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

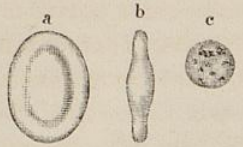

Fig. 6. Blutelemente des Frosches, bei 500maliger Vergrößerung. a. Ovales Blutkörperchen von der Fläche gesehen. b. Dasselbe von der Kante aus. c. Farbloses Lymphkörperchen.

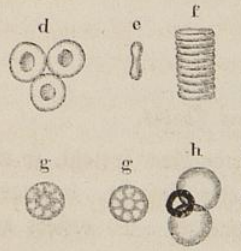

Fig. 7. Blut- und Lymph-Elemente des Menschen, bei 800facher Vergrößerung. d. Blutkörperchen, von der Fläche gesehen. e. Eines von der Kante aus. f. Rolle von aneinandergeklebten Blutkörperchen. g. g. Farblose Lymphkörperchen. h. Fettbläschen (Oeltröpfchen) aus dem Chylus, welche diese Flüssigkeit milchig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