

# Über einige Erscheinungen und Leistungen des Blutstromes

nach einem Vortrage im naturwissenschaftlichen Vereine für Steiermark am  
14. December 1902.

Von

Rudolf Klemensiewicz.

---

Das Blutgefäßsystem des Menschen und der höheren Thiere bildet ein in sich geschlossenes System von Röhren, in welchen das Blut strömt. Deshalb spricht man auch vom Kreislaufe des Blutes.

Geht man vom Herzen aus, so kann man beim Menschen, einen Kreislauf vom Herzen beginnend durch den ganzen Rumpf und Kopf zum Herzen zurückgehend, unterscheiden von einem Lungenkreislauf, welcher vom Herzen zu den Lungen und wieder zurück zum Herzen geht. Man nennt den einen auch den großen oder Körperkreislauf, den anderen den kleinen oder Lungenkreislauf. — Beide zusammen stellen erst den ganzen Kreislauf dar, da der große Kreislauf von der linken Kammer beginnend, in der rechten Vorkammer des Herzens endend, hier unmittelbar in den Lungenkreislauf übergeht, der im rechten Herzen da beginnt, wo der große Kreislauf endet. Der Lungenkreislauf dagegen endet im Herzen dort, wo der große Kreislauf beginnt.

Es ist Ihnen bekannt, dass das Blut welches durch die rastlose Thätigkeit des Herzens in einer kreisenden Bewegung erhalten wird, jene Stoffe enthält, welche für die Erhaltung der Lebensthätigkeit aller Organe nöthig sind. — Die Stoffe werden in den Organen verbraucht. Diese müssen also dem Blute neuerdings wieder zugeführt werden. — Die Zufuhr der Stoffe geschieht hauptsächlich durch die Nahrungsaufnahme, und was den Verbrauch an Sauerstoff anlangt, durch die Lungenathmung.

Für diesen Wechsel an Stoffen, welcher zwischen den Organen und dem Blute zustande kommt, ist von den verschiedenen Theilen des Blutgefäßsystems, hauptsächlich ein Theil desselben von fundamentaler Bedeutung.

Dieser Theil ist das Haargefäßsystem oder die Capillaren. Der Name deutet darauf hin, dass es haarfeine Gefäßröhrchen sind. Das Wesentliche des Haargefäßsystems liegt darin, dass es als ein feines netzförmiges System von Röhrchen die Organe durchzieht, von einer Seite her das Blut empfängt und gegen die andere Seite, gegen das Herz zu, das Blut wieder abgibt.

In den meisten Organen wird das Haargefäßsystem von den Arterien gespeist und gibt sein Blut an Venen wieder ab. Nur in der Leber wird alles vom Verdauungsapparate kommende Blut, also das Venenblut in das Haargefäßsystem dieses Organes aufgenommen, während der arterielle Zufluss im Ver gleiche damit unbedeutend ist.

Wenn wir nun auch wissen, dass das Blut in einem in sich vollkommen geschlossenen Kreise von Röhren strömt, so ist damit noch nicht viel für eine Erkenntnis des Stoffaustausches gethan. Da wir wissen, dass das Röhrsystem an keiner Stelle seines Verlaufes eine directe Verbindung mit den Bestandtheilen der Organe hat, so können wir nur annehmen, dass die Versorgung der Organebestandtheile mit Nährmitteln durch das Blut, nur während des Stromlaufes durch die Wandungen der feinen Haargefäße hindurch, wird geschehen müssen.

Bevor wir auf diese Verhältnisse des Stoffaustausches im Gebiete der Haargefäße und auf die Kräfte welche ihn bewirken, zu sprechen kommen, will ich das Bild des Blutkreislaufes weiter ergänzen zu einem Bilde des gesammten Säftekreislaufes im thierischen Körper.

Ich habe früher bemerkt, dass Stoffe des Blutes in den Organen des Körpers verbraucht werden und deshalb wieder ersetzt werden müssen. Dieser Ersatz wird, soweit es nicht den Sauerstoff betrifft, durch die Verdauungsorgane besorgt.

Das Nährmateriale, welches vom Verdauungsapparate aufgenommen und verarbeitet wurde, wird durch eine besondere Bahn unmittelbar in das Blut übergeleitet.

Diese Bahn nimmt noch andere Körpersäfte auf, welche von allen Theilen der oberen und unteren Körperhälfte ihr zuströmen. — Die Zufuhr der aus den Organen abströmenden Säfte zum Blute geschieht durch ein besonderes System von Röhren.

Wir nennen die aus den Organen in eigenen, mit Klappen versehenen Canälen abströmende Flüssigkeit: Lymphe.

Die Lymphbahnen bilden eine wesentliche Ergänzung des gesammten Gefäßsystems. Eine der wichtigsten Adnexe des Lymphgefäßsystemes ist das Chylusgefäßsystem, welches das Nährmateriale aus dem Darne dem Blute zuführt.

Heute soll uns die Frage beschäftigen, in welcher Beziehung das Blut und die Lymphe zu einander stehen, eine Beziehung, welche von verschiedenen Gelehrten in verschiedener Weise erläutert wird.

Es ist unzweifelhaft, dass die Lymphe, welche aus den Organen abströmt, in letzter Linie vom Blute abstammen muss.

Das wird dadurch evident, dass das Blut die Organe durchströmt und die Lymphbildung vom Blutstrome in hohem Grade abhängig ist.

Immerhin ist das Blut doch nicht directe, sondern indirecte bei der Lymphbildung betheiligt.

Will man die Sache räumlich auffassen, so kann man sagen: Zwischen Blutbahn und Lymphbahn liegt das Gewebe der Organe.

Man muss sich vorstellen, dass die Blutbahn, und zwar jedes kleinste Stück eines Haargefäßes, allseitig von den Bestandtheilen der Organe umgeben ist. Diese den Blutgefäßen benachbarten Organtheile liegen den Capillaren meist nicht ganz dicht an, sondern es sind Spalträume zwischen den Wänden der Blutcapillaren und den Organtheilen vorhanden.

Diese die Blutcapillaren umgebenden Gewebelücken sind mit Flüssigkeit erfüllt. Wir nehmen ohne weiters an, dass diese Flüssigkeit aus dem Blute stamme. Außer diesen die Blutgefäße umgebenden Räumen ist jedes Organ noch von vielen Spalträumen durchzogen, welche untereinander in Verbindung stehen und ihren flüssigen Inhalt in die Lymphcanäle des Organes entleeren können.

Man kann diejenige Flüssigkeit, welche vom Blute stammend, im Capillargebiete die Gewebe durchrieselt, Transsudat nennen. In der That haben die Physiologen diese Bezeichnung eingebürgert, indem sie der, die Capillarschwand durchdringenden Flüssigkeit den Namen: „Ernährungstranssudat“ beilegten. Häufig wird Transsudat und Lymphe als identisch bezeichnet, das ist aber grundsätzlich falsch, da schon auf dem Wege einfacher Überlegung ermittelt werden kann, dass das Transsudat die Gewebe der Organe durchströmen muss, bevor es in die Lymphcanäle gelangt.

Wollten wir sehr streng logisch vorgehen, so müssten wir in folgender Weise unterscheiden:

1. Blut in den Capillaren.
2. Transsudat dicht außerhalb der Capillaren im Gewebe.
3. Gewebesaft, und zwar specifischer Antheil desselben in den Saftlücken des Gewebes.
4. Lymphe in den Lymphgefäßen.

In dieser Eintheilung wäre ein Bild gegeben, welches, vom Blute ausgehend, die Umwandlung der flüssigen Bestandtheile desselben in Lymphe darstellt.

Ich will nun einen Theil dieses Wissensgebietes, welches uns die Beziehungen des Blutkreislaufes zu den Geweben des Körpers erörtert, in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen.

Man sagt, das Blut liefert den Geweben die zum Wachsthum und zur Thätigkeit nöthigen Stoffe. Unter Gewebe sind hier alle Organe und insbesondere die anatomischen Elemente derselben zu verstehen.

Man nimmt an, dass die Stoffe, welche zum Leben der Organe nöthig sind, aus dem Blute aus- und in die Organe übertreten. — Die Organe haben nun eine sehr verschiedene Function und dementsprechend auch sehr verschiedenartige Bedürfnisse.

Ohneweiters ist es ersichtlich, dass der Verdauungstract seinen Zweck nur zu erfüllen vermag, wenn ihm vom Blute die für diesen Zweck dienlichen Substanzen zugeführt werden.

Ebenso verhält es sich mit den Muskeln, deren Zweck ein ganz anderer ist, ebenso verhält es sich mit dem Knochensystem, ebenso auch endlich mit dem Gehirn und anderen Organen. — Freilich in ganz allgemein naturwissenschaftlicher Form ausgedrückt, kann man sagen, dass die für das Leben der verschiedenen Organe nöthige Energie durch das Blut in Form von Nährmaterial zugeführt werde. — Aber es ist ohne weiters ersichtlich, dass verschiedene Organe entsprechend ihrer verschiedenen Thätigkeit in dieser Beziehung sehr divergente Anforderungen an das Blut stellen müssen. — Divergent nicht nur in Bezug auf die Menge der zu liefernden Stoffe, sondern auch divergent hinsichtlich der Art derselben.

Es widerspricht nun allen Erfahrungen, die man bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen thierischer und pflanzlicher Lebewesen gemacht hat, anzunehmen, dass allen Organen durch das Blut die gleichen Substanzen zur Verfügung gestellt werden und damit eine gewissermaßen verschwenderische Einrichtung zur Versorgung der Organe mit Nährmaterial zugestanden würde.

Ich sage, es ist unwahrscheinlich, dass bei der Divergenz der Organthätigkeit eine Einheitlichkeit der Organernährung bestünde.

Diesen Theil der Leistung des Blutstromes theoretisch zu erörtern, habe ich mir für heute auserwählt.

Um diese Leistungen auch nur annähernd beurtheilen zu können, ist es vor allem nöthig, sich eine Vorstellung zu bilden über die Kräfte, welche die Stoffe aus dem Blute in die Gewebe überführen.

Einen Theil dieser am Blutstrom zu beobachtenden Kraftäußerungen erörtert ein Transsudationsapparat.

Dieser Apparat gibt eine ganz schematische Darstellung des Flüssigkeitsverkehrs in einem Rohrsysteme, welches ähnliche Eigenschaften wie das Blutgefäßsystem der höheren Thiere hat und welches, ähnlich wie dieses, von Flüssigkeit durchströmt ist.

Dieses Schema des Blutstromes in den Gefäßen, welches von weiland Professor Moriz Körner eronnen und von mir weiter ausgebildet wurde, ist einseitig. — Einseitig, indem es nur gewisse Verhältnisse berücksichtigt.

Aber jede schematische Darstellung ist und muss einseitig sein, und es kann sich nur darum handeln, aus einem solchen Schema nicht mehr herauszuexperimentieren, als sich den Voraussetzungen entsprechend logisch daraus entwickeln lässt.

Dieses Schema macht die Voraussetzung, dass das Blut in Röhren strömt, und zwar unter einem bestimmten Druck.

Ferner wird vorausgesetzt, dass ein Theil des Rohrsystemes, das sind eben die Haargefäße, dünne und durchlässige Wandungen besitze.

Die Durchlässigkeit (Permeabilität) der Wandungen bedingt es, dass Flüssigkeit aus dem Innern des Rohres durch die Wandungen nach außen hindurchtreten kann.

Die nach außen durchgetretene Flüssigkeit sammelt sich um das Rohr, welches die Blutgefäße darstellt an, in einem Raume, welcher in Wirklichkeit den Geweben der Organe entspricht.

Schließlich ist noch die Voraussetzung gemacht, dass die außen angesammelte Flüssigkeit auf einem besonderen Wege abfließt und in die ursprüngliche Strombahn zurückkehrt.

Alle die hier angeführten Voraussetzungen treffen hinsichtlich des Verhaltens der Blutgefäße im Thierkörper zu. Der Bau eines solchen Schemas ist ein äußerst einfacher.

Von einem Apparate, welcher nur die Aufgabe hat einen immer gleich bleibenden Druck zu erzeugen, wird Wasser in ein Rohr eingeleitet.

Dieses Rohr, das Strömungsrohr, besteht in seinem Anfange aus einem Gummischlauche, in seiner Mitte aus permeablem Materiale und in seinem Endtheile abermals aus Gummischlauch.

Der mittlere permeable Theil ist eingeschlossen in ein weites Glasrohr, welches sowohl an den Anfangs-, als auch an dem Endtheile des Strömungsrohres aufgedichtet ist.

Aus diesem weiten Glasrohre, welches, wie ersichtlich ist, die schematische Darstellung des Organgewebes bildet, führt ein Abflussweg zu dem Endtheile des ganzen Systems.

An passenden Stellen sind Druckmesser angebracht, und zwar je einer vor und hinter dem Geweberohre, welche den Druck des zu- und abfließenden Wassers messen, und ein dritter, welcher den Druck im Geweberohre misst.

Es ist ersichtlich, dass dieser Apparat nur einen Theil des Blutgefäßsystemes darstellt. — Dasselbe ist reduciert auf ein einfaches, ganz unverzweigtes Rohr. — In diesem stellt der Anfangstheil die zuführende Arterie eines Organes, der Eintheil die Vene des Organes dar, während der mittlere Theil das Haargefäßsystem und das weite Rohr das Organ selbst darstellt.

Der Abflussweg aus dem weiten Glasrohre würde dementsprechend die aus dem Organe wegführende Lymphbahn darstellen. Der Apparat und die Versuche wurden in der Vorlesung demonstriert.

Mit Hilfe dieses schematischen Apparates ließ sich eine ganze Anzahl fundamentaler Gesetze für das Strömen von Flüssigkeit in Röhren mit durchlässigen Wandungen auffinden.

Diese Gesetze können sowohl auf das Strömen des Blutes unter normalen, als auch und zwar insbesondere, unter krankhaften Verhältnissen angewendet werden.

Es ist selbstverständlich, dass diese Gesetze nur insoweit auf den Blutstrom anwendbar sind, als dieser als Flüssigkeitsstrom ohne Rücksicht auf seine stoffliche Zusammensetzung betrachtet wird.

Alle diese Gesetze lassen sich auf eine physikalische Erscheinung, nämlich auf den Durchtritt von Flüssigkeit durch eine Membran unter dem Einflusse eines Druckunterschiedes zurückführen. — Diese Erscheinung nennt man bekanntlich Filtration.

Dieses Schema erörtert also den Flüssigkeitsstrom zwischen Blutgefäßsystem und Gewebe unter der Voraussetzung, dass die treibende Kraft für den Durchtritt der Flüssigkeit der Filtrationsdruck sei.

Wie schon erwähnt, treffen diese Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade für normale Verhältnisse des Blutkreislaufes zu, sind aber in weit höherem Grade für Erscheinungen des krankhaften Kreislaufes von Bedeutung.

Ein solches Beispiel krankhafter Veränderung des Kreislaufes will ich hier kurz erörtern, weil ich Ihnen derartige Verhältnisse später am lebenden Blutkreislaufe zeigen will.

Wenn durch irgendwelche Ursachen der Abfluss des Blutes aus den Venen behindert oder gar unmöglich ist, so kommt es zu einer gewaltigen Stauung des Blutes im ganzen Gefäßgebiete, welches vor dem Hindernisse liegt.

Schließlich kann es zum Stillstande des Kreislaufes kommen.

Dabei tritt natürlich eine sehr beträchtliche Erhöhung des Druckes im Capillargebiete und damit ein vermehrter Durchtritt von Blutflüssigkeit in die Umgebung auf.

Ganz ähnlich verhält es sich bei jener krankhaften Veränderung, welche wir die Entzündung nennen.

Während in früheren Falle die venöse Stauung das primäre und die vermehrte Flüssigkeitsausscheidung durch die Capillarwand das secundäre ist, ist es bei der Entzündung umgekehrt.

Bei der Entzündung sind die Blutgefäße verändert, die Haargefäße sind viel durchlässiger geworden, als unter normalen Verhältnissen.

Es tritt so viel Flüssigkeit hindurch, dass die Lymphbahnen diese großen Massen von Gewebeflüssigkeit nicht rasch genug ableiten können. So kommt es zu einer gewaltigen Drucksteigerung und Schwellung in den Geweben.

Wenn wir diese Verhältnisse am schematischen Apparate nachahmen wollen, so gelingt das sehr einfach.

Wir brauchen nur die Voraussetzung zu machen, dass die Lymphbahn ungenügende Mengen von Flüssigkeit ableitet. Den äußersten Grad dieses Mangels erzielen wir am Apparate durch totale Absperrung dieses Seitenrohres, welches die Lymphbahn darstellt.

Man wird sofort sehen, dass es zu einer gewaltigen Stauung kommt und dass schließlich der Flüssigkeitsstrom aufhört.

Wir müssen uns aber, wie schon früher hervorgehoben wurde, sofort eingestehen, dass dieser schematische Versuch an Einseitigkeit leidet, da er eine Reihe von sehr wichtigen Eigenschaften des Blutes einerseits und der Gewebeflüssigkeiten andererseits nicht berücksichtigt.

Was das Blut anlangt, so kommt dessen Natur als Suspensionsflüssigkeit in Betracht, und außerdem müssen wir die stoffliche Zusammensetzung sowohl des Blutes als auch der die Haargefäße umgebenden Gewebeflüssigkeit berücksichtigen.

Was das Blut als Suspensionsflüssigkeit betrifft, so ist es selbstverständlich, dass eine Flüssigkeit, in welcher im Cubikmillimeter etwa 5,000.000 Körperchen aufgeschwemmt sind, beim Filtrationsproceße sich anders verhalten wird, als eine rein wässrige Flüssigkeit.

Auf einige Verhältnisse, welche die Eigenschaft des Blutes als Suspensionsflüssigkeit betreffen, werde ich später zu sprechen kommen.

Jetzt will ich einiges anführen, was uns hilft, den Säfteverkehr im thierischen Organismus vom Standpunkt der stofflichen Verschiedenheit zwischen Blut und Gewebesaft zu beurtheilen.

Da auf diesem Gebiete noch sehr viel zu leisten ist, so werden Sie es entschuldigen, wenn ich mich auf die einfachsten Auseinandersetzungen beschränke.

Die hier zu erörternden Fragen gehören in jenes Gebiet der Erscheinungen, welche der Physiker osmotische nennt.

### Osmose.

Es ist die Voraussetzung gemacht, dass die Zusammensetzung des Blutes eine innerhalb gewisser Grenzen schwankende, aber in diesen gleichmäßige sei, dagegen ist die Zusammensetzung der Organsäfte eine sehr mannigfaltige.

Jedes Organ wird seiner Thätigkeit entsprechend eine bestimmte stoffliche Zusammensetzung der in ihm enthaltenen Säftemasse zeigen. — Der Verschiedenheit des Organbaues und der Function entsprechend, müssen dem-

nach die Gewebesäfte verschiedener Organe auch sehr verschiedene stoffliche Zusammensetzung zeigen. — Es gibt nur wenige Organe, deren stoffliche Zusammensetzung jener des Blutes ganz nahe kommt; die meisten Organe zeigen in dieser Hinsicht eine mehr oder minder beträchtliche Abweichung von der stofflichen Beschaffenheit des Blutes.

In dieser Hinsicht ist also die früher gemachte Voraussetzung richtig.

Nun lehrt uns die Physik: wenn zwei Flüssigkeiten von verschiedener stofflicher Zusammensetzung durch eine Membran getrennt sind und diese Membran ist durchgängig, so tritt Flüssigkeitsverkehr auf. — Diese Flüssigkeitsbewegung, infolge stofflicher Differenz der Lösungen, heißt Diffusion.

Um beurtheilen zu können, ob im Gebiete der Capillaren die Bedingungen für die Diffusion vorhanden seien, will ich einige fundamentale Versuche demonstrieren.

Dazu muss ich ein wenig weiter ausholen. Wenn man eine Lösung von Kupfervitriol in Berührung bringt mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz oder Ferrocyankalium, so bildet sich ein kupferrother Niederschlag von Ferrocyankupfer.

Dieser Niederschlag bildet sich auch in einer Thonzelle, wenn ich dieselbe erst mit der Kupferlösung fülle und dann in eine Lösung von Ferrocyankalium stelle. Der Botaniker Pfeffer hat sich auf diese Art viele solcher Zellen hergestellt. — Wird nun der Innenraum einer solchen Zelle mit einer ziemlich concentrirten Kupferlösung gefüllt und diese dann in eine sehr verdünnte Ferrocyankalium-Lösung gebracht, so findet man, dass weder Kupfer nach außen, noch Ferrocyankalium nach innen gelangt. Doch bemerkt man, dass die Flüssigkeitsmenge im Innern zugenommen hat.

Man sieht also, dass Kupfervitriol und Blutlaugensalz bei Berührung einen Niederschlag bilden, welcher als Membran in einem Thoncyliner erzeugt, weder Kupfer noch Blutlaugensalz durchlässt.

Solche Membranen nennt man Niederschlagsmembranen.

Ebenso wie Kupferlösung und Blutlaugensalz, bilden auch eine Gerbsäurelösung mit Leimlösung, eine Niederschlagsmembran von Gerbsäureleim.

Wegen der Eigenschaft dieser Membranen keinem der Membranbildner sondern nur dem Lösungsmittel, in diesem Falle dem Wasser, den Durchtritt zu gestatten, nennt man solche Membranen halbdurchlässig, „semipermeabel“.

Mittels solcher Membranen hat Pfeffer eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, von denen ich Ihnen einige mittheile.

Füllt man nun den Innenraum einer solchen Pfeffer'schen Zelle mit gewissen Salzlösungen oder mit Zuckerlösung und stellt dann den ganzen Apparat in reines destilliertes Wasser, so bemerkt man dass alsbald die Flüssigkeit im Manometer des Innenraumes steigt.

Es entsteht im Innenraum ein höherer Druck, als dem äußeren Drucke des destillierten Wassers entspricht.

Dieser Druck entsteht lediglich dadurch, dass im Innenraum, im Wasser eine wirksame Substanz gelöst enthalten ist. Man nennt diesen Druck den osmotischen Druck, alle damit zusammenhängenden Erscheinungen Osmose. Die durch osmotische Druckdifferenz erzeugte Bewegung ist die Diffusion.

Mit Hilfe solcher Apparate hat Pfeffer gefunden, dass die Höhe des osmotischen Druckes abhängig ist:

1. von der Natur des gelösten Stoffes,
2. von der Menge desselben in der Volumeneinheit der Lösung, d. i. der Concentration,
3. von der Temperatur.

So fand Pfeffer den Druck, in *cm Hg* gemessen, für gleich concentrirte Lösungen bei derselben Temperatur für:

Rohrzuckerlösung	47.1
Dextrinlösung	16.6
Salpeterlösung	178.0
Kaliumsulfatlösung	193.0
Gummilösung	7.2

Alle Zellen thierischer und pflanzlicher Organismen stellen solche osmotische Zellen dar und de Vries hat mit Pflanzen-

zellen Versuche angestellt, deren Resultate durch folgende Zahlen charakterisiert sind.

Wenn der osmotische Druck von Rohrzucker durch die Zahl 1·88 bestimmt wird, so entspricht:

Invertzucker	der Zahl	1·88
Apfelsäure	„ „	1·98
Weinsäure	„ „	2·02
Citronensäure	„ „	2·02
Kaliumnitrat	„ „	3·0 u. s. f.

Es ist sofort ersichtlich, dass die mineralischen Salze und andere organische Substanzen, insbesondere Säuren, einen verhältnismäßig hohen osmotischen Druck zu erzeugen vermögen, während andere organische Verbindungen, wie solche in großer Zahl in den Organgeweben der Pflanzen und Thiere vorkommen, in dieser Hinsicht weniger wirksam sind.

Insbesondere gilt das für Eiweiß und Leims-substanzen und auch für Fette, soweit das im Thierkörper gewöhnliche Lösungsmittel, das Wasser, in Betracht kommt.

Kehren wir nun zu unseren Betrachtungen über den Flüssigkeitsaustausch zwischen dem Blute und den Haargefäßen und der umgebenden Gewebeflüssigkeit zurück.

Die Untersuchungen über den Bau der Capillarwand ergaben, dass dieselbe allerdings unter gewissen Voraussetzungen als osmotische Membran betrachtet werden kann. Auch die Eigenschaft der Semipermeabilität wird möglicherweise in ihr realisiert sein. Da aber halbdurchlässige Niederschlagsmembranen zwar für die den Niederschlag bildenden Stoffe, nicht aber für alle übrigen Substanzen undurchlässig sind, so ist klar, dass eine solche Eigenschaft der Capillarwand nur für einzelne gelöste Stoffe, welche sie bespülen, angenommen werden kann.

Das ist deshalb eine annehmbare Voraussetzung weil sowohl das Blut, als auch die Gewebesäfte in diesem Sinne betrachtet, ein Gemische sehr vieler theils osmotisch wirksamer, theils weniger wirksamer Stoffe darstellen.

Wie schon früher erwähnt wurde, kann im allgemeinen jeder Gewebesaft eines Organes, als die osmotisch wirksamere Substanz gegenüber dem Blute betrachtet werden.

Diese Thatsache ergibt sofort, dass die durch die osmotische

Druckdifferenz bedingte Flüssigkeitsdiffusion eine Richtung hat, welche Stoffe aus dem Blute in das Gewebe führt.

Aber die Kenntniss der osmotischen Verhältnisse an Niederschlagsmembranen ermöglicht noch eine andere Anwendung derselben auf die Verhältnisse des Säfteverkehres im Organismus.

Jedes Organ entwickelt seine spezifische Thätigkeit und verbraucht bei dieser und beim Wachsthum spezifische Substanzen des Blutes. Die Auswahl dieser Substanzen, welche den Organen durch das Blut zugeführt werden, kann man sich durch die osmotischen Permeabilitäts-Verhältnisse der Capillarwand bewirkt denken. Um einen physikalischen Ausdruck in diese Theorie einzuführen, könnte man sagen, die Capillarwand ist der chemischen Beschaffenheit der Gewebesäfte entsprechend in verschiedenen Organen verschieden polarisiert.

Die Entstehung einer solchen Eigenart der Capillarwand ist verständlich, da die Blutgefäße mit den Elementen der Organe gleichzeitig entstehen und unter fortdauernder Bepflügelung durch die Gewebeflüssigkeit sich ausbilden.

Wir haben nun eine Reihe von Erörterungen entwickelt, aus denen hervorgeht, dass beim Säfteverkehre im Capillargebiete sowohl Filtration, als auch Osmose bethätigt sein können. Wir haben damit zwei Quellen von Kräften kennen gelernt, welche den Stoffwechsel innerhalb des Capillargebietes vermitteln.

Trotzdem nun das Capillarrohr ein so äußerst zartes Gebilde darstellt, dessen Wand aus einer einzigen Lage dünner plattenförmiger Zellen gebildet wird, so sieht man von ihr doch eine Reihe von Erscheinungen ausgehen, welche darauf hindeuten, dass die Thätigkeit derselben eine sehr mannigfaltige und complicierte ist.

So sehen wir, dass gewisse Eiweißlösungen durch tote Membranen nicht hindurchtreten können. Runeberg hat nachgewiesen, dass auch sehr grobe Filter schließlich keine Spur Eiweiß mehr filtrieren lassen.

Die Capillarwand ist aber unter normalen Verhältnissen für die osmotisch nahezu unwirksamen Eiweißsubstanzen durch-

gänglich. Diese Annahme ist unbedingt nöthig, wenn wir die Verhältnisse der Mechanik des Stoffaustausches unserer Erkenntnis zugänglich machen wollen. Es besteht somit zwischen den Eigenschaften der todtten thierischen Membran und der lebenden Capillarwand ein wesentlicher Unterschied.

Dieser Unterschied liegt eben darin, dass die lebende Capillarwand unter normalen Verhältnissen zeitlebens die benachbarten Gewebe mit einer eiweißhältigen Flüssigkeit besäet.

Da nun die osmotischen Kräfte für diese Eiweißzufuhr aus dem Blute durch die Capillarwand in die Organe nahezu nicht in Betracht kommen, so müssen wir nach anderen Kräften fahnden, welche die Leistung bewirken.

Eine Art von Kräften haben wir bereits eingangs kennen gelernt, es sind das die Kräfte, welche Filtration bewirken. In der That lässt sich zeigen, dass auf dem Wege der Filtration nahezu die gesammte Blutflüssigkeit aus den Haargefäßen austritt und durch die Wand derselben in das umgebende Gewebe gelangt. Um das zu sehen, ist es nöthig, den Blutkreislauf unter dem Mikroskope<sup>1</sup> zu beobachten und dann die Venen, welche das Blut abführen, durch Unterbindung unwegsam zu machen. Man sieht dann, dass unter dem Mikroskope der Blutstrom auffällig reich an körperlichen Elementen wird; er verlangsamt sich immer mehr und mehr und gelangt endlich ganz zum Stillstande. Ehe das geschieht, schwankt die Blutsäule pendelnd hin und zurück, wobei die Blutkörperchen, die anfangs in Flüssigkeit aufgeschwemmt schweben, immer näher aneinanderrücken und endlich zu einer dichten scharlachrothen Masse zusammengepresst werden. Die Erklärung dieser Erscheinung ist naheliegend.

Unter dem Einflusse des erhöhten Druckes wird das Blut, welches in den Arterien zuströmt, gegen das Hindernis in den Venen zusammengepresst. Bei diesem Processe verlässt in den durchlässigen Capillaren nahezu die ganze plasmatische Flüssigkeit das Innere der Haargefäße und tritt durch die Gefäßwand nach außen.

<sup>1</sup> Beim Frosche in der Schwimmhaut.

Leider herrschen bei diesem Versuche keine normalen Verhältnisse. Das lässt sich auch schon daraus entnehmen, dass nach dem Aufhören der Strömung an manchen Stellen Blutungen entstehen, das heißt rothe Blutkörperchen werden ebenfalls in das Gewebe gepresst.

Man darf aber nicht vergessen, dass auch die quantitativen Verhältnisse zu berücksichtigen sind.

Wenn bei totaler Absperrung der Venen alles Blutplasma (Blutflüssigkeit) durch die Capillarwand hindurchtritt, so kommt das bei partieller Absperrung der Venen auch nur theilweise zustande. — Man könnte also dementsprechend annehmen, dass der Durchtritt der Flüssigkeit durch die Capillarwand dem Drucke entsprechend zustande kommt.

Nun herrscht aber auch unter normalen Verhältnissen, insbesondere bei erweiterten Arterien, ein Druck in den Capillaren, welcher höher ist, als der des Gewebes in der Umgebung derselben. — Es müsste also, dieser Druckdifferenz entsprechend, auch unter normalen Umständen ein Übertritt von Blutplasma in das Gewebe stattfinden, wenn auch in viel geringerem Maße, als bei der venösen Stauung.

Gegen eine derartige Auffassung der Bildung des Gewebe-saftes hat man von vielen Seiten Einwände erhoben.

Insbesondere waren es die Resultate von Versuchen, welche die Physiologen über die Thätigkeit der drüsigen Organe angestellt hatten, welche dieser Vorstellung zu widersprechen scheinen.

Die Ausscheidung der Secrete drüsiger Organe, wie zum Beispiel des Speichels, des Schleimes, des Harnes, erfolgt nicht unter dem ausschließlichen Einflusse des Blutdruckes, sondern hauptsächlich unter dem Einflusse der Drüsenzellen, welche diese Organe zusammensetzen.

Wenn wir nun aber die Producte der Thätigkeit dieser Organe betrachten, das Secret, so haben wir da etwas kennen gelernt, was durchaus nicht irgend einem der Säfte, die wir eingangs besprachen, functionell ähnlich ist.

Ich habe dort der Übersicht wegen die Übergänge der

stofflichen Umbildung der Körpersäfte in Lymphe durch die Stufenleiter: Blut, Transsudat, Gewebesaft, Lymphe, charakterisiert.

In keinen dieser Säfte gehört das Secret.

Man kann nur so viel sagen, dass das Secret sich aus dem Gewebesaft durch die spezifische Thätigkeit der Drüsenzellen herausbildet.

Im Secrete liegt uns das materielle Product einer Organfunction vor.

Was für die Drüse das Secret, das bedeutet für den Muskel die Contraction, für das Ohr die Schallempfindung, für das Gehirn der Gedanke.

Es sind, wie die Überlegung zeigt, nur äußerliche Eigenschaften, die das Secret der Lymphe anderen Gewebesäften ähnlich erscheinen lassen.

Trotz dieser Verschiedenheit des Ursprunges von Secret und Transsudat hat man aber doch den Elementen, welche die Wand der Haargefäße zusammensetzen, eine secretorische Thätigkeit zugeschrieben.

Die Capillarwand besteht nämlich thatsächlich aus Zellen. Diese sind äußerst zarte Plättchen, welche innig aneinandergefügt, ein geschlossenes Rohr bilden.

Vergleicht man diese Gefäßwandzellen mit den Drüsenzellen, so bietet schon der Bau große Unterschiede.

Während alle Drüsenzellen der verschiedensten Drüsen, wie Leber, Lymphdrüsen, Speicheldrüsen, Schleimdrüsen, Schweißdrüsen, Niere u. s. w. darin übereinstimmen, dass sie ein, aus viel gekörnter Protoplasmamasse bestehendes Gebilde, darstellen sind die Gefäßwandzellen flache, abgeplattete Zellen, die sehr arm an Protoplasma sind. Es gibt aber noch zahlreiche andere Merkmale, welche die Verschiedenheit dieser beiden Zellarten charakterisieren.

Um nicht zu weitschweifig zu werden, will ich hier nur kurz bemerken, dass außer den gestaltlichen Unterschieden noch functionelle Unterschiede bestehen, welche durch physiologische Versuche klargelegt werden können. Auf diese einzugehen, ist hier nicht der Ort, da es sich um complicierte Thierexperimente handelt, welche für die Forschung allerdings unerlässlich sind, aber meines Erachtens am besten nur in der stillen Zurück-

gezogenheit des Laboratoriums für wissenschaftliche Zwecke in Betracht kommen sollen.

Ich vermeide deshalb eine Demonstration, aber auch eine eingehende Besprechung solcher Experimente, welche ja auch dem Experimentator nur durch den Zwang der unerlässlichen Nothwendigkeit aufgenöthigt werden und zu den gemüthlich aufregendsten Thätigkeiten des Naturforschers gehören.

Auf Grund unserer Kenntnisse über die Drüsenenthätigkeit und auf Grund der Resultate von Experimenten über Lymphbildung unter dem Einflusse verschiedener Substanzen muss nun diese Ansicht der secretorischen Thätigkeit der Capillarwand abgelehnt werden.

Es bleibt somit für die Bildung des Transsudates nur die Annahme zu Recht bestehen, dass dieses durch Filtration und durch osmotische Kräfte gebildet wird.

Da das Transsudat nichts anderes als die aus dem Blute durch die Capillarwand durchtretende Flüssigkeit ist, so entsteht die Frage, ob das Transsudat in stofflicher Hinsicht identisch sei mit dem Plasma.

Es wurde schon früher mitgetheilt, dass das höchst wahrscheinlich nicht der Fall sei.

Sowohl durch den einfachen Vorgang der Filtration können schon sehr beträchtliche Änderungen der Zusammensetzung bedingt sein. Durch Filtration werden nicht nur ungelöste Partikel, sondern auch gelöste oder stark gequollene Substanzen am Filter zurückgehalten werden können.

Noch mehr kann der osmotische Diffusionsprocess zur Änderung der stofflichen Zusammensetzung des Transsudates gegenüber der des Blutplasmas beitragen.

Es wird Aufgabe weiterer Forschungen sein zu ermitteln, ob und in welchem Sinne die Blutgefäßsysteme verschiedener Organe eine der Function des Organes entsprechende Auswahl der Stoffe aus dem Blute zu leisten vermögen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Klemensiewicz Rudolf

Artikel/Article: [Über einige Erscheinungen und Leistungen des Blutstromes. 231-247](#)