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