völligen $2/3$ auf Kohlensäure und Wasser; und der Koth beträgt verhältnißmäßig so wenig, daß ein Beobachter seinen Werth bei einer Compagnie Soldaten etwa dem Werthe des außerhalb der Menage genossenes Wurstbrodes, Bieres und Branntweins gleichstellen konnte. Dem deutschen Soldaten aber, diesem Kerne der Nation, bleibt wohl nur wenig zu solchen Ausgaben übrig; — dafür ist gesorgt. Für die gewöhnliche Einsicht hat diese geringe Menge der Excremente schon etwas Ueberraschendes; wir sind dermaßen gewöhnt, das Wasser der Einnahmen wie der Ausgaben unbemerkt zu lassen, daß gewiß jeder Laie auf die Frage: welche von beiden Ausleerungen, Koth oder Harn, ihm die bedeutendere scheine, unmittelbar die erstere als die bei

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

weitem größere angeben wird. Das Verhältniß bleibt aber auch bei den Thieren dasselbe wie bei dem Menschen. Ueberall ist die Kothausgabe verhältnißmäßig die unbedeutendste, und es ergiebt sich schon aus dieser einfachen Betrachtung, wie sehr Unrecht wir thun, wenn wir bei Ansammlung der zur Düngung dienenden Produkte des Thierreiches die wässerigen Ausleerungen vernachlässigen. Es ist leicht nachzuweisen, daß das Abführen der Cloaken in fließendes Wasser der menschlichen Gesellschaft mehr Stoff entzieht, als das Mißrathen einer Erndte.

Das gegenseitige Verhältniß der Ausgaben wechselt außerordentlich, je nach verschiedenen Nebenumständen. Alle Bedingungen, welche die Athmung beschleunigen oder hinterhalten, erhöhen oder erniedrigen in derselben Weise die Ausscheidung der Kohlensäure, deren Verhältniß zu den übrigen Ausgaben deßhalb im Schlafe am geringsten, nach der Mahlzeit oder bei anhaltender Bewegung am größten ist. Das Wasser in Schweiß und Harn steht in beständigem Wechselverhältniß zu einander, wodurch die unmerklichen Ausgaben so veränderlich werden, daß sie bis zum Fünffachen sich erhöhen können. Bei ruhigem Sitzen verlor ein Beobachter in der Stunde vor Tische, wo er hungerte, 30 Gramm, während er beim Bergeklettern und starkem Schwitzen 133 Gramm in derselben Zeit durch Athmung und Ausdünstung verlor. Nicht minder wirkt die Temperatur ein, und im Winter verliert man deßhalb bedeutend mehr durch die merklichen Ausleerungen, während im Sommer das umgekehrte Verhältniß Statt findet.

Während der größten Zeit seiner Existenz bleibt der Mensch etwa auf demselben mittleren Körpergewicht stehen, geringere Schwankungen abgerechnet, die sich meistens schon im Laufe mehrerer Tage ausgleichen. In der Jugend dagegen nimmt der Körper täglich zu, sein Gewicht steigert sich bis zum vollendeten Wachsthum, es muß demnach ein Mißverhältniß zwischen Einnahmen und Ausgaben zu Gunsten der ersteren Statt finden. Umgekehrt verhält es sich im Alter, wo die Ausgaben überwiegen,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Körper allmählich von seinem Gewichte zurücksinkt und das Leben endlich unter diesen ungünstigen Bedingungen erlischt.

Dasselbe Ueberwiegen der Ausgaben gegen die Einnahmen führt das Erlöschen des Lebens beim Hungern oder bei unzweckmäßiger Nahrung herbei. Man hat Gelegenheit gehabt, bei Unglücksfällen, wie z. B. auf Schiffen oder bei Verschüttungen, wo das Athmen möglich blieb, die Erscheinungen zu beobachten, welche bis zum Hungertode auftreten. Sie beruhen einerseits auf gänzlicher Abmagerung, d. h. auf gänzlichem Verbrauche des Fettes und dann auch der übrigen Organe, andererseits auf Krankheitserscheinungen, die erst in Ueberreizung, dann in Apathie ihren Grund haben. Bei gänzlicher Entziehung von flüssigen wie festen Nahrungsmitteln treten zuerst Entzündungserscheinungen in Mund und Rachen auf, bedingt durch die Austrocknung der ausdünstenden Theile. Diese Erscheinungen steigern sich zu wirklichen Entzündungen im Magen und Darm, womit außerordentliche Aufregung des Nervensystemes verbunden ist. Während dieses Zeitraumes sind die Ausgaben verhältnißmäßig am geringsten, indem das ganze Spiel der Organe darauf berechnet ist, auf eigene Kosten hauszuhalten. Dann kommt die Periode der Erschlaffung. Die anfänglich oft bis zum Wahnsinn gesteigerte Hirnreizung geht in Stumpfsinn und Schlafsucht über; der anfangs harte, zusammengezogene und schnelle Puls wird langsam und schleichend; die Wärme nimmt ab; — und so erlischt endlich unter stetem Sinken aller Funktionen das Leben. Daß die Ausgaben im Allgemeinen bedeutend sinken, kann man schon daraus erschließen, daß im normalen Zustande dieselben bedeutend genug sind, um in 7 Tagen etwa so viel zu betragen, als das Gesammtgewicht des Körpers ausmacht, während doch Beispiele vorliegen, daß die gänzliche Entziehung aller Nahrung länger als 14 Tage ertragen wurde, während welcher Zeit bei normalen Ausgaben der ganze Körper 2mal hätte aufgebraucht werden können. Im Ganzen hat man bemerkt, daß ein Säugethier dem Hungertode erliegt, wenn es etwa $^2/_3$ seines Körpergewichtes verloren hat, daß aber junge Thiere bei weitem früher

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

erliegen, als erwachsene. Hunde von 4 Tagen starben schon nach 2 Tagen am Hungertode, während sechsjährige Hunde noch am 30. Tage lebten. Bei einer Vergleichung des Verlustes der verschiedenen Organe durch den Hungertod fand sich das merkwürdige Resultat: daß das Fett fast gänzlich bis auf sehr geringe Spuren aufgezehrt wird, das Centralnervensystem dagegen, obgleich wesentlich aus Fett bestehend, den allergeringsten Verlust erleidet, selbst weniger als Knochen und Knorpel, die doch dem ersten Anschein nach einen bedeutenderen Widerstand entgegensetzen mußten. Sehr leicht begreiflich ist es, daß diejenigen Organe, welche mit Blut besonders aufgeschwemmt sind, wie Leber, Milz, und auch das Blut selbst, durch Verdunstung und Verringerung der Blutmasse einen wesentlichen Verlust erleiden, während Nieren und Lungen, die ihrer Funktion gemäß beständig durchtränkt sind, weit geringere Verluste erdulden. Die Muskeln stehen etwa in der Mitte; sie verlieren bis zum völligen Hungertode nicht ganz die Hälfte ihres Gewichtes.

Es geht aus diesen Untersuchungen klar hervor, daß der Lebensprozeß des Organismus zugleich ein beständiger Zerstörungsprozeß ist, und daß das thierische Leben nur möglich ist durch die Zufuhr von Außen. Das ganze Leben beruht nur auf der Außenwelt — die vegetative Seite auf der Zufuhr von Außen, die animalische auf den Eindrücken von Außen — weder auf materiellem, noch auf geistigem Gebiete (wenn man beide unstatthafter Weise trennen will) schafft das organische Leben etwas Neues, sondern wandelt nur das Gebotene und Aufgenommene in neue Form. Die Maschine eines jeden thierischen Organismus ist so eingerichtet, daß sie sich selbst beständig zerstört, und eben so gut wie das Leben zu Grunde gehen muß, wenn die durch den Stoffwechsel geschaffenen Zerstörungsprodukte nicht aus dem Körper geschafft werden; eben so gut geht es auch zu Grunde, wenn ihm die Stoffe nicht geboten werden, die das Zersetzte wieder zu erneuern im Stande sind. Darum kann es auch nicht auffallen, wenn jede einseitige Nahrung, die nicht im Stande ist, sämmtlichen Ausgaben des Körpers zu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

genügen, eben so sicher zum Tode führt, als die Entziehung der Nahrung selbst. Man hat den Versuch gemacht, Tauben so zu ernähren, daß ihnen zwar alle Stoffe geboten wurden, welche zur Erhaltung der organischen Bestandtheile ihres Körpers nöthig waren, daß aber alle anorganischen Substanzen, Salze, Kalk u. s. w. gänzlich aus dieser Nahrung entfernt waren. Die Tauben starben, freilich nach verhältnißmäßig längerer Zeit, mit allen Erscheinungen des Hungertodes, und nach dem Tode fand man ihr Skelett knorpelig erweicht, stellenweise durchlöchert, seiner festen Bestandtheile theilweise beraubt. Hunde, die man mit reinem Faserstoffe oder reinem Eiweiß nährte, starben am Hungertode, der freilich deßwegen länger hinausgeschoben wurde, weil das im Organismus befindliche aufgehäufte Fett, das nach und nach in den Verbrauch gezogen wurde, die mangelnde Zufuhr von Fettbildnern eine Zeit lang ersetzte. Hunde endlich, die mit reinem Fett, mit Stärke, Zucker, Gummi, oder andern Fettbildnern ernährt wurden, starben ganz in derselben Zeit, wie wenn man ihnen alle Nahrung entzogen hätte. Ein Beispiel dieser Art ist auch von dem Menschen bekannt. Der englische Arzt Stark machte Versuche über die Nährkraft des Zuckers an sich selbst, und es gelang ihm, sich durch reine Zuckernahrung so weit dem Tode entgegen zu führen, daß, als sein Zustand bekannt wurde, keine Rettung mehr möglich war.

Aus diesen Beobachtungen schon geht hervor, daß der Körper verschiedenartige Stoffe erhalten muß, deren Gesammtmenge gewissermaßen die Gesammtzusammensetzung des Körpers wiederholen muß, in der Weise, daß bei gleich bleibendem Körpergewichte die Ausgaben durch die Einnahmen gedeckt werden. Könnten wir diesen Ersatz so einrichten, daß gerade diejenigen Gewebe, die wir verbrauchen, uns in derselben Menge geboten würden, und zwar in aneignungsfähigem Zustande — keine Frage, daß das Leben des Individuums unendlich dauern müßte. Der Grund des nothwendigen Todes liegt in der steten Selbstzerstörung des Organismus, dessen Verluste wir nicht unmittelbar und in geeigneter Weise ersetzen können, in keinem inneren

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Verhältnisse. Es kann demnach auch keine Frage sein, daß bei annähernd richtigem Ersatze des Verlustes die Lebensdauer des Individuums nicht nur, sondern auch die mittlere Lebensdauer der menschlichen Gesellschaft überhaupt verlängert werden könne — daß also Verbesserung des materiellen Zustandes, der Volksernährung, auch das Leben des Volkes im Ganzen kräftigen und verlängern müsse. Um aber zu einer Lösung der so gestellten Frage zu gelangen, von welcher in letzter Instanz Wohl und Wehe der ganzen menschlichen Gesellschaft abhängt, muß man dieselbe in ihre Elemente zerlegen. Man mußte sich die Frage stellen, welches denn die Stoffe seien, die aus dem Körper als letzte Produkte des Stoffwechsels ausgeführt werden, in welcher Quantität diese Stoffe den Körper verlassen und welche Menge davon es zum Ersatze dieses Verlustes bedürfe. Man mußte sich nun sagen, daß allerdings das Endresultat aller chemischen Operationen im Körper darin bestehe, daß neben einer gewissen Quantität von Kohlensäure und Wasser als letzter Verbrennungsprodukte eine stickstoffreiche Substanz, der Harnstoff, abgeschieden werde, und daß somit die sämmtlichen Ernährungserscheinungen zuletzt darin ihr Ende finden, daß eine gewisse Quantität des eingeführten Kohlenstoffes und Wasserstoffes verbrannt, eine geringere verhältnißmäßige Menge aber mit der ganzen Menge des Stickstoffes in Form von Harnstoff ausgeschieden werde. Die Menge der abgesonderten Kohlensäure, Wasser und Harnstoff war also in letzter Potenz das Maß des Stoffwechsels und das Maß der Nothwendigkeit für die Einführung einer entsprechenden Menge von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Da nun der Harnstoff stets genau dieselbe Zusammensetzung hat und offenbar ein Produkt des Umsatzes der blutbildenden Stoffe ist, so glaubte man weiter schließen zu dürfen, daß der Stickstoffgehalt der Ausscheidungen überhaupt den Maßstab für die Stoffumsetzung der blutbildenden Bestandtheile des Körpers gebe, und daß demnach der Werth der Einfuhr für die Ernährung der größeren Masse des Körpers,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die ja aus eiweißartigen Körpern zusammengesetzt ist, nach dem Gehalte an Stickstoff berechnet werden könne.

Man hat dieser Betrachtungsweise mit Recht vorgeworfen, daß sie auf ganz falschen Grundlagen basirt sei, und daß man namentlich daraus keinen Rückschluß auf die im Körper stattfindenden Vorgänge machen könne. Man kann keine Vorstellungen haben von den Arbeiten, die in einem chemischen Laboratorium vorgenommen werden, sagte man, wenn man auch weiß, wie viel Pfunde Wasser, Schwefelsäure, Kohle, Pottasche, Kalk, durch die Thüre eingetragen, und wie viel Pfunde Kohlensäure und Wasser durch den Schornstein, wie viel an Wasser und anderen Stoffen durch das Kehrichtfaß entleert werden. Dies ist vollkommen richtig, aber nichts desto weniger haben Betrachtungen dieser Art dennoch einen gewissen Werth, wenn sie sich auf ein Laboratorium beziehen, das nur bestimmte Produkte liefert und nur bestimmte Produkte verarbeitet. Der Chemiker, der einer Schwefelsäurefabrik vorsteht, giebt sich vollkommene Rechenschaft über den Gang derselben, wenn er weiß, wie viel Schwefel, Salpeter und Brennmaterial verbraucht und wie viel Schwefelsäure erzeugt wurde. Wir haben aber aus der Betrachtung der Nahrungsmittel gesehen, daß der Körper im Ganzen nur mit wenigen Stoffen arbeitet, die ihm in den Nahrungsmitteln geboten werden, und daß er ebenso nur wenig, in ihrer Zusammensetzung stets gleich bleibende, Substanzen ausscheidet. Wenn zwei als Nahrung angebotene Substanzen denselben Blutbildner enthalten, so wird ihr Stickstoffgehalt proportional sein der Menge dieses Blutbildners, und demnach auch im Verhältniß stehen zu dem Werthe, welchen sie für die Ernährung der eiweißartigen Stoffe des Körpers haben.

Es ist indeß vollkommen richtig, daß dem Nahrungsbedürfnisse nur selten Stoffe dieser Art angeboten werden, sondern verschiedenartig zusammengesetzte Substanzen, noch obenein in sehr verschiedenen Graden der Löslichkeit, die ein wesentliches Moment für den Werth eines Nahrungsmittels überhaupt giebt. Frisches Buchenholz enthält fast genau die nämliche Menge von

Eiweißstoffen und blutbildenden Bestandtheilen, als Reis, und es wird dennoch keinem vernünftigen Menschen einfallen wollen, Reisbrei durch geraspeltes Buchenholz zu ersetzen. In dem einen sind die Bestandtheile leicht löslich, in dem andern durch Umhüllung mittelst Holzfaser gänzlich unlöslich. Deßhalb bestanden wir auch bei der Untersuchung über die Nahrungsmittel zu wiederholten Malen auf der Nothwendigkeit der Zuführung gemischter Nahrungsmittel, bestimmter Gruppen, welche in dem Körper durch verschiedene Metamorphosen ihrem endlichen Ziele entgegen geführt werden. Alle diese einzelnen Veränderungen umfaßt der Ernährungsprozeß im Ganzen. Er resumirt gewissermaßen die ganze vegetative Seite des thierischen Lebens, und wenn wir ein Bild desselben aufzurollen versuchen, so setzt sich dieses aus den einzelnen Thatsachen zusammen, deren wir oben erwähnten.

Eine der ersten Fragen, die sich aufwirft, ist die: Giebt es Substanzen, welche, wenn gleich in die Cirkulation aufgenommen, dennoch nicht zum Ersatz verbrauchter Körperbestandtheile verwendet, sondern durch unmittelbare Verbrennung aus dem Körper wieder ausgeschieden werden? Man könnte sich den Körper des Erwachsenen als eine gegebene Masse von bestimmter Zusammensetzung und Gewicht vorstellen, welche den zerstörenden Einflüssen der Außenwelt, und besonders der Oxydation durch den Sauerstoff der eingeathmeten Luft, entzogen werden soll. Wäre diese Körpersubstanz etwas unwandelbar Gegebenes, Unveränderliches, so könnte der Zweck nur dadurch erreicht werden, daß man überall die Gewebe vor dem Einflusse des einwirkenden Sauerstoffes schützte, indem man diesen vorher durch Zuführung fremder Stoffe bände. Alle eingeführten Nahrungsmittel wären, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, Athemmittel oder, besser gesagt, Ausgabenmittel, d. h. Substanzen, bestimmt die Ausgaben des Körpers zu decken, ohne daß der Capitalstock der vorhandenen Körpersubstanz angegriffen würde.

Man sieht auf den ersten Blick, daß eine solche Ansicht der Natur nicht entsprechen würde; daß vielmehr die eingenom-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

menen Substanzen, wenigstens ihrem größten Theile nach, zum Wiederaufbau der zerstörten Körpersubstanz benutzt werden müssen; daß demnach die tägliche Einfuhr nicht der gleichzeitigen Ausgabe entspricht, sondern, um mich des Bildes weiter zu bedienen, eine Zeit lang in Cassa bleibt, bis eine spätere Ausgabe aus ihr hervorgeht. Nichts desto weniger ist es dennoch wahrscheinlich, daß ein kleiner Bruchtheil der eingenommenen Substanzen unmittelbar, ohne zum Wiederaufbau der Gewebe benutzt zu werden, durch Verbrennung wieder ausgestoßen wird. Wir erwähnten oben der exceptionellen Stellung der Leber, aus der uns der Schluß hervorging, daß ein Theil der Galle in der Leber selbst gebildet werde. Wir erwähnten besonders noch der Zuckerbildung, deren Sitz die Leber ist, und wir zeigten, daß dieser Zucker, den die Lebervenen in den allgemeinen Blutstrom überführen, in der Lunge wieder verschwindet. Diese Thatsachen bieten offenbar einen sicheren Haltpunkt und weisen auf das Ueberzeugendste nach, daß ein gewisser Bruchtheil der eingenommenen Substanzen, ohne eine Zwischenformung in den Geweben durchzumachen, eine rein chemische Metamorphose in dem Kreislaufe erleidet und nach dieser Metamorphose ausgeschieden wird. Wahrscheinlich ist es, daß bei Pflanzenkost und gemischter Nahrung diese chemische Umwandlung nur die mit dem Zucker zunächst verwandten Stoffe, die stärkemehlartigen Substanzen, betrifft. Da aber auch bei reiner Fleischnahrung die Zuckerbildung in der Leber stattfindet, so ist es klar, daß auch eiweißhaltige Substanzen in solcher Weise als Schutzmittel gegen den Eingriff des Sauerstoffes verwendet werden können. Leider besitzen wir noch kein Maß, um die Menge des auf diese Weise unmittelbar bereiteten Zuckers, also den Bruchtheil der als Schutzmittel verwendeten Nahrung, bestimmen zu können. Und wenn man auch behaupten könnte, daß die Menge der abgesonderten Galle ein solches Maß zu liefern im Stande sei, so müßte doch eine solche Behauptung genauer erhärtet werden. Es ist wahrscheinlich, daß im gesunden Zustande dieses Maß ein bestimmtes ist, welches im Verhältniß zu der Körpermasse steht und nur geringen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schwankungen unterworfen ist. Jedenfalls bildet es aber nur einen kleinen Theil des wirklichen Umsatzes der eingenommenen Nahrungsmittel, während der größte Theil derselben zum Wiederaufbau der abgenutzten Körpersubstanz verwendet, und, wenn Ueberschuß vorhanden ist, als Reservefonds besonders in der Gestalt von Fett niedergelegt wird.

Schon oben machten wir darauf aufmerksam, daß in allen Flüssigkeiten des Körpers, in allen festen Bestandtheilen desselben auch dann noch Fett enthalten ist, wenn dasselbe nicht in besonderer Form nachweisbar ist. Dieses chemisch gebundene Fett, welches einen integrirenden Bestandtheil speziell morphologisch ausgebildeter Gewebe macht, bildet natürlich eine constante Größe, die im Verhältniß zu der Masse dieser Gewebe steht, und die, wie wir aus den Resultaten der Versuche über das Verhungern sahen, mit äußerster Hartnäckigkeit der Verzehrung widersteht. Anders verhält es sich mit demjenigen Fette, welches in eigener Form, in Gestalt von Bläschen, die mit Zellhüllen umgeben sind, in den Zwischenräumen der Gewebe und namentlich unter der Haut, in dem Gekröse und den Netzen, sowie zwischen den Muskeln abgelagert ist. Die Menge dieses Fettes bildet eine äußerst variable Größe. Sie steigt mit dem übermäßigen Gebrauche fettbildender Nahrungsmittel und sinkt wieder bei mangelnder Einnahme. Die Abmagerung, mag sie nun durch Hunger oder durch andere Ursachen bewirkt werden, betrifft immer zuerst diesen Reservefonds, welcher bis auf die Neige verzehrt wird, während die anderen Gewebe in weit geringerem Grade angegriffen werden. Nichts desto weniger bleibt auch hier stets ein kleiner Rest und zwar an solchen Stellen, wo dieses frei angehäufte Fett eine nothwendige Bedingung der Funktion ist, wie z. B. in der Augenhöhle, wo die Bewegungen des Augapfels ohne das vorhandene Fettpolster nicht Statt finden könnten. Der größte Theil des Fettes aber wird ohne Zweifel unmittelbar verbrannt und in Form von Kohlensäure und Wasser nach Außen geführt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Betrachtet man die Ausgaben eines hungernden Thieres, so sieht man leicht, daß dieselben nicht einzig durch Verzehrung des aufgespeicherten Fettes gedeckt werden können. Die Ausscheidung einer bestimmten Quantität Harnstoff, der nothwendig das Resultat der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen sein muß, dauert auch bei dem Hungern beständig fort. Es muß somit beständig eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Substanzen des Körpers zersetzt werden. Das Maß dieser Zersetzung bleibt sich in den ersten Tagen des Hungers ziemlich gleich, und hierauf gestützt hat man eine Unterscheidung zwischen derjenigen Menge von Nahrungsstoffen, welche zur Deckung des Verlustes beim Hungern nöthig ist, und derjenigen, die darüber hinaus aufgenommen wird, versucht. Man hat diese letztere Menge von Nahrungsmitteln, die über den zur Deckung des Verlustes beim Hungern nothwendigen Verbrauch hinausgehen, den Luxusverbrauch genannt. Es giebt aber kein Thier, bei welchem nicht ein Luxusverbrauch in diesem Sinne stattfände. Und es wäre doch wahrlich der Begriff des Luxus zu weit ausgedehnt, wenn man behaupten wollte, daß der Proletarier bei der unzureichenden und unzweckmäßig gemischten Nahrung, die er sich mit größter Mühe verschafft, auch noch obendrein dem Luxus huldige. Denn besser würde es sein, nur denjenigen Verbrauch als Luxusverbrauch zu bezeichnen, der entweder zum Aufspeichern des Reservefonds von Fett in dem Körper dient, oder aber in den Verdauungsorganen nicht bewältigt und unverarbeitet abgeschieden wird. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die reicheren Schichten der menschlichen Gesellschaft nicht nur mehr consumiren, als sie zum Ersatz ihres Stoffwechsels nöthig hätten, mehr, als sie in Form von Fett aufspeichern können, sondern daß sie auch überhaupt mehr einnehmen, als die Verdauungsorgane zu bewältigen im Stande sind. Da nun dieses Mehr auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile ihrer Nahrung beschlägt, so ist der Koth solcher Luxusconsumenten gewiß weit reicher an Stickstoff, als derjenige der ärmeren Klassen, die mit größtem Aufwande an Verdauungskraft aus Kartoffeln, Rüben und ähnlichem Zeuge

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die wenigen blutbildenden Substanzen ausziehen müssen, die darin enthalten sind. Wenn auch vergleichende chemische Untersuchungen in dieser Hinsicht fehlen, so hat doch die Praxis in denjenigen Ländern, in welchen der Menschenkoth fast alleiniges Düngungsmittel ist, das Richtige zu finden gewußt. So pflegen in Nizza die Ackerbauer den Inhalt der Abtrittsgruben zu kaufen, deren Werth man nach der Zahl der Hausbewohner berechnet. Der Inhalt der Kasernenabtritte wird aber durchschnittlich nur halb so theuer bezahlt, als derjenige der Häuser, die von den reichen Fremden bewohnt sind. Für einen Soldaten, dessen Koth fast nur stickstofflose Substanzen enthält, zahlt der Bauer eine jährliche Rente von 4 bis 5 Franken an den Grubenbesitzer, für einen fremden Luxusconsumenten hingegen, der eine Menge Stickstoff unbenutzt durch seinen Körper hindurchjagt, findet man 8 bis 10 Franken nicht zu viel.

Will man die in dem Körper vor sich gehenden Metamorphosen verfolgen, so müssen zwei verschiedene Untersuchungsmethoden mit einander Hand in Hand gehen. Einerseits die chemische, welche die Umsetzung der Stoffe an sich verfolgt und nachzuweisen versucht, durch welche Zwischenstufen z. B. das Eiweiß durchgehen müsse, das sich vielleicht bei dem Verbrauch innerhalb des Körpers zuerst in Harnstoff und Gallenbestandtheile spaltet, und dann durch Verbrennung der letzteren auch zu dem Athemprozesse sein Contingent liefert. Durch Berechnung aus der Gallenmenge, die in 24 Stunden ergossen wird, hat man gefunden, daß etwa 5 Prozent der Ausgaben von Stoffen herrühren, welche in der angegebenen Weise eine Zwischenmetamorphose in der Leber erfahren, und daß dieser Zwischenkreislauf durch die Leber hauptsächlich die kohlenstoffhaltigen Substanzen, sowie den Schwefel der eiweißstoffigen betrifft, während die übrigen 95 Prozent durch direkten Stoffwechsel innerhalb des Bereiches des großen Kreislaufes ihrem Endziele entgegen geführt werden. Die Feststellung der Zwischenstufen aber, welche die chemischen Körper durchlaufen, ist eine wesentliche Aufgabe der heutigen physiologischen Chemie, und deßhalb

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

besonders erschwert, weil dieselbe in mikroskopischen Formelementen vor sich geht, und Stoffe erzeugt, deren Reaktionen zu unsicher sind, um in solchen kleinen Mengen gehörig erkannt werden zu können. Es würde uns zu weit führen, wollten wir auf diejenigen chemischen Metamorphosen näher eingehen, die bis jetzt untersucht und gekannt sind, zumal da noch viele Lücken in dieser Kenntniß aus dem angegebenen Grunde sich finden.

Viele Schwierigkeiten stellen sich auch der Erkenntniß der Umbildung in den Formelementen des Körpers entgegen. Die Deutung der einzelnen Gestaltänderungen, welche man an diesen Formelementen bemerkt, ist meist zweifelhaft, da man oft nicht weiß, ob sie der Neubildung oder dem Zerfallen angehören. Die Veränderungen selbst sind oft so gering, daß man nicht sicher ist, ob sie durch den Lebensprozeß selbst, oder durch die Behandlung des Gegenstandes erzeugt sind.

Man glaubte in den festen Organen des Körpers, in den Knochen und Zähnen, ein Mittel gefunden zu haben, der Ernährung Schritt für Schritt nachzugehen. Man hatte beobachtet, daß nach Fütterung mit Krapp und Färberröthe die Knochen, besonders junger Thiere, sich mehr oder minder intensiv roth färbten. Fütterte man nun abwechselnd mit der Nahrung während einiger Zeit Krapp und ließ nachher denselben weg, so fand man auf Durchschnitten der Knochen abwechselnd rothe und weiße Ringe, die den einzelnen Fütterungsperioden entsprachen. Diese Schichten sollten allmählich von Außen, von der Beinhaut aus, nach Innen gegen die Markhöhle rücken und dort verschwinden. Diese Wanderung sollte nach der Meinung einiger Forscher den besten Beweis dafür ablegen, daß die Knochenelemente in einem beständigen Umsatze sich befänden, durch welchen von der Beinhaut aus stets neue Schichten abgesetzt würden, während von der Markhöhle aus eine beständige Aufsaugung einwirke. Bei der Umlegung von Platindrähten oder Plättchen, die man zwischen die Beinhaut und den Knochen schob, fand man ein ähnliches Resultat. Diese Körper wanderten allmählich von der Außenseite des Knochens nach Innen und gelangten

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zuletzt in die Markhöhle, ohne daß man eine Verdickung des Knochens bemerkt hätte. Wären die Verhältnisse so einfach, wie die ersten Versuche sie darzustellen schienen, so hätte man allerdings hier ein genaues Zeitmaß für den Stoffwechsel in den Festgebilden sich verschaffen können. Man mußte sich aber bald überzeugen, daß die rothe Färbung der Knochen daher rühre, daß der in dem Blute kreisende Farbestoff mit dem phosphorsauren Kalke der Knochen eine schwer lösliche Verbindung eingeht, die allmählich bei dem Aufhören der Krappfütterung von dem Blute wieder ausgewaschen wurde, ohne daß das Knochengewebe selbst bei diesem Prozesse eine sichtbare Aenderung erleide. Diese Auswaschung mußte natürlich am stärksten da stattfinden, wo das meiste Blut cirkulirte, ebenso wie auch der Absatz in den blutreichen Stellen der Knochen am stärksten sein mußte, und da dieses in der Nähe der Beinhaut der Fall ist, so wurde die Schichtenbildung ganz einfach durch den abwechselnden Absatz und die Wegschwemmung des Farbestoffes bedingt. Das Knochengewebe selbst aber erschien in seinen Formelementen nur äußerst wenig wandelbar, und aus den schon erwähnten Fütterungsversuchen mit Substanzen, die keine Aschenbestandtheile enthalten, geht deutlich hervor, daß der Umsatz in ihm nur sehr gering ist und verhältnißmäßig langer Zeiträume bedarf.

So ward man denn wieder auf die weichen Theile hingewiesen, an denen freilich einen bestimmten Maßstab herzustellen nicht leicht war. Von vorneherein muß man sich sagen, daß in dem Blute, welches allen Umsatz vermittelt, auch in der That der stärkste Umsatz stattfinden müsse, und es war wahrscheinlich, daß die Blutkörperchen keine unveränderlichen Größen, sondern einem beständigen Prozesse der Umbildung unterworfen seien. Man sah in der Lymphe mit dem Aufsteigen durch den Milchbrustgang und dem Annähern an die Blutbahn selbst die Körperchen stets mehr sich röthen und den Blutkörperchen ähnlich werden. Man glaubte in den Blutkörperchen selbst manche Vorgänge zu sehen, die man auf ein allmähliches Zerfallen derselben zu deuten suchte. Man glaubte endlich in der Leber und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

in der Milz die Organe gefunden zu haben, in welchen die Einen, wie sie sich auszudrücken beliebten, die Blutkörperchen massenhaft zu Grunde gehen ließen, während Andere wieder dieselben Erscheinungen, die man als den Todesprozeß der Blutkörperchen auffaßte, in umgekehrter Reihenfolge als die verschiedenen Momente ihrer Entstehung deuteten. Bei der Kleinheit der menschlichen Blutkörperchen und ihrer großen Empfindlichkeit gegen Reagentien konnte man über solche Punkte lange streiten, ohne ins Reine zu kommen. Aber ein Resultat mußte doch gefunden werden, denn man hatte sich auf das Deutlichste durch Zählungen überzeugt, daß in der That der Regenerationsprozeß der Blutkörperchen mit der Nahrungsaufnahme gleichen Schritt halte. Drei bis vier Stunden nach dem Mittagsmahle fand man die höchste Verhältnißzahl, sechs bis sieben farblose Lymphkörperchen auf je 2000 Blutkörperchen. Nach geschehener Verdauung nahm die Zahl ab, und endlich etwa 12 Stunden nach dem Essen fand man nur fünf farblose Lymphkörperchen im Verhältniß zu derselben Zahl von Blutkörperchen.

Neuere Untersuchungen an Fröschen, bei denen die Elemente des Blutes ihrer bedeutenderen Größe wegen ein leichteres Objekt bieten, haben zur Lösung dieser Frage wesentlich beigetragen. Wir erwähnten schon oben, daß man bei Fröschen trotz der Wegnahme von Leber und Milz das Leben Wochen lang erhalten könne, und daß nach dieser Operation der Kohlensäureertrag der Athmung um ein Bedeutendes sinke, die Rückbildung und Verbrennung der Gewebe also durch die Existenz der Leber und Milz begünstigt werde. Man fand nun, daß bei solchen entleberten Fröschen der Verlust der Leber eine außerordentliche Vermehrung der farblosen und mithin eine beträchtliche Verminderung der farbigen Blutkörperchen nach sich ziehe. Frösche, die zugleich der Milz und der Leber beraubt sind, besitzen ungleich mehr farblose Blutkörperchen im Verhältniß zu den farbigen, als unversehrte. Das Verhältniß stellt sich bei den entleberten und entmilzten Fröschen wie 1 : 4, bei den gesunden wie 1 : 8, und bei Fröschen, denen man nur die Leber weg-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

genommen hat, wie 2 : 5. Es geht hieraus auf das Deutlichste hervor, daß in der Leber ein bedeutender Umwandlungsprozeß der Blutkörperchen stattfindet, indem dort die farblosen Körperchen in farbige übergehen. Auch diesen Prozeß hat derselbe genaue Beobachter hinsichtlich der Formenentwickelung genauer verfolgt. Die farblosen Blutkörperchen des Frosches sind rund, schwach körnig, mit einem schärfer gekörnten runden Kerne versehen. Nach mancherlei oft bizarren Gestaltsveränderungen werden sie mehr länglich, der Kern zerfällt, bildet einzelne tropfenähnliche Körner, die nach und nach verschwinden, während die Zelle selbst sich allmählich roth färbt. Bemerkenswerth ist es, daß dieser Prozeß der Formbildung ganz in ähnlicher Weise sich bei der Froschlarve wiederholt, und die Ausbildung der Blutkörperchen aus ursprünglichen Embryonalzellen ganz dieselben Stufen durchläuft.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf diejenigen Erscheinungen näher eingehen, welche, in den übrigen Formelementen des Körpers auftretend, auf einen steten Wechsel derselben schließen lassen. Wir müssen offen gestehen, daß die Beobachtung in dieser Hinsicht bis jetzt nur sehr wenige Resultate geliefert hat, und daß wir so auch trotz des Mikroskopes hier noch vor einem ganzen Cyklus von Metamorphosen stehen, von welchen uns vor der Hand nur die Endresultate bekannt sind. Wenn ein Chemiker gesagt hat, daß wir die Erscheinungen des Zerfallens der organischen Substanzen mit weit leichterer Mühe verfolgen können, als diejenigen des Aufbaues, so müssen wir von unseren anatomischen Hülfsmitteln bekennen, daß wir zwar die gegebene Form durch sie leicht erkennen können, daß uns aber große Schwierigkeiten entgegen stehen, wenn wir den Aufbau, noch größere, wenn wir den Zerfall der Organe uns klar machen wollen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Neunter Brief.

Die thierische Wärme.

Linné hat in seiner Eintheilung der höheren Thiere hauptsächlich auf einen Charakter Rücksicht genommen, der jedem Kinde bekannt ist, nämlich auf die Wärme des Blutes, und danach zwei Hauptgruppen: warmblütige und kaltblütige Thiere, aufgestellt. Der unangenehme Eindruck, den wir empfinden, wenn wir die Haut eines Frosches oder Fisches berühren, der Widerwillen, den viele Personen gegen die Annäherung eines solchen Thieres zeigen, ist tief begründet in der Aehnlichkeit ihrer Temperatur mit der eines Leichnames. In den todten Körpern der Menschen, der Säugethiere, ist ebenfalls die Wärme geschwunden, welche das Resultat des Lebens war, und in dem lebenden Reptil, Lurch oder Fisch findet zwar während des Lebens eine Wärmeentwickelung Statt, die aber so schwach ist, daß sie unsere Hand nicht mehr fühlt. Es deutet dies auf einen bedeutenden Unterschied in dem Lebensprozesse der Wirbelthiere hin; denn die Produktion der Wärme ist nichts Zufälliges, sie ist auf das Innigste mit dem Leben verbunden und bei den höheren Thieren eines der wesentlichsten Resultate des Lebensprozesses. Gerade darum aber, weil diese Wärme eben nur als eines der letzten Resultate auftritt und mit allen einzelnen Phänomenen dieses Prozesses in Verbindung zu stehen scheint, eben deßhalb ist auch ihre Erzeugung einer der dunkelsten Punkte in der Physiologie. Man kann kaum einen Eingriff in die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

geringste Funktion des Körpers wagen, kaum eine Aenderung dieses oder jenes scheinbar vereinzelten Phänomens beobachten, ohne zugleich eine Veränderung des Wärmegrades eines einzelnen Theiles oder des Gesammtkörpers wahrzunehmen. Man hat nun, wie es scheinen will, viel zu häufig den Fehler begangen, je nachdem man diese oder jene Quelle der Wärme entdeckte, dieser auch allein die Produktion derselben zuzuschreiben, und nur zu oft den Erfahrungssatz außer Augen gelassen, nach welchem gleiche Ursachen auch gleiche Wirkungen bedingen, nie aber gleiche Wirkungen auch auf gleiche Ursachen schließen lassen. Das Holz geräth ins Brennen, ob man es nun nach der früheren Weise civilisirter Nationen mit einem in Schwefel getauchten Zündhölzchen, oder nach Art der Wilden durch heftiges Reiben in Flammen setze; der chemische Prozeß, wie der mechanische Effekt, so verschieden sie auch in sich sein mögen, haben durchaus dieselbe Wirkung —; wäre es nicht thöricht, behaupten zu wollen, daß man nur mittelst Zündhölzchen anbrennen könne? — Man kann nicht läugnen, daß die Physiologen oft in diesen Fehler gefallen sind; der Eine, der durch Muskelbewegung Wärme erzeugt werden sah, wollte dem Andern nicht glauben, der den chemischen Umwandlungen im Körper ebenfalls exclusiv die Wärmeerzeugung zuschrieb. Ein vernünftiger Vergleich beider streitenden Partheien, wo jede ein Weniges nachgelassen hätte, würde vielleicht den Streit zu Ende gebracht haben.

Man mißt die Temperatur des thierischen Körpers überhaupt meist an Orten, wo die Thermometerkugel in Oeffnungen eingeführt werden kann. So meistens im Munde unter der Zunge, im After, in der Achselhöhle u. s. w. Die mittlere Temperatur eines Erwachsenen an diesen Stellen beträgt etwa 37,2 Grade des hunderttheiligen Thermometers, oder 29,8 des Réaumur'schen, während an freien Hautstellen diese Temperatur um einige Grade sinkt, und im Durchschnitte nur 34,1 Celsius oder 27,3 Réaumur beträgt.

Messungen der verschiedenen Körpertheile ergeben ein Resultat, welches mit den Schlüssen, die man a priori machen könnte,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vollkommen im Einklang steht. Es ist begreiflich, daß Theile des Körpers, welche eine größere Oberfläche darbieten, aus denen mithin mehr Wärme ausstrahlen kann, sich schneller abkühlen, als andere, die nur eine sehr geringe Oberfläche besitzen. Im Allgemeinen sind noch die einzelnen Theile in der Beziehung vortheilhaft gebaut, daß sie mehr oder minder regelmäßige Cylinder darstellen, wie der Rumpf, die Arme und Beine, oder selbst Formen, welche derjenigen der Kugel nahe kommen, mithin bei größtem Rauminhalte die kleinste Oberfläche darbieten. Nichts desto weniger ist der Wärmeverlust, den die Enden der Extremitäten, die Finger, Zehen, Hände und Füße erleiden, so bedeutend, daß an der Fußsohle z. B. die Temperatur nur 32°,3 C. beträgt. Einen Schutz gegen solchen Verlust verschafft uns die Bedeckung mittelst schlecht leitender Körper, wie Wolle, Federn, Haare u. s. w. Alle diese Stoffe zeichnen sich durch die Eigenschaft aus, daß die Wärme sie nur sehr schwer durchdringt, aber auch eben so schwer von ihnen mitgetheilt wird. Ein Stück Metall, das an dem einen Ende glühend ist, kann nicht ohne Schaden an dem anderen Ende angefaßt werden; ein Holzbrand dagegen, der unten brennt, zeigt wenige Zolle davon kaum eine merkliche Erhöhung seiner Wärme.

Ein Metall aber kühlt sich schnell ab, giebt die Wärme, die es erhalten, eben so schnell ab, als es sie in seinem Innern weiter leitete, während ein schlechter Leiter sie eben so lange erhält, als er sie langsam in sich aufnimmt. In unseren Climaten, wo die mittlere Jahrestemperatur etwa um 20 Grade tiefer steht, als diejenige des Körpers, bedarf es mithin eines Schutzes, und diesen suchen wir ihm durch Kleider, Pelzwerk, Federdecken zu gewähren. Bei den Thieren, welche die nordischen und gemäßigten Klimate bewohnen, hat die Natur in ähnlicher Weise gesorgt. Die Fischsäugethiere ausgenommen, über deren Organisation und Lebensverhältnisse wir überhaupt nur sehr wenige Kenntnisse besitzen, sind alle Thiere der kälteren Zonen mit dichtem Pelz oder Federüberzügen versehen, deren Dichtigkeit bekanntlich im Winter um ein Bedeutendes zunimmt. Man

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

würde vergeblich außerhalb der warmen Zonen Thiere mit nackter, kahler Haut suchen, welche in der Nähe des Aequators so häufig vorkommen. Ich will damit keineswegs behaupten, daß die Natur den Thieren einzig nur deßhalb Federn und Haare auf dem Leibe wachsen lasse, um sie fein warm zu halten; es giebt an dem Aequator Thiere, die ein eben so schönes Pelzwerk besitzen als andere an den Polen, und neben Affen mit langen dichten Wollhaaren klettern andere in den Urwäldern Amerika's umher, die fast nackt sind.

Man hat bekanntlich viel von dem kälteren Blute der Nordländer, dem heißeren der Südländer gesprochen, und die Poeten namentlich haben dies Kapitel auf das Reichlichste ausgebeutet. Die Eifersucht, Rachsucht, kurz alle Triebe und Leidenschaften, welche bei einzelnen Völkern mehr oder minder ausgeprägt scheinen, werden auf Rechnung der Wärme des Blutes geschoben. Mit diesen physiologischen Eroberungen nicht zufrieden, ging ein Dichter aus der Zeit des Becker'schen Rheinliedes sogar so weit, auch die Farbe des Blutes bei den verschiedenen Raçen verschieden zu finden, und den Germanen blaues, den Franken rothes Blut zu vindiciren. Ich weiß nicht, ob sich diese Behauptung auf genauere Beobachtungen stützt; — was die Temperatur des Blutes betrifft, so kann man ziemlich dreist behaupten, daß solche Verschiedenheiten nicht existiren, und daß die kleinen Abweichungen, welche man bei den Völkern der entlegensten Zonen getroffen hat, nicht größer sind als die Verschiedenheiten, welche man bei einzelnen Individuen findet. Der Malaye, dessen wüthende Leidenschaften zum Sprüchwort geworden sind, zeigt keine größere Wärme des Blutes, als der geduldige Hottentotte, und wenn auch die Untersuchungen der Naturforscher über diesen Punkt noch nicht alle wünschenswerthe Ausdehnung erhalten haben, so darf man doch schon jetzt den Dichtern und Nationalökonomen den Rath geben, andere Gründe für die Charakterverschiedenheit der Raçen und Völker zu suchen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aus vielfachen vergleichenden Untersuchungen geht hervor, daß Männer und Weiber fast genau die gleiche Temperatur haben, indem bei den Frauen der geringere Stoffwechsel durch geringere Wärmeausstrahlung compensirt wird. Das Alter hat keine unbedeutenden Einflüsse auf die Wärme des Körpers. Unmittelbar bei der Geburt ist dieselbe am höchsten, sinkt aber schnell in den ersten Stunden, um sich, sobald einmal Athmung und Kreislauf vollständig hergestellt sind, etwa auf derselben Höhe bis zum Eintritt der Reife zu erhalten. Von dem zwanzigsten Jahre an sinkt die Wärme zwar nur sehr unbedeutend, doch allmählich bis etwa zu dem sechzigsten, wo ihr tiefster Stand Statt findet. Bei Greisen steigt sie wieder und zwar so sehr, daß sie das Maß des kindlichen Alters erreicht. Dies scheint freilich im Widerspruche zu stehen mit dem Sinken des Lebensprozesses überhaupt bei den Greisen. Man darf aber nicht vergessen, daß der Produktion der inneren Wärme durch einen äußeren Faktor, durch Ausstrahlung und Verdunstung auf der Haut entgegengearbeitet wird, und daß bei den Greisen die Haut stets welk, zusammengefallen, und die abkühlende Schweißbildung und Ausdünstung auf ein Minimum beschränkt ist. Periodische Schwankungen während des Tages finden allgemein Statt und scheinen selbst in gewissem Grade unabhängig von der Lebensweise. Merkwürdiger Weise sind diese täglichen Schwankungen größer, als die Unterschiede zwischen den mittleren Temperaturen in verschiedenem Alter, denn sie betragen fast 1 Grad R., während der Unterschied zwischen der höchsten Temperatur zur Zeit der Reife im vierzehnten Jahre bis zum sechzigsten nicht ganz ½ Grad beträgt. Die Temperatur erhebt sich des Morgens nach dem Erwachen ziemlich schnell und erreicht ihren ersten Höhepunkt um die 11. Vormittagsstunde; sie sinkt in den darauf folgenden Stunden ein wenig, bis die Zeit des Mittagsbrodes den Ausgangspunkt eines neuen Ansteigens bildet, welches um die 6. bis 7. Nachmittagsstunde seinen Gipfel erreicht. Von diesem, welcher zugleich der Höhepunkt für den ganzen Tag ist, an, sinkt dann die Temperatur fast stetig während der Abend-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und Nachtstunden, und erreicht während des Schlafes um die 4. Nachmitternachtsstunde ihren niedrigsten Stand. Um mich eines verständlichen Bildes zu bedienen, macht also die Temperatur im Laufe des Tages eine doppelte Welle. Der Wellenberg der kleineren fällt in die 11., ihr Thal in die 2. Mittagsstunde; der Berg der größeren in die 6. Nachmittagsstunde, das Thal derselben in die 4. Nachmitternachtsstunde. Es stehen diese Schwankungen in dem genauesten Zusammenhange mit dem Pulse, dessen Häufigkeit ganz denselben gleichzeitigen Schwankungen unterliegt, und dadurch auch mit der Athmung, da, wie wir gesehen haben, die Häufigkeit der Athembewegungen stets in einem gewissen Verhältniß zu derjenigen des Pulses steht.

Die Temperaturverschiedenheiten der inneren Theile des Körpers können natürlich nicht bei lebenden Menschen untersucht werden, und auch bei Thieren sind bis jetzt nur wenige Versuche mit zuverlässiger Genauigkeit angestellt worden. Es ist zu beklagen, daß wir hier keine Thatsachen in großer Zahl besitzen, die freilich genau genug gesammelt sein müßten, um sehr kleine Verschiedenheiten von einem Zehntel und selbst einem Zwanzigstel Grad mit Sicherheit angeben zu können; solche Versuche würden mehr, als lange Seiten theoretischer Abhandlungen, auf sichere Schlüsse über den eigentlichen Ort der Wärmeerzeugung führen. Die bis jetzt bekannten Versuche ergeben nur sehr wenig Resultate. So soll das Blut der Halsschlagader beinahe um einen Grad höher temperirt sein, als dasjenige der Halsvene; Lunge und Leber ebenfalls um einen Grad höher, als Gehirn und Magen, und während einerseits die meisten Beobachter behaupteten, das linke Herz sei um einen halben bis ganzen Grad wärmer, als alle übrigen Körpertheile, fanden anderseits nicht minder glaubwürdige Beobachter das Blut der rechten Herzkammer um einen halben Grad wärmer, als das durch die Athmung abgekühlte Blut der linken Herzkammer. Ist diese letztere Beobachtung richtig, so dürfte es auch wahrscheinlich sein, daß das venöse Blut überhaupt etwas wärmer wäre, als das arterielle, das die Produkte des Umsatzes der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gewebe noch nicht in sich aufgenommen hat. Die meisten Beobachter wollen aber gefunden haben, daß die Arterien um etwas mehr als einen halben Grad wärmer sind, als die sie begleitenden Venen, und Mancher schließt daraus gerade entgegengesetzt, daß das linke Herz eine Wärmequelle sei, von welcher aus das geheizte Arterienblut in alle Theile des Körpers ströme.

Die Athmung ist ohne Zweifel einer der wichtigsten Hebel zur Erzeugung der Wärme. In allen Fällen, wo die Athmung sinkt, wo die Athemzüge in längeren Intervallen folgen, nur kurz sind, und an Intensität, Tiefe und Schnelligkeit abnehmen, in allen diesen Fällen sinkt auch die Temperatur des Körpers rasch und oft selbst mit auffallender Schnelligkeit. Jeder hat wohl schon diese Beobachtung bei Individuen gemacht, welche in Ohnmacht fallen, wo die Athemzüge fast gänzlich verschwinden, der Herzschlag sich vermindert und eisige Kälte sich über den Körper verbreitet. Beiläufig gesagt, ist dadurch auch ein Mittel gegeben, eine wahre Ohnmacht von einer verstellten zu unterscheiden. Wir können zwar willkürlich den Athem einhalten und uns so gewöhnen, daß wir denselben nur unmerklich und in großen Intervallen schöpfen; allein willkürlich kalt zu werden ist noch keinem Menschenkinde gelungen; sogar den Frauen nicht, welche zuweilen in Darstellung künstlicher Ohnmachten eine anerkennenswerthe Virtuosität besitzen.

In weit ausgedehnterem Maße aber lassen sich diese Erscheinungen bei denjenigen Thieren beobachten, welche in Winterschlaf sinken. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, den kleinen Siebenschläfer, die sogenannte Haselmaus, in ihrem Schlafe zu beobachten, und genaue Untersuchungen darüber sind vor nicht langer Zeit von einem meiner Freunde veröffentlicht worden. Sobald das Thier schläft, so werden seine Athemzüge so selten und so sanft, daß es kaum möglich ist, sie zu beobachten; das Herz schlägt nur äußerst schwach und kaum fühlbar. Unmittelbar nach dem Einschlafen sinkt auch die Eigenwärme des Thieres, und zwar allmählich so tief, daß sie kaum ein Weniges über der Temperatur des umgebenden Raumes sich erhält. So bleibt

das Thier während seines Schlafes. Sobald es aber erwacht werden die Athemzüge häufiger, der Herzschlag rascher und in kurzer Zeit steigt die Wärme höher und höher, bis sie den Punkt erreicht, auf welchem sie sich beim wachenden Zustande stationär erhält. Ob das Thier unmittelbar vorher gefressen habe, oder nicht, hat auf die nachfolgenden Erscheinungen durchaus keinen Einfluß; seine Temperatur sinkt beim Einschlafen in durchaus ähnlicher Weise.

Der Einfluß der Respiration auf Entwickelung der Wärme ist demnach nicht zu verkennen; allein es fragt sich, ob derselbe unmittelbar ist, ob der chemische Prozeß der Athmung selbst Wärme bildet, oder ob vielmehr diese Funktion nur mittelbar wirkt, indem sie mit anderen Thätigkeiten des Körpers in die engste Verbindung tritt.

Es kann nicht geläugnet werden, daß in dem Körper eine Oxydation der durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe vor sich geht. Betrachten wir die in dem Darmkanal aufgenommenen Substanzen ihrer allgemeinsten Zusammensetzung nach, so stellt sich heraus, daß alle eine bestimmte Quantität Sauerstoff enthalten, nie aber eine so große Menge dieses Elementes, daß sie hinreichend wäre, den Kohlenstoff und den Wasserstoff, der sich ebenfalls in den Nahrungsmitteln findet, vollständig zu verbrennen und in Kohlensäure und Wasser überzuführen. Auf der anderen Seite treten uns in den Auswurfsstoffen des Körpers, und namentlich in den gasförmigen Produkten der Respiration, diese zwei vollständig oxydirten Stoffe hauptsächlich entgegen; die Athmung liefert Kohlensäure und Wasser. Es muß demnach offenbar in dem Körper eine Verbrennung des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes auf Kosten des durch die Respiration zugeführten Sauerstoffes der Luft vor sich gehen, und daß Verbrennung Wärme entwickele, ist eine Thatsache, die nicht erst bewiesen zu werden braucht. Die erste Frage, welche hier gestellt werden muß, ist ohne Zweifel die: Genügt die auf die angegebene Weise entwickelte Wärmemenge, den Verlust, welchen der Körper beständig durch Ausstrahlen erleidet, zu decken?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ist es möglich, aus dieser beständigen Verbrennung zu erklären, warum wir in den verschiedensten Temperaturen der umgebenden Luft dennoch stets dieselbe Eigenwärme beibehalten, oder können noch andere Wärmequellen nachgewiesen werden?

Man hat approximativ so genau als möglich die Menge von Kohlenstoff zu bestimmen gesucht, welche in den Körper durch die Nahrungsmittel gelangt. Es müssen solche Berechnungen stets etwas Schwankendes haben; denn selten wohl findet man Leute, die sich zu einem durchaus regelmäßigen Regime hergeben wollen, die einen Tag um den andern genau dieselbe Quantität Speisen zu sich nehmen möchten, und ohne zu wechseln eine solche Lebensart Monate durchführen wollten. Unterscheidet sich doch, der Behauptung Beaumarchais' zu Folge, der Mensch neben anderen Charakteren gerade dadurch von den Thieren, daß er über den Durst trinkt, und oft auch mehr ißt, als er Hunger hat. Aus der Verproviantirung der dänischen Seeleute hat man berechnet, daß dieselben etwa 23 Loth Kohlenstoff in 24 Stunden verbrauchen, und für die englischen Seeleute gelangte man etwa auf die gleiche Zahl. Für die Gefangenen eines Zuchthauses, welche gemeinschaftlich und so viel wie möglich im Freien arbeiten, erhielt man den etwas geringeren Werth von 21 Loth und für Gefangene in Einzelhaft und Untersuchungsarrest die noch weit geringere Menge von 17 Loth, die auf eine zerstörende Unterdrückung und Niederhaltung des Lebensprozesses deutet. Aus dieser Verhältnißzahl schon kann man entnehmen, welche raffinirte Grausamkeit unser Zeitalter in Erfindung der lange fortgesetzten Einzelhaft bethätigte. Fand doch derselbe Beobachter, welcher diese niedrige Zahl des Kohlenstoffverbrauches für die Einzelgefangenen berechnete, nach derselben Methode für den Verbrauch einer Kompagnie Soldaten, deren Leben doch wahrlich nicht zu beneiden ist, ein Mittelzahl von beinahe 28 Loth täglich, also ¼ mehr als bei den Einzelgefangenen! Und solchen Zahlen gegenüber müht man sich noch ab, nachweisen zu wollen, daß Menschen durch die Einzelhaft gebessert und daß überhaupt diese Art und Weise der Behand-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lung den wohlthätigsten Einfluß auf ihre moralische Seite haben könne!

Kehren wir indeß zu unserem Gegenstande zurück. Man hat sich vielfach abgemüht, nachzuweisen, daß die Verbrennung der Kohlenstoffmenge, welche in den Körper eingeführt wird, hinreiche, um die Entwickelung von Wärme in demselben und den steten Verlust durch Ausstrahlung und Verdunstung zu decken.

Man ging dabei von dem Satze aus, daß eine gewisse Menge Kohlenstoff dieselbe Quantität Wärme entwickeln müsse, ob er nun direkt verbrannt werde, oder durch mancherlei Zwischenstufen verschiedenartiger Verbindungen dem Endziele der Verbrennung entgegen geführt werde. Allein gerade dieser Fundamentalsatz wird durch neuere Untersuchungen nicht bestätigt, während auf der anderen Seite die Quellen der Wärmeentstehung außerordentlich vermehrt werden durch die Erkenntniß, daß überhaupt gar kein Stoffumsatz, gar keine chemische Zersetzung, gar keine Bewegung der Moleküle stattfinden könne ohne gleichzeitige Entbindung von Wärme. Hat man dies einmal erkannt, so muß man einsehen, daß es unmöglich ist, auf experimentalem Wege das Maß der inneren Wärmeentwickelung im Körper anzugeben. Die Resultate der Ernährung, die wir erst in ihren Summen vor uns sehen, sind aus einer unendlichen Menge kleiner Pöstchen zusammengesetzt, deren Maß eben seiner Kleinheit wegen sich unseren Untersuchungsmitteln entzieht. Jedes Blutkörperchen, jedes Fäserchen, jedes Tröpfchen Flüssigkeit im Körper ist in beständiger Bewegung, in stetem Umtausche, in unausgesetzter Zerstörung und Neubildung begriffen. Jeder dieser Prozesse, an unendlich kleinen Theilen vor sich gehend, entwickelt eine unmeßbar kleine Menge von Wärme, deren Summe uns erst in für unsere Instrumente zugänglicher Größe entgegentritt. Aus eben so kleinen Posten summirt sich auch der Verlust, den der Körper durch Verdunstung von Flüssigkeiten, durch Verflüssigung fester Theile, durch Ausstrahlung und ähnliche Prozesse erleidet, und hier auch tritt uns erst die Summe dieser vielen unendlich kleinen Wirkungen entgegen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hat man sich diese Verhältnisse einmal klar gemacht, so hat man sich schon gewissermaßen die Frage beantwortet, an welchen Ort denn der Heerd der Wärmeerzeugung hinzusetzen sei. Die ältere Meinung, welche namentlich seit Lavoisier gäng und gäbe geworden war, schien freilich die einfachste und ungezwungenste. Nach dieser fand die Verbrennung in der Lunge Statt; das venöse Blut kreiste, mit verbrennlichen Stoffen angefüllt, in der Lunge, trat dort in Wechselwirkung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre; was verbrennen konnte, verbrannte, und das durch diesen Prozeß erhitzte arterielle Blut verbreitete sich nun in dem ganzen Körper, überall hin seine Wärme tragend und vertheilend. Die Lungen waren demnach der thierische Ofen, und wie in einem mit Wasserheizung versehenen Hause vertheilten sich die dort zusammenlaufenden Heizröhren nach allen Theilen des Körpers.

Manche Umstände jedoch ließen sich schwer mit dieser Annahme vereinigen, und namentlich darf man unter diesen die Temperatur der Lungen selbst in Anschlag bringen. Die Hitze müßte in diesen sehr groß, jedenfalls um einige Grad höher sein, als in den übrigen Theilen des Körpers. Die Erfahrung sagt hier das Gegentheil; die Lungen sind nicht wärmer als der Magen und alle anderen Eingeweide, welche in verschlossenen, wohlgeschützten Räumen liegen. Man hätte die aus dieser Thatsache abzuleitenden Schlußfolgerungen zwar noch umgehen können; mit dem Augenblick aber, wo durch den Versuch nachgewiesen wurde, daß Thiere auch in anderen Gasarten als Sauerstoff Kohlensäure ausathmen; daß die Kohlensäure in dem Blute schon existirt, ehe dieses nur in den Lungen ankommt und daraus dargestellt werden kann; mit diesem Augenblick, sage ich, mußte das ganze theoretische Gebäude fallen. Die Lungen konnten nicht mehr das Organ sein, in welchem die Kohlensäure gebildet wird, und da der eben erwähnten Ansicht nach die Erzeugung dieses Oxydes die Ursache der Erwärmung des Körpers war, so mußte auch nothwendig der Ort, wo diese vor sich geht, aus den Lungen verlegt und anderen Organen vindicirt werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn indeß auch die Lungen der alleinige Wärmeheerd nicht sind, so muß dennoch zugestanden werden, daß wenigstens ein geringer Grad von Wärme darin entwickelt werden müsse. Folgende Umstände scheinen eine solche Annahme durchaus gebieterisch zu verlangen.

Die Luft, welche wir einathmen, hat im Durchschnitt in unseren Zonen eine Temperatur von 10 bis 12 Graden, im Sommer mehr, im Winter weniger. Selten nur haben wir Hitzegrade, wo die Luft so warm wäre, als unser Körper. Die ausgeathmete Luft hingegen hat die Temperatur unseres Körpers, sie ist demnach innerhalb der Lungen bis auf diesen Grad erwärmt worden; die Lungen müssen eine gewisse Quantität Wärme durch diese Abgabe verloren haben, die um so größer ausfällt, je kälter die äußere Temperatur ist. Im Winter muß demnach dieser Verlust an Wärme weit bedeutender sein, als im Sommer, und je weiter im Norden wir leben, um so mehr muß er zunehmen, während umgekehrt, gegen den Aequator hin, dieser Verlust mehr und mehr abnimmt.

Ferner ist die Luft, die wir einathmen, nur sehr selten mit Wasserdampf gesättigt. Sie ist wohl nie vollkommen trocken, allein eben so selten auch tritt der entgegengesetzte Fall ein. Die ausgeathmete Luft dagegen ist vollkommen mit Wasserdampf gesättigt, und dieser Dampf kann nur durch Verdunstung der innerhalb der Lungen befindlichen Flüssigkeiten, d. h. des Blutes, geliefert werden. Nehmen wir nun auch an, daß ein Erwachsener täglich nicht mehr als ein halbes Pfund Wasserdampf in seinen Lungen bilde (eine Annahme, die nach den jetzt vorliegenden Thatsachen eher zu gering, als zu hoch ist), so erhalten wir dadurch ein Abkühlungsmoment, welches noch viel bedeutender einwirken dürfte, als die Erhitzung der eingeathmeten Luft. Denn es ist bekannt, daß ein fester Körper, welcher flüssig wird, oder eine Flüssigkeit, welche sich in Dampf verwandelt, einer bedeutenden Quantität Wärme bedarf, um in ihren neuen Zustand überzugehen; daß diese Wärme, welche man die latente nennt, sich an dem Thermometer nicht mehr fühlbar macht, und daß

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

somit die Verdampfung einer gewissen Quantität Wasser in den Lungen eine bedeutende Abkühlung dieser letzteren erzeugen müsse. Diese Abkühlung aber kann in der That nicht nachgewiesen werden; die Lungen haben dieselbe Temperatur, wie alle inneren Organe des Körpers, für welche diese außerordentlichen Momente der Abkühlung nicht eintreten, und es kann demnach mit vollem Rechte aus dieser Thatsache gefolgert werden, daß in den Lungen noch eine besondere Wärmequelle existiren müsse, welche, trotz des Umstandes, daß ihnen beständig Wärme entzogen wird, sie doch auf einer constanten Temperatur erhält.

Die Schwierigkeit, diese Quelle zu bestimmen, fällt in die Augen. Die bis jetzt vorhandenen Thatsachen können auf keine solche leiten, zumal da der Präexistenz der Kohlensäure in dem dunkeln, venösen Blute wegen die unmittelbare Verbrennung des Kohlenstoffes in den Lungen nicht statuirt werden kann. Vielleicht indeß, daß diese Thatsache nicht absoluten Werth hat, und daß zwar ein Theil der Kohlensäure schon fertig zugeführt wird, ein anderer aber erst in den Lungen sich bildet. Auffallend ist es wenigstens, daß bei alten Leuten, bei welchen die Intensität der Respiration bekanntlich sehr abnimmt, sich beinahe regelmäßig in den Lungen schwarze Massen absetzen, welche fast nur aus reinem Kohlenstoffe bestehen. Diese Absätze von Kohlenstoff sind nicht allein krankhafte, geschwulstartige Anhäufungen, die man unter dem Namen von Melanosen schon seit langer Zeit kennt; — sie erscheinen vielmehr in Form eines feinen Pulvers, das im Lungengewebe selbst sich anhäuft, und oft dasselbe so erfüllt und in so hohem Grade unwegsam macht, daß es Aerzte giebt, welche den Tod der Alten zum großen Theile dieser Anhäufung von Kohlenstoff in den Lungen zuschreiben. Sieht es nicht aus, als wenn hier der Kohlenstoff, der bei der langsamen und unvollständigen Respiration in den Lungen nicht verbrennen konnte, in seiner ursprünglichen Form in dem Gewebe abgelagert würde?

Eine unzweifelhafte Quelle der Wärmeentwickelung im menschlichen und thierischen Körper ist noch außerdem in der Bewegung zu finden; allein leider erscheint auch hier die genaue

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bestimmung dieses Faktors eben so schwierig und in ungemein weiten Grenzen schwankend, als die Anerkennung der Thatsache an sich allgemein ist. Angestrengtes Umherlaufen und Bewegung der Füße wärmt diese mehr und nachhaltiger, als Annäherung an das Kamin, und bei Arbeiten im Freien während des Winters befinden wir uns wohl in Kleidern, die in der Ruhe uns kaum vor dem Erfrieren schützen würden. Der Einfluß der Bewegung ist sicher schon ein durchaus unmittelbarer; der Armmuskel eines Mannes, welcher Holz sägt, erwärmt sich durch die anhaltenden Contraktionen, die er macht, um mehr als einen Grad über seine gewöhnliche Temperatur, es kann somit nicht in Zweifel gestellt werden, daß die Muskularbewegung an sich schon Wärme erzeugen müsse. Vielleicht ist auch gerade in den Zusammenziehungen des Herzens die Quelle der dort entwickelten Wärme zu suchen. Wenn es überhaupt wahr ist, daß die linke Herzkammer der wärmste Theil des Körpers sei, so ist nicht außer Augen zu lassen, daß das Herz ein in beständiger heftiger Bewegung begriffener Muskel ist, und daß gerade das linke Herz die größte Masse besitzt und die lebhaftesten und kräftigsten Zusammenziehungen ausführt.

Nicht nur durch unmittelbare Erzeugung von Wärme aber wirkt die Bewegung, sondern auch mittelbar durch Anfeuerung aller Funktionen des Körpers. Lebhaftes Springen, Laufen, jede Anstrengung der Muskelkraft überhaupt beschleunigt die Athmung, wirkt dadurch belebend auf die Thätigkeit des Herzens ein, und fördert somit durch Anregung des Kreislaufes den Blutumlauf und den Stoffwechsel. Das Blut kreist schneller durch die Organe, die Metamorphose wird lebhafter, eben weil in schnellem Umschwunge das Blut der in der Ernährung gebildeten Auswurfsstoffe sich mit größerer Raschheit entledigen kann. Das Capillargefäßsystem der Organe ist aber, wie wir schon früher ausgeführt haben, der Sitz der chemischen Prozesse; in dem Gewebe der Organe selbst, das von den vielfachen feinen Röhren der Haargefäße durchzogen ist, geht jener Stoffwechsel vor sich, den wir als Ernährung bezeichnen und dessen Hauptaufgabe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bildung neuer organischer Formelemente und Zurücknahme aller verbrauchter Stoffe ist. Da, wo der Sitz der chemischen Prozesse des Körpers ist, muß aber auch der Heerd seiner Wärme sein; denn die chemischen Verbindungen sind es hauptsächlich, welche Wärme entwickeln. Sonach dürfen wir denn auch dreist behaupten, daß der Ernährungsprozeß der Organe es sei, welcher die Quelle der thierischen Wärme liefert, und es liegen Thatsachen in hinreichender Zahl vor, welche beweisen, daß man sich die Wärme des menschlichen Körpers nicht so vorstellen muß, wie von einem einzelnen Punkte ausgehend, sondern daß vielmehr seine Temperatur das Resultat aller jener kleinen Wärmemengen ist, welche in jedem Momente des Körpers an allen Punkten seiner Theile produzirt werden. Man kann mit dem Thermometer in der Hand nachweisen, daß entzündete Theile eine höhere Temperatur besitzen, daß mithin die Empfindung von Hitze, welche bei jeder nur irgend wahren Entzündung sich einstellt, nicht nur auf einem subjektiven Gefühle der Nerven beruht, sondern in der That einen objektiven Grund besitzt. In entzündeten Theilen aber ist der Stoffwechsel in hohem Grade bethätigt, das Blut kreist vielleicht nur ganz im Anfange, sobald die Entzündung noch auf dem bloßen Stadium der Congestion stehen bleibt, schneller als im normalen Zustande. Später stockt das Blut völlig in den gelähmten Capillargefäßen, sein Plasma tritt aus in die umgebenden Theile, und bald entstehen nun Neubildungen verschiedener Art, je nachdem der Prozeß der Entzündung mehr zu diesem oder jenem Ausgange neigt. Während der ganzen Zeit, wo dieser Prozeß dauert, ist auch die Temperatur des Theiles bedeutend erhöht, und somit eine selbstständige Produktion von Wärme einzig durch die im Innern des entzündeten Theiles vorgehenden chemischen Metamorphosen durchaus außer Zweifel gestellt.

Man darf indeß diese erhöhte Wärme, welche sich nicht nur dem Gefühle des Kranken, sondern auch dem Thermometer kund giebt, nicht allzu hoch anschlagen, wenn sie gleich für den Kranken oft ungemein quälend ist. Die Empfindung von Wärme

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

oder Kälte, welche ein Individuum hat, hängt weit mehr von dem Zustande seines Nervensystemes, als von dem wirklichen Temperaturunterschiede ab. Wir werden in einem späteren Briefe sehen, daß die Hautnerven lediglich mit der Vermittelung des Wärmegefühls betraut sind, und daß in Folge krankhafter Zustände in dieser Beziehung große Irrthümer Statt finden können, lehrt die ärztliche Erfahrung. Bei dem Wechselfieber wechseln bekanntlich drei scharf abgeschnittene Stadien regelmäßig mit einander ab. Der Kranke bekömmt einen Frostanfall, gegen den Decken und warme Krüge nicht schützen; dann folgt trockene Hitze, und endlich bricht reichlicher Schweiß aus, der den Anfall endet. Schiebt man ein Thermometer in die Achselhöhle (der geeignetste Ort, um an Erwachsenen Untersuchungen dieser Art anzustellen), so sieht man, den Empfindungen der Kranken gerade entgegengesetzt, das Quecksilber noch vor dem Beginne des Frostanfalles steigen und dies Steigen während des Frostes fortdauern. Gegen das Ende des Schüttelfrostes, wo der Kranke vor Kälte am ganzen Leibe zittert und mit den Zähnen klappert, erreicht der Thermometer seine größte Höhe und zeigt somit statt einer Verminderung eine Vermehrung der inneren Wärme im Froststadium an; im Hitzestadium ist es von dieser Höhe schon wieder herabgesunken, und dieses Sinken dauert fort, bis an dem Ende des Anfalles das Thermometer seine normale Höhe wieder erlangt hat. Man sieht also, daß man wohl unterscheiden muß zwischen dem subjektiven Wärmegefühl, welches beim Individuum auch unabhängig von äußeren Einflüssen in verschiedener Weise entwickelt werden kann, und dem objektiven Wärmegrade, den unsere Instrumente anzeigen. Ein ähnlicher Unterschied ist auch zu machen in den Empfindungen, welche die berührende Hand uns selber mittheilt. Die Aerzte unterscheiden mit vollem Rechte verschiedene Arten von Hitze, die oft auf verschiedene Krankheitsprozesse deuten. Bei manchen Kranken empfindet die aufgelegte Hand eine unangenehme stechende Hitze, bei anderen eine Vermehrung der Temperatur, die aber kein unangenehmes Gefühl erregt, bei noch anderen endlich scheint

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Temperatur kaum verändert. Es ist möglich, daß das Thermometer bei den drei so verschiedenen Kranken durchaus denselben Grad der Temperatur angiebt. Die Haut in ihren verschiedenen Zuständen der Spannung und Erschlaffung, der Blutleere und der Blutfülle hat offenbar eine verschiedene Leitungsfähigkeit für die Wärme, und hiernach, nicht nach dem wirklichen Wärmegrade, urtheilt unsere fühlende Hand. Man lege ein Stück Eisen und ein Stück Holz neben einander auf einen geheizten Ofen, bis beide dessen Temperatur angenommen haben. Man wird das Holz mit der bloßen Hand anfassen und bei Seite legen können, während man sich an dem Eisen verbrennt, und dennoch wird das Thermometer genau denselben Wärmegrad für beide anzeigen. Wir fühlen mit unserer Hand nicht nur den Unterschied der Temperatur, wir sind auch empfindlich für die absolute Menge von Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einem Körper auf uns überströmt. Das Eisen aber, ein guter Leiter, giebt unmittelbar bei der Berührung eine große Wärmemenge ab, die aus dem Holze erst nach längerer Zeit überströmt. Die verschiedene Wärmeempfindung, welche wir bei der Berührung von Kranken haben, die dem Thermometer doch dieselbe Wärme anzeigen, beruht sicherlich auf demselben Grunde.

Sollen wir nun unsere Untersuchungen über die Erzeugung der Wärme im thierischen Körper zusammen fassen, so sehen wir, daß in dieser Erzeugung selbst gewissermaßen das Resultat aller verschiedenen Lebensprozesse gegeben ist, und daß die Wärme selbst eine höchst veränderliche Größe ist, zusammengesetzt aus einer Menge veränderlicher Faktoren, deren Einzelsummen oft der unmittelbaren Beobachtung sich entziehen. Nicht nur der Stoffwechsel allein findet seinen Ausdruck in dieser Wärmeerzeugung; auch alle übrigen dem Nervenleben angehörigen Prozesse üben mittelbar durch Niederhaltung oder Anfeuerung des Stoffwechsels ihren Einfluß in dieser Beziehung aus. Es ist keine leere Phrase, wenn man sagt, daß man sich von begeisternder Rede erwärmt, von langweiligem Geschwätze erkältet fühle.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Anregung erhöhter Thätigkeit des Gehirnes bedingt schnelleren Stoffwechsel in diesem Organe selbst, schnelleren Blutlauf, erhöhte Thätigkeit in allen Organen des Körpers und damit auch erhöhte Wärme.

Zum Beschlusse dieses Briefes muß ich nun einer Hypothese erwähnen, die noch jetzt in vielen Köpfen spuckt und deren leicht vorauszusehender Tod erst dann erfolgen wird, wenn die hier entwickelten Ansichten durch genaue experimentelle Thatsachen ihre Bestätigung gefunden haben werden. Diese Hypothese besteht einfach darin, daß man den Nerven oder dem unbekannten Räthsel der Lebenskraft die Erzeugung der thierischen Wärme zuschreibt. Wie man ersteren noch eine solche Funktion ertheilen könne, ist mir unbegreiflich. Ein Glied, an welchem man die Nerven durchschnitten hat, behält darum nichts desto weniger so lange seine normale Temperatur bei, als die Ernährung nicht unter der Lähmung leidet. Den Effekt des Sinkens der Temperatur in diesem Falle aber den Nerven zuschreiben zu wollen, ist durchaus unthunlich. Es ist bekannt, daß Glieder, deren Bewegung aus einem oder dem anderen Grunde lange Zeit nicht geübt wurde, in ihrer Ernährung abnehmen und magerer werden; bei Beinbrüchen kann man alltäglich die Erfahrung machen, daß auch das gesunde Bein während des langen Liegens im Bett bedeutend abgemagert ist. Bei Klumpfüßen, wo durch die Difformität des Fußes die Wadenmuskeln ganz außer Thätigkeit kommen, schrumpfen diese ein, ohne daß nur die Nerven im mindesten krankhaft affizirt wären, und die Ernährung nimmt so ab, daß die Kranken beständig Kälte an dem unförmigen Fuße empfinden. Der gleiche Fall tritt bei Lähmungen und Durchschneidungen der Nerven ein, das geringe Sinken in der Temperatur des betreffenden Theiles, das meist erst nach Monate langer Aufhebung des Nerveneinflusses eintritt, kann nur dem Leiden der Ernährung im Ganzen zugeschrieben werden. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur vergleichende Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei dem einen die Blutgefäße der Extremitäten unterbindet, bei dem andern die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nerven durchschneidet. In dem Fuße, wo man die Circulation des Blutes unmöglich gemacht hat, kann man die Abnahme der Temperatur von Stunde zu Stunde mit dem Thermometer in der Hand konstatiren; da wo der Nerveneinfluß aufgehoben wurde, ist keine solche Abnahme bemerklich.

Die Lebenskraft endlich gehört zu der Zahl jener Hinterthüren, deren man so manche in der Wissenschaft besitzt und die stets der Zufluchtsort müssiger Geister sein werden, welche sich die Mühe nicht nehmen mögen, etwas ihnen Unbegreifliches zu erforschen, sondern sich begnügen, das scheinbare Wunder anzustaunen. — Die Medizin ist besonders erfinderisch in dieser Beziehung. Guter Gott! was sollte aus der Praxis werden, wenn wir nicht den Rheumatismus, die Hypochondrie und Hysterie hätten; drei jener Rumpelkammern, in welche wir alles werfen, von dem wir nichts Genaueres wissen. Als man die Elektrizität noch nicht kannte, hielt man den Donner für eine übernatürliche Erscheinung, je weiter man aber in der Kenntniß der Natur fortschritt, desto mehr schwand das Geheimnißvolle. Ein gleiches Verhältniß haben wir in der Physiologie; die Lebenskraft ist jenes unbekannte X, das überall im Hintergrunde steht, das stets ausweicht, wo man es fassen will, und dessen Reich um so weiter zurückgedrängt wird, je weiter voran die Wissenschaft ihre Fackel trägt. Noch zu Anfange unseres Jahrhunderts gab es keine Funktion des Körpers, worin nicht dies unbekannte Element der Lebenskraft eine bedeutende Rolle gespielt hätte, die Berufung auf sie zur Erklärung einer vorliegenden Thatsache hat jetzt schon keinen wissenschaftlichen Werth mehr, sie ist nur eine Umschreibung der Unwissenheit.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf