
VII.

Dr. Jgnaz Döllinger

Königl. Baier. Hofr. und Prof. zu Würzburg, ord. ausw. Mitglied der königl.
Akademie der Wissenschaften.

vom

Kreislaufe des Blutes.

Verzeichniss der Schriften, welche in der Abhandlung
angeführt sind.

H. Baker. Das zum Gebrauche leicht gemachte Microscopium a.
d. Engl. Zürich. 1756.

J. A. Braun. Meletemata quaedam circa doctrinam de motu san-
guinis. Diss. Jenae 1792. 4.

J. Carson. An inquiry into the causes of the motion of the blood.
Liverpool 1815. 8.

W. Cheselden. The anatomy of the human body. The VII Edi-
tion. London 1756. 8.

G. Floerke. Diss. transitus Sanguinis per Vasa minima. in Halleri
Collectione, T. II.

J. B.

J. B. Friedreich. Diss. de nisu formativo. Würzeb. 1818. 8.

A. Hales. Statical essays containing haemastatiks. London 1733. 4.

A. v. Haller. Elementa physiologiae id. Opera minora. T. I.

NB. Ich führe immer diese an statt der minder vollständigen: Memoires sur le mouvement du sang. Lausanne 1756. 8.

G. Harvey. Exercitatio anatomica de motu cordis et Sanguinis. Roterodami 1648. 12.

A. Leeuwenhoek. Arcana naturae detecta. Delphis bat. 1695. 4.

NB. Die Blätter haben die Aufschrift: Experimenta et contemplationes, und so werden sie auch citirt.

eiusd. Epistolae physiologicae. Delphis 1719. 4.

— Epistolae ad societatem regiam anglicam et alios illustres viros. Lug. Batav. 1719. 4.

NB. Die Blätter haben die Aufschrift: continuatio arcanorum naturae, u. so werden sie auch citirt

M. Malpighii. Opera omnia. Londini 1686. Fol.

eiusd. Opera posthuma. Londini 1697. Fol.

C. Merk. Inaugural-Abhandlung von der thierischen Bewegung. Würzburg 1818. 8.

E. Niemann. Diss. de vi propulsoria sanguinis neganda. Bero- lini 1815. 8.

G. Chr. Reichel. De sanguine eiusque motu experimenta. Lipsiae 1767. 4.

G. E. Remus. Experimenta quaedam circa circulationem sanguinis instituta. Diss. Goettingae 1752. 4.

M.

- M. Senac.* Traité de la structure du coeur. T. II. à Paris 1749. 4.
- L. Spallanzani.* De' fenomeni della circolazione osservate nel giro universale dei Vasi. In Modena 1773.
- S. T. v. Soemmerring.* Ueber das feinste Gefäßnetz der Aderhaut im Augapfel.
- J. B. Wilbrand.* Physiologie des Menschen. Giessen 1815.
derselbe in den Altenburger Annalen.
- R. Whytts.* Sämmtliche zur theoretischen Arzneikunst gehörige Schriften a. d. E. ü. v. J. E. Litzau. Berlin und Stralsund. 1790. 8.

Gewöhnlich nimmt man an, Harvey sey der Entdecker des Kreislaufes, wenigstens habe er, der Erste, das Daseyn desselben durch directe Versuche und Beobachtungen erwiesen. Allein diese Behauptung ist nur zum Theil, und unter gewissen Einschränkungen wahr; denn eigentlich hatte Harvey das Phänomen des Kreislaufes gar nicht beobachtet, nie selbst gesehen, sondern nur durch Schlüsse, welche er aus sicher ausgemittelten Thatsachen zog, zu beweisen gesucht: Wie denn auch Haller fühlte, indem er, nachdem er die von Harvey für den Kreislauf vorgebrachten Gründe aufgezählt hat, ausruft: „*Supererat ut ipsis oculis circuitus sanguinis subjiceretur* *); und Harvey selbst nennt die Thatsachen, von welchen aus er auf den Kreislauf schließt, „*supposita*“. Auf solche Weise hat uns der Unsterbliche ein gar schönes Beispiel ächter Erfah-

*) Elem. Phys. L. III. S. III. §. 20.

fahrungserkenntnifs, welche nicht bei dem Sinnlichen allein stehen bleibt, sondern aus dem vernünftigen Gebrauche der Wahrnehmung hervorgeht, zugleich mit der wunderbaren Lehre hinterlassen.

Bekanntlich erregte die harvey'sche Lehre bald einen heftigen Streit, und wenn auch dieser auf keine Weise lehrreich wurde, oder etwas zur nähern Entwicklung oder festern Begründung der neuen Lehrsätze beytrug, so verursachte doch die Wichtigkeit der Sache, daß wir an ihm ein vollendetes Muster jenes häßlichen Benehmens besitzen, wozu Vorurtheile, Leidenschaftlichkeit und Roheit des Gemüthes nicht selten bei gelehrten Streitigkeiten führen: und dieser Eine Zank zeigt uns von Seite der Feinde Harvey's in sehr concentrirter Form jede Verkehrtheit, wie wir sie wohl einzeln und verwaessert bei geringeren Veranlassungen zu finden, angewöhnt werden.

Nachdem die Wahrheit über die Unvernunft gesiegt hatte, fiel das Heer der Jatro-mathematiker über den Kreislauf her, mit dem ernstlichen Willen, diese Grunderscheinung des Lebens so schnell wie möglich zu tödten, indem sie nur lediglich die Aeusserlichkeiten des Blutsystems aufgreifend, den Begriff desselben zu ersticken suchten. Auch Descartes, dieser Grundpfeiler der Atomistik, hatte frühzeitig mit Wärme an der neuen Lehre Antheil genommen.

Inzwischen konnte man sich über einen sehr wesentlichen Punkt in der Lehre vom Kreislaufe des Blutes nie recht verständigen, nämlich über den Ausgang des Blutes aus den Arterien und dessen Eingang in die Venen. Harvey selbst ließ die Sache gänzlich unbestimmt, da es gerade derjenige Moment seiner Theorie war, auf welchen er durch Schlüsse, und nicht durchs Experiment geleitet wurde; nur im Allgemeinen behauptete er, das Blut, wel-

welches von dem Herzen in die Arterien abfließe, müsse in die Venen kommen, und das in den Venen dem Herzen zuströmende Blut, müßten diese von den Arterien erhalten haben; wie aber dieses geschehe, wird nirgends gesagt; ja es ist bei Harvey an mehreren Orten *) die Rede von dem Durchgange des Blutes durch das Fleisch und Parenchyma, vom Einsaugen der Venen, von Porositäten im Leibe, welche das Blut durchlassen: so daß er sogar im 16ten Capitel, wo er in gedrängter Kürze seine neue Lehre darlegt den Kreislauf *circularem quemdam motum*, eine Art Kreislaufes nennt.

Diesem Mangel der harveyschen Entdeckung kam nun die Autopsie zu Hülfe: Malpighi, Leeuwenhök, Cowper, Molyneux, Cheselden, Baker, A. Hales und noch andere haben zum Theil schon frühzeitig den wirklichen Fortgang des Blutes in ununterbrochenen Strömen vom Herzen ab, und zurück zum Herzen gesehen. Da sich aber diese Beobachter hie und dort zweideutig über ihre Wahrnehmungen ausdrückten, da einige Behauptungen gerechtes Mißtrauen erregten, da auch der Art Beobachtungen selbst einige Beschwerlichkeit haben, da die an einer Stelle des Leibes angestellte Untersuchung noch nicht den Schluß zuläßt, daß es sich überall, in allen Organen, auf gleiche Weise verhalte, so fand die von mehreren Seiten bestätigte Erfahrung nicht allgemein beifälligen Glauben, und namentlich sucht die Stahlische Schule auszuweichen. Haller trat späterhin, durch eigenen Augenschein belehrt, jenen bei, welche die ununterbrochene Strömung des Blutes durch die Enden der Arterien und Anfänge der Venen behaupteten; und überdies noch bot die sich immer mehr verbreitende Kunst, die Gefäße des Thierleibs mit verschiedenen Injectionsmassen anzufüllen, manches dar, was für die Continuität der zu- und ab-

*) Exercitationes p. 89. 118. 134.

abführenden Adern zu sprechen schien. Vor allen aber glänzen Spallanzani's vielseitige, genaue, in jeder Hinsicht vollständige, höchst unpartheiische Beobachtungen, welche wohl geeigenschaftet gewesen wären, jeden noch vorhandenen Zweifel zu zerstreuen, wenn man ihnen die billige Aufmerksamkeit hätte schenken mögen. Es ist schon einmal gesagt worden, und bei Ansicht der vor Kurzem vorgenommenen Prüfung der Lehre vom Kreislaufe *), so wie bei der Bearbeitung der Geschichte des bebrüteten Eyes drang es sich auf, daß es unbegreiflich sey, wie man so schmählich Spallanzani's Beobachtungen habe hintansetzen und vernachlässigen können.

Klar ist es übrigens, daß dasjenige, was alle Beobachtungen zusammengenommen uns über den Kreislauf des Blutes lehren, für den Physiologen ein todttes Kapital ist, so lange er nicht versteht, die einzelnen Erscheinungen zu einem Ganzen zu verbinden, den Kreislauf selbst aus der Idee des Thierlebens begreift, und die innige Verknüpfung des beweglichen Blutsystems mit dem übrigen Leben hell und deutlich erkennt. Da nun eine solche durchdringende Anschauung des Thierlebens, welche uns jedes Phänomen nach seiner Bedeutung und Beziehung zu dem Ganzen sehen liefse, bis izt wenigstens noch zu den frommen Wünschen gerechnet werden muß, so ist eine gewisse Unruhe und Unzufriedenheit, wie solche die natürliche Folge der undeutlichen Erkenntniß und des Gefühls eines Mangels, welchem die nüchterne Wahrnehmung nicht abzuhelpen vermag, ist, leicht erklärlich, und dieser zum Theil unbewußten innern Unzufriedenheit ist es zuzuschreiben, wenn von Zeit zu Zeit über das, was die Erfahrung schon entschieden zu haben scheint, neue Zweifel sich regen, wenn mit Gewalt Widersprüche in den Wahrnehmungen hervorgesucht werden, oder wenn
man

*) Allgemeine medicinische Annalen, Jahr 1816, Januar, Februar, Juny.

man sich bestrebt, der alten Sache eine neue Seite abzugewinnen, von welcher aus ihr besser beyzukommen seyn möchte. Von diesen Umständen, dann auch von der Ueberzeugung, daß die Praxis der Medicin bis izt noch nicht so viele Vortheile aus der Lehre vom Kreislaufe habe ziehen können, als man sich vielleicht von ihr versprach, rührt es wohl her, daß man neuerlich zu verstehen geben wollte, es habe überhaupt mit dem ganzen Kreislaufe des Blutes nicht viel zu bedeuten, und es verlohne sich nicht der Mühe, von der Harvey'schen Entdeckung viel Aufsehens zu machen, was uns an den Fuchs erinnert, welcher sich über die unerreichbare Höhe der Trauben damit tröstete, daß sie noch nicht reif wären?

Gleichwohl bleibt in der Naturlehre des thierischen Organismus die Theorie des Blutumlaufes immer eine der wichtigsten, sey es, weil ein mit dem Leben in so innigem Verbande stehendes Phänomen die größte Aufmerksamkeit fordert, oder weil so viele andere Untersuchungen sich an diese Lehre anschließen, und ohne gründliche Einsicht in dieselbe, so mannigfaltige Probleme keine Auflösung erwarten dürfen. Ein schönes Beyspiel ernstlicher Forschung über die Natur der Blutbewegung gab vor nicht gar langer Zeit Wilbrand: durchdrungen von der Idee der Metamorphose stellte er folgende Sätze *) auf: Das arterielle Gefäßsystem geht in den einzelnen Gebilden des Körpers in eine wahre Auflösung allmählig über: Der Uebergang läßt sich nicht darstellen, aber es läßt sich eine Substanz zeigen, welche nicht mehr Gefäß ist. Das venöse Gefäßsystem geht in der stätigen Generation aus der Substanz, die nicht Gefäß ist, wieder hervor, und zwar so, wie sich aus derselben wieder durch eine Verflüssigung Blut bildet. Es findet sich mithin keine Verbindung zwischen den arteriellen und venösen Gefäßen, weder durch eine Umbeugung der ersten, noch durch

*) Physiologie §. 264. F.

durch ein zwischenliegendes Haargefäßssystem. Das Blut gelangt nicht aus der Arterie in die Vene, und was sich in den Venen zum Herzen hinbewegt, hat nicht zunächst als Blut in den Arterien existirt, sondern ist in der fortdauernden Bildung und Verwandlung der einzelnen Gebilde des Körpers ganz von neuem erzeugt worden. Das was die Verbindung der Arterie mit der Vene hindert, ist eigentlich ein Erstarren des Blutes, ein Verstopfen der Arterie durch das Blut, welches erstarrend Eins wird mit der Wand, so daß die Arterie aufhört, weil sie ihr Lumen einbüßt; und das Blut verloren geht, weil es mit der Arterie verschmilzt.

Ich kann nicht bergen, daß mir gleich anfänglich diese Theorie beyfallswerth erschienen habe: Die Annahme einer fortwährend in den Blutumlauf eingreifenden Metamorphose ist dem Begriffe des thierischen Lebens nicht entgegen; die gewöhnliche Vorstellung, welche sich die Physiologen von der Bildung der Knochen machen, Hedwigs Ansicht der Faserbildung stimmen damit überein, und, die microscopischen Beobachtungen des vollkommenen Kreislaufes abgerechnet, war nichts vollständig Gegründetes einzuwenden, indem der Uebergang der Injectionsmassen, welche in Arterien eingetrieben zu den Venen gelangen, worauf einige einen so hohen Werth legen *), aus der Combination grösserer Arterienäste, die sich zufällig in die Venen öffnen, dergleichen Hr. Dr. Kretschmar in Frankfurt am Main am menschlichen Arm fand, und welche mir besonders häufig bey Vögeln, die ich injicirte, schon vorgekommen sind, erklärt werden konnte, wobey dann die letzten Verzweigungen der Gefäße ausser aller Beziehung bleiben. Mein Hauptgrund für die Annahme der wilbrand'schen Theorie war aber namentlich die Thatsache, daß das Blut sich eigentlich ausser den Gefäßen erzeuge, und die Gefäßwände nur in Folge höherer

Ent-

*) G. Floerke transitus Sanguinis. §. 7.

Entwicklung annehme, so wie die Sache von Wolf gelehrt, und von J. Hunter auf den menschlichen Körper und die Heilung der Wunden angewandt worden war *). Ich stellte mir demnach vor, daß es einen Punkt gebe, wo die Arterie aufhöre, und das Blut in Thierschleim (Schleimgewebe) sich umwandle, daß dann ein Theil des Thierschleims wieder zu Blut werde, daß sich dieses erst in Inselchen sammle, dann in Strömchen bilde, und daß diese im Fortgange auch wieder Gefäßwand annehmen, auf welche Weise die Venen entstünden. Im Ganzen genommen, mochte diese Ansicht mit der wilbrand'schen übereinstimmen, nur war dabey von keinem Festwerden des Blutes, keinem harten Pünktchen, als Schluß der Arterie, von keinem Zustopfender Gefäße die Rede; die Knochen ausgenommen, wüßte ich auch wahrlich nicht, wo es an irgend einer Stelle im menschlichen Körper etwas Festes gebe, als den mehr oder weniger zähen Thierschleim, der doch selbst wieder größtentheils Wasser ist.

Inzwischen hatte ich den vollkommenen Kreislauf des Blutes in dem Gefäßraume des bebrüteten Eyes klar und deutlich gesehen, und die Erfahrungen Spallanzanis machten einen um so gewaltigern Eindruck auf mich, da ich eben am bebrüteten Eye mich überzeugen konnte, daß man sich mit voller Sicherheit auf sie verlassen dürfe. Auf diese Weise sah ich wohl ein, daß die Lehre von einer in den Kreislauf eingreifenden und ihn unterbrechenden Metamorphose, selbst einer Metamorphose bedürftig sey, als sich mir eine erwünschte Gelegenheit darbot, wodurch ich in den Stand gesetzt wurde, ausführliche Beobachtungen über den Blutumlauf anzustellen. Ich erhielt nämlich eine Menge der größern gemeinen Mahlermuscheln, in deren Kiemen kleine Fischeyer, vermuthlich vom Weißfische, lagen. Diese Eyer waren theils unentwickelt,

theils

*) J. B. Friedreich de nisu formativo, §. 19.

theils hatten sich an vielen schon die Köpfe und die Schwänzchen der Fische entwickelt. Die äusserst zarten Schwänzchen der zwei bis drei Linien langen Fischembryonen aber zeigten sich wegen ihrer Durchsichtigkeit so ungemein vortheilhaft geeignet, um in ihnen die Bewegung des Blutes zu beobachten, daß ich billig zweifeln muß, ob je auf eine bequemere Weise und mit einer größern Deutlichkeit dieses Phänomen des thierischen Lebens gesehen worden sey. Ich halte es daher für Pflicht, der Aufforderung des so gründlichen als musterhaft redlichen und bescheidenen Beurtheilers der Wilbrand'schen Theorie in den Altenburger Annalen *) Genüge zu leisten, und meine Wahrnehmung **) an die ältern, anderer Naturforscher anzurufen.

1.

Der unter das Microscop gebrachte Fisch zeigt, so weit er durchsichtig ist, (denn ein Theil von ihm wird durch den noch vorhandenen Dotter verdunkelt) eine körnige Substanz, die sich auf keine Weise von dem Schleimgewebe ***) irgend eines Thieres oder

*) „Hier können und müssen (heißt es p. 153) wiederholte Beobachtungen entscheiden, die nicht allein das Phänomen, wie es ist, sondern auch die dabei Statt findenden Verhältnisse, die ein trügerisches Resultat zur Folge haben, aufdecken.“

**) Welche ausser meinen Zuhörern meine verehrten Collegen die H. H. Professoren Rau und Textor daon H. Dr. Parrot aus Dorpat bestätigen können.

***) C. F. Wolf hat gezeigt, und alle Beobachtungen bestätigen es, daß das sogenannte thierische Zellengewebe ein schleimartiger, halbflüssiger Stoff, welcher ursprünglich keine Höhlungen oder Zellen hat, sey; daher ist es eigentlich kein Gewebe; man würde also besser thun, es Schleimstoff zu nennen; da es aber mit dem Secret der Scheimbäute nichts gemeinschaftlich hat, so ist es wohl am gerathensten, den Grundstoff, woraus alle thierischen Theile bestehen, Thierstoff (Zoogen) zu nennen. Nach Tre-

irgend eines Theiles unterscheidet; es sind rundliche, mehr oder weniger verzogene, Körner mit einer halbflüssigen Masse aneinander geklebt. Diese körnige Substanz ist von Strömen durchschnitten, die, wie Bächlein und Rinnen durch Sand, durch sie hindurch ziehen.

Je jünger das Fischlein, desto weniger Strömchen relativ zur Masse sind da, und der Thierstoff ist häufiger; je älter das Fischlein ist, desto häufiger sind die Strömchen, desto inniger sind sie einander durch netzartiges Verbreiten und Zusammenmünden verwebt, desto weniger ist von der körnigen Schleimmasse ausser den Strömchen übrig.

Was in Strömchen sich bewegt, sind kleine, eiförmige, scharf abgegränzte Körner, die Blutkügelchen.

Die Strömchen sind von verschiedener Stärke, je nachdem mehr oder weniger Körnehen ein Strömchen ausmachen; die kleinsten Ströme führen nur ein Blutkügelchen, die mittleren ihrer 3 bis 6 neben einander, die größern werden aus vielen sich aneinander drängenden Blutkügelchen gebildet. Im Ganzen genommen, haben die Strömchen in ihrer Verbreitung ein baumartiges Ansehen, der grössere Strom hat als Stamm kleinere, mittlere Strömchen, zu Stämmchen, und diese zertheilen sich in zarte Zweige.

Die stärkeren Strömchen sind durch Anhäufung der Blutkügelchen roth, die kleinern, so wie die einzelnen Kügelchen farblos.

Der

viranus (Vermischte Abhandlungen) besteht der Thierstoff aus höchst zarten, meist geschlängelten Cylindern (wahrscheinlich eine optische Täuschung) aus Kügelchen (Körnern) und einer halbflüssigen, beide Theile einhüllenden, Materie. Vergl. Friedreich l. c. §. 15.

Der Lauf der Strömchen ist doppelt; ein Theil kommt vom Herzen, und fließt immer weiter ab, ein Theil fließt dem Herzen zu; die abfließenden Strömchen beugen sich in Bögen um, und werden eben dadurch zufließende; oder die vom Herzen abströmenden Bächlein vereinigen sich unter verschiedenen Winkeln mit den zuströmenden.

Der Kreislauf des Blutes ist ein vollkommener, wie ihn Cheselden a) und Leeuwenhoek richtig abbilden. Das Blut, welches dem Herzen zufließt, ist eben dasselbe, welches vom Herzen abfließt; und was vom Herzen abströmt; das strömt ihm auch wieder zu. Die Blutkörper finden keinen Aufenthalt, wenn sie vom Herzen abgeströmt endlich wieder umkehren, wieder dem Herzen sich nähernd; sie sind und bleiben dieselben. Wenn daher in das Blut eine Metamorphose auch eingreift, wie dann dieses wohl nicht anders seyn kann, was schon die Farbe bezeugt, so wird dadurch doch nicht das Blut als solches aufgehoben; es ist und bleibt unter allen Umständen Blut.

Bei den jüngsten Fischchen, welche ich untersuchen konnte, läuft längst der Wirbelsäule ein einziger vom Herzen abfließender Strom, ohne alle Verästelung; am Ende beugt er sich um, und wird ein zurückfließender, welcher jedoch nur selten so einfach, als der abfließende bleibt, sondern meistens mehr oder weniger kleine Arme bildet, die bald von ihm ausgehend, bald in ihn zurückkehrend Inseln zwischen sich lassen b).

2.

a) The Anatomy T. XXX. F. 2. Arcana naturae continuata. p. 52.

b) So fand auch Spallanzani (l. c. Esp. 153. p. 143.) im Schwanz der Froschlärven zwei Grundströme durch Umbeugung verbunden, so auch derselbe (Esper. 99.) zwei solcher Ströme zuerst in den Kiemen dieser Thiere.

2.

Was man eigentlich in strömender Bewegung sieht, sind die Blutkugeln, sehr kleine, ovale Körner mit ebener Oberfläche, alle von gleicher Gröfse und Form c). Ob diese Kugeln oder Körner wie Leeuwenhoek will d), dabei etwas platt gedrückt seyen, will ich nicht entscheiden; wenigstens habe ich dieses Gedrückt- oder Flachseyn nur einmal an einem einzigen Kugeln, welches sich in einem Zweiglein lange aufhielt, und allerlei Drehungen und Bewegungen machte, geschen: Dieses Körperchen änderte aber auch sonst noch, während seines Aufenthaltes seine Form, ja sogar seine Durchscheinheit, so dafs ich nicht weifs, wie ferne ihm die platte Form eigenthümlich war.

Die ovalen Blutkörner ändern bei ihrem Strömen in den Zweigen, wo sie einzeln gehen, öfters, aber ja nicht immer, ihre Figur, sie werden länger, zuweilen noch einmal so lang e). Gewöhnlich schreibt man dieses Verlängern der Blutkugeln dem Drucke zu, welchen sie bei ihrem Durchgange durch ein engeres Gefäfs erleiden. Wenn man die Abbildung bei Reichel betrachtet, wo diese Erscheinung abgebildet ist, so sollte man wirklich glau-

c) Auch Leeuwenhoek fand bei Fischen nur einerlei ovale Körner. *Anat. et contempl.* p. 50, 51. und *Contio. arcanor. nat.* p. 220, wo er sie abbildet.

d) l. c.

e) Leeuwenhoek (*Exper. et Contempl.* p. 173, 74.) sagte: „videbam varias sanguinis particulas duplo reddi longiores quam latas, ac utramque extremitatem videri acutam.“ — Reichel sah die Blutkugeln des Frosches, die er sphäroidisch abbildet, oval werden, l. c. p. 20. — Spallanzani (*Exp.* 73 vergl. p. 207.) sagt: *cangiano di figura, allungandosi notabilissimamente.* Haller (*Op. min.* p. 179.) ist übrigens nicht vollkommen von dieser Thatsache überzeugt.

glauben, daß es sich mit dieser Sache so verhalte; denn alle in der Reihe *gg* gezeichneten Kügelchen sind auf eine so vollkommen gleiche Weise verlängert, daß man auf eine gleichförmige Ursache schließen muß. Meinen Erfahrungen zu Folge hat es aber damit ein ganz anderes Bewenden:

1) Es ist noch gar nicht ausgemacht, ob die zarten, nur aus einzelnen Körnern gebildeten Blutströmchen Wände haben, wovon ich nachher eigens sprechen werde.

2) Ein einzeln laufendes Kügelchen geht nicht immer seiner Länge nach, sondern dreht sich öfters, so daß sein Längendurchmesser nicht immer nach der Axe des Strömchens, oder eingebildeten Canälchens sich richtet, sondern diese Axe unter einem rechten Winkel schneidet, zum Zeichen, daß Platz genug für das Kügelchen da ist, und doch sieht man es sich selbst während seiner Drehungen verlängern *f*).

3) Es ist gar nicht selten, daß in einem Strömchen, wo gewöhnlich nur ein Körnchen fließt, welches sich auch verlängert, zwei Körnchen neben einander zu liegen kommen; sie drücken sich dann wohl nahe aneinander, aber sie hindern doch einander nicht im Fortgange.

4) In solchen aus einer Reihe einzelner Kügelchen bestehenden einfachen Strömchen läuft ein Kügelchen an verschiedenen Stellen

f) Malpighi (Op. posth. p. 92.) gedenkt ebenfalls der Drehungen und Wendungen, welche die einzelnen Blutkügelchen machen; er sagt: „Sanguis tum tarde ac placide movetur per venas, ejus particulae non recta feruntur, sed ad latera inclinant, et videntur quasi particulae fumi, sua gravitate sensim praecipitatae.“

Stellen mit verschiedener Geschwindigkeit; dauert es lange, bis ein solches Strömchen einen Ast erreicht, in welchen es sich ergiefse, so bemerkt man sehr häufig, daß das Kügelchen in der Nähe des Astes, dem es zuläuft, seinen Lauf beschleunigt; geschieht dieses, so wird ohne Ausnahme hierbei das Kügelchen am meisten verlängert; sonst sollte man glauben, das Kügelchen müßte die Verlängerung da am sichtbarsten zeigen, wo es am langsamsten sich bewegt.

Aus diesen Thatsachen ziehe ich den Schluss, daß die Verlängerung eines Blutkügelchens nicht die Folge eines Druckes von der Wand des zu engen Gefäßes sey; es ist mir vielmehr wahrscheinlicher, daß diese Gestaltsverminderung auf eine Neigung des Kügelchens, sich mit seines Gleichen, seye es aus Antriebe anziehender Kräfte, oder aus dem Streben nach derselben gemeinschaftlichen Bewegung, zu verbinden, hinderte. Nur bestimmt auf der Rückkehr zum Herzen begriffene Kügelchen verlängern sich.

Uebrigens ist eine Gestaltsveränderung der Blutkügelchen durch äussere Einwirkung nicht allein gedenkbar, sondern es sind mir auch Beispiele davon vorgekommen; ich habe nämlich gesehen, daß sich die Kügelchen ein wenig bogen, wenn sie einzeln in ein stark fließendes Strömchen einliefen, und dabei schnell die Richtung ändern mußten; F. 1. T. X. zeigt bei e ein solches durch das Zwischenströmen c aus dem arteriellen Strom in den Venosen gelangtes Kügelchen, wie es sich des scharfen Winkels wegen, welchen hier die kleine arterielle Strömung mit der venosen macht, krümmt.

3.

Unter dem Microscope sieht man nur den Lauf der Blutkörner; daß diese Körner in einer wässerigen Flüssigkeit schwim-

men, kann man auf diese Weise nicht sehen g), inzwischen ist es wahrscheinlich, daß nebst den Blutkügelchen noch eine vollkommen durchsichtige Flüssigkeit da sey, die mit ihnen zugleich in Strömen fließe. Haller h) führt als Beweifs dafür an, daß die Blutkörner in einiger Entfernung von einander einzeln durch die Zweige hindurch gehen; da nun ein vorderes Kügelchen von dem hinter ihm folgenden entfernt sey, so könne auf das vordere die Gewalt des Herzens nicht wirken, wenn nicht eine Flüssigkeit zwischen den beiden Kügelchen wäre, und das vordere müßte stehen bleiben, bis das hintere an dasselbe anstosse, was doch nicht geschieht. Ich darf nicht bergen, so wie Haller den Beweifs führt, kann man nicht vollkommen damit zufrieden seyn, und dieses gilt auch von einem ganz ähnlichen, welchen Spallanzani i) führt. Denn der Fortgang eines solchen einzelnen Kügelchens erscheint in gar vielen Fällen unabhängig vom Herzen und von der Gewalt der größern Strömungen; meist lauft das Kügelchen langsam, ruht zuweilen, lauft, wenn auch der Antrieb vom Stamme aus sehr schwach ist, doch rüstig fort k), und richtet sich bey weitem nicht immer nach dem stoßweisen Antrieb des Blutes. Inzwischen beobachtete ich ein einzelnes Körnchen, welches auf seinem Gange liegen blieb, entfernt von andern seines Gleichens, und sich mit einer seiner stumpfen Spitzen angehängt zu haben schien, denn es flottirte mit dem ent-

g) „Nulla eius partis (serosae) suspicio nascitur, si plenam venam videris. In arteria enim et vena ranae, si sana beneque pasta fuerit, globuli rubri adeo conferti sunt, ut quidquam praeter eos inesse non suspiceris.“ Haller Op. m. p. 181.

h) l. cit.

i) libr. cit. p. 84.

k) „imo vidi per venas unius globuli duorumve motum sanguinis feliciter continuatum fuisse, cum interim majores arteriae lentissime moverentur.“ Haller l. c. p. 192. Conf. ibid. Experimentum. 62. p. 76.

entgegengesetzten Ende hin und wieder, und zwar genau nach dem Rhythmus des Blutströhmens, so daß ich mich für überzeugt hielt, es werde eine Flüssigkeit stofsweise an dem Kügelchen vorbeigetrieben, welche es in Bewegung setze. Ein zweiter Beweis, welchen Haller für das Dasein des Serums führt *l)*, ist der, daß die Adern beim Mangel an Blutkörnern doch nicht zusammen fallen; allein könnten sie nicht in diesem Falle durch Luft ausgedehnt seyn, oder durch lebendige Expansion ihr Lumen erhalten? Endlich giebt Haller einen, wie er selbst sagt, tüchtigen Beweis *m)* für das Dasein der serösen Flüssigkeit durch die Beobachtung, daß sich um die Wunde eines Gefäßchens, wenn die Körner ausgelaufen sind, ein kleiner Hebel bilde, welcher nach und nach verdickt. Es bleibt aber auch hiebei immer noch die Frage, ob das Blutwasser nicht von den Blutkörnern sich ausscheide, wenn diese ausser ihren natürlichen Verhältnissen kommen; es ist dieses nicht wahrscheinlich, ich gestehe es, allein nicht Alles, was uns unwahrscheinlich dünkt, ist darum auch falsch. Leeuwenhoek *n)* sah die Blutkörner im Serum schwimmen, allein bei der Squilla, und auch nur dann, wenn das Blut einige Zeit aus dem Körper war; „*isti globuli sanguinei, schein* es, *postquam aliquamdiu e squilla exenti jacuerant, hic confertius, illic rarius sero innatabant*“; dürfte man wohl dieses „*postquam aliquamdiu*“ für einen Beweis ansehen, daß die Blutkügelchen selbst ihr Serum nach und nach secerniren?

Alles wohl erwogen und verglichen, so kann ich mich nicht überzeugen, daß eine solche Menge Serums in den lebendigen Adern

l) loc. cit.

m) „Verum multo evidentius cognoscitur pellucidi huius liquoris natura.“
sagt er am angez. Orte.

n) Epistolae physiologicae p. 11.

Adern vorhanden sey, als sich von dem aus der Ader gelassenen Blute durchs Stehen absondert; vielmehr scheint mir ein Theil des Blutwassers ursprünglich mit den Blutkugeln verbunden zu seyn, und von diesen erst durch die Ruhe, vielleicht auch durch eine Art Absterbens geschieden zu werden. Diese Scheidung könnte man sich auf eine zweifache Weise denken: α) so daß das Wasser durch Zusammenziehungen der Blutkugeln von ihnen ausgetrieben würde, β) oder daß es durch eine Art Zersetzung auf dieselbe Weise sich bilde, wie die Medusen ausser dem Seewasser verfließen.

Wenn die Blutkörner wirklich mit Wasser vermengt sich fortbewegen, ist denn dieses Wasser das Mittel, wodurch verhindert wird, daß sie nicht aneinander kleben? Leeuwenhoek o) sagt: „*cum vero tam saepe experiar, quanta sit globulorum istorum mollities, et quam levissimo contactu, dum aëri sunt expositi, velut inter se concrescant aut coagulentur, capere minime possum, globulos illos in venis et arteriis, ubi tam valide invicem protrudunt atque confricant (recht gut) non coagulari.*“ Ist diese Erhaltung der leiblichen Gränze und Individualität, über welche sich Leeuwenhoek sehr wundert, nicht vielmehr ein Beweis des infusoriellen p) Lebens der einzelnen Blutkugeln?

4.

Ich habe bisher von Blutströmchen gesprochen; wer bei Erblickung des Kreislaufes sogleich von Gefäßen spricht, der sagt mehr als er sieht. Man erblickt gar keine Gefäße, man gewahrt nur Strömchen. So der Sache angemessen, drückt sich auch Malpighi, welcher unter allen Naturforschern zuerst das herrliche Schau-

o) Epistolae physiol. p. 422.

p) Gruithuisen an verschiedenen Orten seiner Schriften.

Schauspiel erblickte, über die Sache aus q): „*Sanguis itaque hoc impetu, per arterias in quascunque cellulas (es ist nämlich von den Froschlungen die Rede) uno vel altero ramo conspicuo pertranscunte seu ibi desinente per modum effluvii in minima depluit, et ita multipliciter divisus rubrum colorem exuit, et sinuose circumductus undique spargitur, donec ad parietes, angulos (?) et venarum ramos resorbentes appellat.*“ Auch der Mahler bei Leenwenhoek r), Cowper, Cheselden und Reichel bilden die Blutströmchen als rosenkranzartige Schnüre nackter Körner ab, und so bedient sich auch Spallanzani s) des Ausdruckes *rigagnoli*, um damit jenes zu bezeichnen, was ich Strömchen nenne.

Inzwischen laufen diese Strömchen zuweilen dicht nebeneinander, oder quer übereinander, oder durchkreuzen sich, ohne daß die einem jeden eigenthümliche Richtung des Strömens gestört wird, woraus man mit Sicherheit auf Wände schließen darf, und nur erst vermöge dieses Schlusses mag es erlaubt seyn, bei den Strömchen, welche vom Herzen abfließen, von Arterien, und bei jenen, welche dem Herzen zufließen, von Venen zu sprechen; denn die Strömchen an sich sind noch keine Gefäße, aber es ist wohl gedenkbar, daß sie in dünnhäutige Röhrchen, Gefäße eingeschlossen sind.

Insbesondere sind die größern Strömchen höchst wahrscheinlich mit Gefäßwänden versehen, und doch giebt es auch hier eine oder die andere Erscheinung, welche nicht wohl mit der Annahme solcher Wände übereinstimmt.

Die

q) Opera om., p. 141.

r) Arcan. nat. contin. p. 52.

s) l. c. p. 144.

Die erste dieser Erscheinungen ist das Erzeugen der neuen Aeste aus den Arterien, und das leichte Einmünden neu entstehender Strömchen in die schon als gebildet gedachte Vene. Bei den kleinsten Fischen ist ursprünglich nur ein einfacher arterieller Stamm da, aus diesem entstehen Aeste, und diese bringen fortwährend neue Zweiglein hervor, wovon ich unten noch mehreres anführen werde, was das Geschlossenseyn der Arterie noch insbesondere verdächtig macht. Bei den venösen Strömungen ist es etwas Gewöhnliches, daß ein Venenast, der sich einfach in den Venenstamm einsenkt, bei fortdauernder Entwicklung vor der Einsenkung sich in zwei, drei und mehr Zweige theilt; wo daher anfänglich nur Eine Oeffnung an der Seite des Stammes war, da müssen ihrer immer mehrere werden; auch muß jede Vene zu jeder Zeit bereit seyn, neu entstandene Nebenzweige aus den Arterien aufzunehmen. Wie kömmt es nun, daß die Gefäßwände so leicht dem Spiele der Vervielfältigung der Strömchen nachgeben?

Eine andere Erscheinung ist mir vollends gänzlich unerklärbar; wenn ein Venenzweiglein auf den großen Venenstamm stößt, so hindert die starke Strömung des Stammes nicht selten das Eintreten eines oder zweier Kügelchen *t*); wenn nun ein solches Kügelchen eine zeitlang an der Ausmündung des Zweiges liegen geblieben ist, so wird es zuweilen plötzlich fortgerissen, aber dann auch eigens fortgeschleudert, so daß es in der Länge von ungefähr 10 Längedurchmessern der Kügelchen längs des Stammes parallel mit ihm einfährt, aber so weit vom Strome entfernt, daß zwischen dem geschleuderten Kügelchen und dem Rand des Stromes

mes

t) Dieses bemerkte auch Haller: „Neque inutile erit observasse, cum vena exigua venae grandi se immitteret, flumen potentius eius trunci repulisse sanguinem venae minoris, quae aliquot tamen globulorum erat, ut sanguinem eius trunci se inanire acquireret.“ Op. min. T. I, p. 208.

wohl 2 — 3 Körner Platz hätten. Die 3. Fig. der T. X. soll von dieser sonderbaren Erscheinung einen Begriff geben; *ab* ist der Stamm, wo das Blut von *a* nach *b* fließt, *c* ist der sich einmündende Ast, *d* ist ein Kügelchen, welches izeit hinweggeschleudert wird, *e* ein hinweggeschleudertes Kügelchen, welches in den Strom hineinfällt, *de* ist die Linie, welche das Kügelchen in seinem Sprunge beschreibt. Wie kömmt nun das Blutkügelchen über den Rand des Stromes hinaus? Ich kann mir dabei keine Gewalt denken, welche groß genug wäre, die Venenwand, wäre sie auch noch so dünn, zu erweitern; noch weniger ist vorstellbar, daß der ursprüngliche Strom das Lumen seines Gefäßes nicht ausfülle, und Raum lasse für die Kügelchen, welche er zuweilen neben sich fortschnellt.

Was Spallanzani *u)* angiebt, daß er nämlich die Gefäßchen, worin die Strömung geschieht, bei guter Beleuchtung, dadurch habe erkennen können, daß er zwei parallele dunkle Streifen neben den Strömen entdeckt habe, ist mir aller Aufmerksamkeit ohngeachtet, doch nie geglückt, zu sehen *).

5.

Daß das Blut sich in dem Gefäßraume des werdenden Vogels ursprünglich ausser den Gefäßen bilde, daß es ohne alle Gefäßwand in Strömchen sich einrichte, und fließe, daß es erst nach und nach, und dann selbst nicht überall Gefäßwand annehme, ist aus der Geschichte des bebrüteten Eies sattem bekannt, aber eben so gewiß ist es auch, daß es im Leibe der Thiere Blutströmchen, namentlich unter den kleinen, gebe, welche keine Gefäßwand haben.

u) l. c. Esper. 57. p. 75.

**)* Es ist mir eine gar tröstliche Freude, in dieser hochwichtigen Angelegenheit das Zeugniß des H. Dr. Parrot für mich zu haben.

ben. Ich habe mich von dieser Wahrheit durch meine Beobachtungen an den kleinen Fischchen so sehr überzeugt, daß wenn ich auch nicht schon vorher die Geschichte der Blutbildung aus den Untersuchungen des bebrüteten Eies gekannt hätte, ich doch gewiß izt auf diese Thatsache hätte nothwendig kommen müssen. Genau so, wie sich die Sache mit dem Umtriebe des Blutes in den Thieren verhalte, läßt es sich unmöglich beschreiben: man überblickt so viele einzelne Momente, welche zusammengenommen ein ganzes Bild geben, aber diese einzelnen Momente sind so zart, daß man sie schwer auf Worte bringen kann, und einzeln erzählt, machen sie auch keinen Effect, geben keine Ueberzeugung, man muß eben das Ganze selbst sehen. Allein ich muß mich bemühen, meine Erfahrungen einzeln aufzuführen, damit es nicht scheine, als wollte ich etwas ohne Grund behaupten, und als suchte ich den billig zu fordernden Beweisen durch Phrasen auszuweichen

Es ist nichts weniger als selten, daß man ein einzelnes Kügelchen von einem der zarten Ströme abgehen sieht, ohne Regelmäßigkeit, gleichsam als geschehe es von ohngefähr; der Art abgehende Kügelchen verhalten sich auf dreifache Weise:

1) Das abgegangene Kügelchen geht wieder zu seinen Strömchen zurück.

2) es verliert sich in den Thierschleim, und klebt, seine scharfe Umgränzung verlierend, gleichsam auseinanderfließend, mit diesem zusammen;

3) es dringt in den Thierschleim ein, bahnt sich, die Klümpchen von Schleimkörnern umgehend, allmählig einen Weg, und langt endlich bei einem andern Strömchen an, dem es sich, ohne weiters einverleibt; auf solche Weise entstehen die verbindenden

Zwischenströmchen, indem dem ersten Kügelchen anfänglich in längern, dann nach einer Weile in kürzeren Zeiträumen mehrere Kügelchen folgen.

Diese Thatschen, mit denen unmöglich ein Geschlossenseyn der kleinern Blutströmchen durch Gefäßwand bestehen kann, habe ich oft und mit der größten Sorgfalt beobachtet. Namentlich war es bei dem zweiten Falle nothwendig, recht vorsichtig zu seyn, damit man nicht das Verlieren der Strömchen, wovon Spallanzani v) spricht, für ein Abgehen der Kügelchen in den Thierschleim hätte halten mögen. Der dritte der angeführten Fälle ist bis zum Ueberdrusse oft von mir gesehen worden. Sonst sah ich auch zuweilen eine Reihe Kügelchen ihren Lauf ändern, indem eines von ohngefähr abgieng, und die übrigen ihm nachkommenden auch diesen Weg nahmen, dieses sah auch Leeuwenhoek w) „*Plus semel mihi videre contigit, arteriam non ampliolem, quam ut singulae tantum sanguinis particulae per eam transire possent, obturari: quod hoc modo fiebat, quod nempe sanguis, postquam aliquoties per arteriam vi quasi esset propulsus, subito aliquantulum fieret retrogradus ac in priore et solito cursu impediretur: Unde factum est, ut sanguis alio non longe a priori vase tenderet, atque illic sine impedimento cursum suum absolveret, hoc solummodo discrimine, quod non tam cito ferretur.*“ Und nun fügt er hinzu: „*Hoc videns, statuebam mutatum hunc cursum sanguinis non fieri per vas sanguiferum tunica sive membrana munitum, sed sanguinem tantum sibi vi quadam canalem efformasse.*“

Ein anderer Beweis für die Nicht-Existenz der Wände, welche die kleinen Strömchen angeblich einschließen, ist das zuweilen
bemerkt-

v) l. c. p. 176. Alcune' altra le arterie sepellendosi nell' animale, si perdono di vista, et eludano la curiosità dell' osservatore. — Allein dazu waren doch auch meine Thierchen zu durchsichtig.

w) Exper. et contemplat. p. 185.

bemerkbare zufällige Anhäufen der Kügelchen; ich sah zwei Reihen einzeln laufender Kügelchen an einem Punkte zusammenkommen, um sich in ein Strömchen zu vereinen; auf einmal hinderte eine Reihe die andere am Fortgange, die Kügelchen häuften sich nun auf beiden Seiten zu 6, zu 8 an, und bildeten ein paar dicke Säulchen, indem die nachkommenden immer an diesen Haufen sich anschlossen; beide Säulchen stießen nun unter einem spitzen Winkel an das gemeinschaftliche Stämmchen; dieses, welches vorher nur 1 oder 2 Kügelchen geführt hatte, fieng endlich an, ihrer 4 — 5 zu führen; nun gab es Platz; die durch Anhäufung der Kügelchen entstandenen Säulchen wurden kürzer und dünner, weil mehr Kügelchen abgingen, als zukamen, und endlich waren wieder die einfachen Kügelchenreihen da.

An diese Untersuchungen über das Strömen des Blutes durch den Thierschleim hindurch ohne Gefäßwand schließt sich eine höchst merkwürdige Beobachtung Spallanzani's ^{x)} an. Ich gebe sie der Wichtigkeit der Sache wegen ausführlich mit seinen eigenen Worten: „*Non evvi parte nell' animale (Salamandra) si sterminatamente anunantata di vasi sanguigni quanto i polmoni. Da ciascun ramo del trunco arterioso scappa una pioggia di globetti, che sparpagliandosi su le membrane pulmonari le coprono tutte, a riserva di piccolissimi spazietti raramente seminativi dentro e luccicanti per non essere tinti de sangue. Quivi crederemmo, che quell' affollata moltitudine di globetti non soggiacesse alla dipendenza di verun canale, giarche orma o indizio di canale non ci apparisce. Solo si comincia a scernere i vasi, or a dir meglio i principi de' vasi, là dove molte legioni di globetti collineano di concerto a certi dati punti. E tai principi sono venosi, che poscia ingrossando formano i rami del tronco venoso. Ma i globetti, oltre al confluire dentro a*
qué

x) l. c. p. 79.

que principi di vene, si dispongono, almeno in molti siti, anche in fila, formando linee di un globetto, che dirittamente e con molta velocità s'infoccano immediatamente nel tronco della vena? Qui non si può veder meglio il rosso che colora ciascuno di que tanti numerosissimi globetti."

Wenn man die Cowper'sche Abbildung*) von dem Durchgange des Blutes durch die Lungen eines Frosches, namentlich Fig. 5 und 1 betrachtet, so sieht man, daß die Verbreitung des Blutes auch hier mehr flächenartig als gefäßartig erscheint; denn die als blutleer angegebenen Stellen sind nicht sowohl Zwischenräume zwischen bestimmten Gefäßen, als vielmehr inselartige Flecken in einer gleichförmigen Fläche. Nur wenn die Lunge stark ausgedehnt ist, soll sich nach Cowper dieses Ansehen ändern, und die Blutverbreitung netzartig werden (f. 3 und 4), aber auch dieses Netz ist so dicht, daß man immer noch seine Einrichtung auf eine Fläche, in welche längliche Flecken hie und da eingelegt sind, zurückführen kann. Am bestimmtesten hat Gruithuisen die Bewegung des Blutes ohne Gefäßwand in der Froschleber gesehen. **)

Die irrigen Begriffe, welche man so lange Zeit von dem Grundstoff des thierischen Leibes hatte, als bestehe er aus einem zelligen Gewebe, wo Blättchen, Fäden und Hölungen, wie in dem Marke eines Hollunderstrauchs, untereinander lägen, waren Schuld, daß man sich in dem menschlichen Körper ein Blut ohne Gefäßwand immer nicht anders, als eine Art Extravasat vorstellen konnte; sobald ein Blutgefäß aufhörte, so sollte auch sogleich das Blut in die offenen Zellen, welche die Einbildungskraft geschaffen hatte, hineinlaufen, aller Zucht und Ordnung vergessend. So ist es nun freilich nicht;

wenn

*) An Answer to Dr. Wrights letter, concerning the cure of an apostemation in the Lungs by W. Cowper, in Philosophical transactions Nr. 285.

**) Beiträge zur Physiognosie und Eutognosie. München 1812. p. 159.

wenn das Blut durch den Thierschleim sich einen Weg bahnt, so ist es auch dieser Grundstoff aller thierischen Gebilde, welcher die einzelnen Strömchen im Zaume hält, so daß sie durch ihn selbst Wand bekommen, wie der Fluß ein Bett vom Erdreiche bekömmt, und nicht bedarf in Röhren eingefast zu werden, damit er geregelt fortfließe. Die Erfahrung lehrt, daß das Blut sich seine eigenthümliche Gefäßwand, durch die es eingefast und von dem freien Thierschleim gesondert wird, selbst anbilde, was dann um so natürlicher ist, da kein Mensch zweifelt, daß alle Theile vom Blute erzeugt und ernährt werden; aber eben darum muß es früher ein Blut geben, als es Gefäße giebt; dagegen stellt man sich gewöhnlich vor, daß es eher Gefäße als Blut gebe, sieht auch wohl gar das Blut als ein Accidens der Gefäße an, da doch umgekehrt diese selbst das Secundäre sind, und zu dem Blute aus keinem andern Grunde hinzukommen, als weil jedes thierische Gebilde den Trieb hat, sich abzusondern, und in der Absonderung seine Eigenthümlichkeit zu bewahren, und sich als selbständig zu behaupten.

Was soll man aber nach allem diesem zu den folgenden ernstlichen Behauptungen Leeuwenhoeks sagen? „*Per omnia haec sanguinea vasa sanguis perpeti fluxu atque refluxu labitur et circumfluit. Neque vel unum eorum vasculorum per suam extremitatem, quod quidem fabulari pergant, sanguinem ullum effundit. At neque initium neque finem habent, nisi in Corde y*). Dann an einem andern Orte: „*Haud opinor, ullum existere vasculum sanguineum, quod finiatur z*). Ferner: „*Non uno experimento condidici, nulla prorsus arteria, quantalacunque demum sit, et quocunque arteriae corpus nostrum perambulent, ullibi patet vel hiascit, nisi ubi sanguinem effundit*“ a). Daß Leeuwenhoek die

y) Epistolae physiol. p. 326.

z) Ibid. p. 182.

a) Ibid. p. 282.

die Gefäßwandung der kleinsten Strömchen wirklich gesehen habe, ist unmöglich, auch habe ich vorhin eine Stelle aus Leeuwenhoek angeführt, aus welcher erhellt, daß er den kleinsten Strömchen die Wände abspreche, so daß er offenbar mit sich in Widerspruch ist, und daß es daher nicht allein erlaubt ist, sondern sogar nothwendig wird, von der Auslegungskunst Gebrauch zu machen. Ich stelle mir die Sache so vor: Leeuwenhoek erwartete, daß, wenn die Strömchen keine eigenthümlichen Röhren hätten, welche sie einschlossen, sie verfließen müßten; er dachte vielleicht auch an Zellen, in die sich Tröpfchen Blutes ergießen sollten: von allem diesem sah er nun nichts, sondern die Strömchen hielten überall, wo er sie erblickte, ihre Gränze; sie hatten scharfe Ränder, und in fadenartigen Reihen liefen die einzelnen Kügelchen; dieser Anblick so sehr geregelter Ströme veranlaßte ihn zu dem Schlufs, daß das Blut von Canälchen, welche ihm eigenthümlich wären, und es vor allem Verfließen und Ergießen bewahrten, eingeschlossen seyn müßte; und die Behauptung: überall ist Gefäß, ist eigentlich das Resultat eines Schlusses, nicht einer unmittelbaren Wahrnehmung; der Verfasser sagt uns seine Meinung, nicht aber, was ihm erschienen. Sonst mag auch dem guten Leeuwenhoek an dem Ausdrücke, Gefäß, nicht so viel gelegen gewesen seyn; er wollte nur überhaupt recht ernstlich die Continuität der von dem Herzen ab- und ihm wieder zufließenden Strömchen einschärfen; aus dem Munde der Gelehrten hatte er etwas von Gefäßen erfahren, nun blieb er bei dem Worte, ohne sich darüber Rechenschaft zu geben. Es sey erlaubt eine Stelle aus diesem Schriftsteller anzuführen, welche dazu dienen kann, mein Urtheil zu bestätigen: „*Mihi etiam persuadebam, multos ex magnis sanguinis cursibus, quos videre licebat, quando sanguis in vasis hinc inde incipiebat coagulari, non fieri in vasis quae tunicis instructa erant, sed sanguinem, quando multae arteriae eum ob coagulationem ulterius propellere non poterant, cum tamen*

is adhuc vehementer a corde propellitur, novos sibi efformare canales, ubi minimam resistantiam in piscis cute invenit. Imo etiam mihi persuadeo, omnes tenuissimos cursus, si eos arterias aut venas vocare velimus, togis non esse instructos, ac solummodo eiusmodi efformare canales, ubi sanguini in protrusione minime resistitur. Et quamvis fingamus minimum vas sanguiferum tunica esse instructum, ac eam tunicam ex tribus constare membranis, ut ferunt venarum arteriarumque tunicas esse formatas, quod si ita sit, necessario eiusmodi vasculorum tunicae sunt tenuissimae. Ponamus enim, ut antea saepius dixi, centum axes globuli sanguinis esse aequales axi crassae arenulae, decem millia igitur globulorum sanguinis simul possunt transire per venam, sive vas sanguiferum non latius, quam ut crassa arena per id transire possit. Si jam tunica eiusmodi venae sit viginti quinque vicibus tenuior charta, quam dicunt Postpapier, quam quaeso tenuior erit tunica venae, quae decies millesimae parti arenae tantum pervia est. Adeo ut licet singulae vel minimae venae tunica sint instructae, ea tamen adeo est tenius, patens aut spongiosa, ut tenuissimus humor aquosus, qui in sanguine est, tam facile per eam possit transire, ac aqua per subtile cribrum c). Aus dieser Stelle ist auch ersichtlich, wie das, was Leeuwenhoek an einem andern Orte d) behauptet, nämlich, daß die kleinsten Gefäße eben so gut, wie die großen ihre Häute besäßen, lediglich ein theoretisches Reflectiren sey.

Ob wohl Niemann e) die Sache mag gehörig untersuaht haben, wenn er behauptet: „Quae vero de sanguine in paremchymate animalium sine praesidio fluente adjiciunt, ea a tota Anatome(?) dissident, nec enim in insectis (?) nec in ovo incubato guttulae(?) soli-

b) *Experim. et contempl.* p. 175.

c) *Exper. et contempl.* p. 199.

d) *Continuatio arcanor. naturae.* p. 55.

e) *Diss. de vi propulsoria sanguinis neganda.* §. 9.

solitariae, quantum equidem scio, usquam occurrunt, quae non tunicis licet tenerrimis contineantur?

Wenn ich mich bemühe, zu beweisen, daß es im lebenden thierischen Leibe Blutströme gebe, welche von keinen Röhren eingeschlossen, frey durch das Schleimgewebe fließen, wie ein Bächlein durch Sand rieselt, so sehe ich gar wohl ein, daß man meiner Behauptung entgegensetzen werde, auf diese Art müsse das Blut mit dem Schleime verfließen, entweder weil die Blutkügelchen sich an die Schleimkörner anhängen würden, oder weil das Blutwasser sich in den Thierschleim hinein züge, welches letztere um so leichter geschehen könne, da man wisse, daß es gerade eine charakteristische Eigenthümlichkeit des thierischen Stoffes sey, Wässriges an sich zu ziehen, und auf solche Weise müsse Alles in Verwirrung kommen! — Ich antworte:

1) Ich glaube selbst, daß zwischen den nackten Blutströmen und dem Thierschleim ein Wechsel der Stoffe statt habe; es mag sich wohl wässrige Flüssigkeit aus dem Blute in den Schleim hincinziehen, aber auch umgekehrt Flüssiges von diesem an das Blut kommen.

2) Die Körner anlangend habe ich schon bemerkt, daß zuweilen ein Blutkügelchen an dem Thierschleime hängen bleibt, sich auch wohl mit ihm mischt; daß aber dieses nicht immerwährend und ohne höhere lebendige Fügung geschehe, so daß damit ein Hinderniß im Kreislauf entstünde; dieses hindert die Vitalität des Blutes, nämlich der im Blute gelegene Trieb, sich als das zu erhalten, wozu es einmal geworden ist.

3) Wenn man bey dem bebrüteten Ey den flüssig gewordenen milchartigen Dotter und das neu entstandene Blut betrachtet, so

ist, die Farbe und Bewegung abgerechnet, fast kein Unterschied, und so ist es auch bey meinen Fischen; der schleimartige Stoff, woraus die ruhende Masse ihres Leibes besteht, unterscheidet sich sehr wenig von dem strömenden Blute; nebst der Bewegung macht den größten Unterschied das Aussehen der Körner, welche bey dem Blute schärfer abgegränzt, regelmässiger geformt sind; aber diese Abgeschlossenheit und Regelmässigkeit der Körner hört auf; sobald das Blut ruht: der Thierschleim ist eben nichtfliessendes Blut, das Blut ist strömender Thierstoff. Die ganze Masse meiner Thierchen theilte sich in zwey Theile; ein Theil floss; der andere lag ruhig zwischen den munter fliessenden Strömchen; auch diese Ruhe kann nur von der Vitalität des Thierstoffes abhängen; denn wenn in ihm die Lust zum Strömen erwacht, so wird er Blut, wie ich nachher erzählen werde.

4) Da das ruhende Blut auch sogleich wieder Thierstoff ist, so wird es durch die Ruhe zu einer Masse, welche die Blutströmchen durchziehen. „*Vidi porro*, sagt Leeuwenhoek f), *uno in loco per sanguinem hunc coagulatum canalem esse factum, ac in eo etiam peragi circulationem, is vero non erat amplior quam ut singulis tantum sanguinis particulis esset pervius. Hic canalis, ut opinor, post sanguinis coagulationem de novo erat factus, per magnam cordis propulsionem, qua factum erat, ut sanguis per sanguinem coagulatum sibi viam parasset.* Es macht mir ungemeines Vergnügen, das sehr lehrreiche Phänomen selbst einigemal gesehen zu haben: nur glaube ich nicht geradezu, daß der Trieb vom Herzen das Blut den neuen Weg zu bahnen zwingt; wenigstens sah ich die Sache auch einmal an Venen; in denen das erste Blut, und dann auch das durch dasselbe durchgehende zweyte sehr langsam sich bewegte. Wie dem aber auch sey, so wird dadurch die Lehre

von

f) *Experim. et contempl. p. 195.*

von dem Mangel einer häutigen Gefäßwand, und die Möglichkeit eines sichern Durchganges der Blutströmchen durch eine weiche Masse aufs augenscheinlichste bestätigt.

6.

Die Verhältnisse der nach Stärke und Richtung verschiedenen Strömchen zu einander sind sehr verschieden, und lassen sich schwer auf allgemeine Lehrsätze bringen. Die arteriellen Strömchen sind einfacher, kleiner, sparsamer, schärfer begränzt; in ihrer Vertheilung herrscht die Baumform: die venösen Strömchen sind zusammengesetzter, breiter, häufig unter sich verflossen, ohne Regelmässigkeit, mehr netz- als baumartig vertheilt; die Gränze zwischen dem Blute und dem Thierschleim ist nicht fest gezogen; es sind ihrer mehrere.

Der arterielle Hauptstamm und der venöse mögen sich so ziemlich gleichen; auch wird wohl immer so viel Blut dem Herzen zugeführt, als es austreibt.

Die Aeste des arteriellen Hauptstammes gehen unter rechten und spitzen Winkeln ab; auch die stärkern Verzweigungen der Aeste machen nicht leicht andere Winkel; stumpfe Winkel sieht man nur in den feinsten netzartigen Verknüpfungen der arteriellen Strömchen unter sich oder mit den Venen. Die Aeste des Venenstammes halten gar keine Regel.

Die venösen Ströme, nie aber die arteriellen, bilden Nebenarme. Diese Arme entstehen theils bey der allerersten Anlage sogleich mit dem Grundstrome, oder sie entwickeln sich nach und nach, ihrer immer mehrere; man sieht dann einzelne Kugeln von den venösen Strömen abgehen, die sich mühsam einen Nebenweg

bahnen, dann nach einigen mehr oder weniger bogenförmigen Umwegen wieder in den Strom, von welchem sie ausgiengen, zurückkehren; dem ersten abgehenden Kügelchen folgen bald mehrere, und es bildet sich so nach und nach ein bald breit werdender Arm. Ich habe gesehen, daß ein Kügelchen von dem Venenstamm abgieng, seinen Weg in entgegengesetzter Richtung, vom Herzen abwärts nahm, dann einen Bogen beschreibend in die zufließende Richtung umkehrte, und wieder dem Stamme sich einverleibte. Die Fig. 2 T. X. zeigt einen so entstandenen Arm des Venenstammes. Zuweilen verlängern sich diese Arme, machen grössere Bogen, auch wohl Schlingen, dergleichen die F. 4 T. X. zeigt, und kehren so wieder zum Hauptstrom zurück g). Bedenkt man nun, wie gerne sich die Venenäste in zwey, drey und mehrere Zweige spalten, wenn sie sich dem Stamme einverleiben, und daß sie immer breiter sind, als die ihnen correspondirenden arteriellen Aeste, so kann man sich leicht vorstellen, wie der venöse Theil des Blutsystems einen weit grössern Raum, als der arterielle im thierischen Leibe einnehme.

Die Stämme, Aeste und Zweige halten in ihrer Vertheilung nicht immer eine geregelte Proportion. Ein grösseres Strömchen kann wohl ein ganz kleines Zweiglein abgeben, eben so auch wieder aufnehmen, obgleich im Ganzen genommen, die Strömchen um so zarter werden, je mehr sie in fortschreitender Verzweigung nach aussen gehen.

Mit unbedingter Strenge läßt sich die Gränze zwischen einem arteriellen und venösen Strömchen nicht angeben; es giebt keinen mathematischen Punkt, wo das Strömchen aufhörte, arterielles zu seyn, und venöses zu werden anfienge. Ich bemerke in Hinsicht auf die Art und Weise, wie sich die Richtung der Strömchen umwandelt, folgende Fälle:

g) Haller Op. min. p. 177, sah dasselbe.

1) Der arterielle Hauptstamm, wenn er gegen das Ende des Schwanzes, eigentlich der Wirbelsäule gelangt ist, beugt sich unter einem bey den jüngsten Subjecten rundlichstumpfen, bey etwas ältern aber spitzigen Winkel um h).

2) Aus dem Stamme gehen an dem Ende, wo zuerst die Umbeugung einfach ist, bey etwas ältern Fischchen mehrere ziemlich starke Aeste aus, welche dann mit dem Hauptstamme der Venen sich vereinigen. An der Figur der Tab. IX. sieht man solche Ströme.

3) Sowohl aus dem Arterienstamme, während seines Verlaufes unter rechten Winkeln, als auch aus demselben an der ursprünglichen Umbeugungsstelle unter sehr spitzigen Winkeln kommen Aeste, welche wie Strahlen auslaufen, dann sich wölbend umbeugen und zurückfliessen: dieses ist die gewöhnlichste Art, wie die Arterien in Venen übergehen: man sieht dieses herrlich abgebildet bey Leeuwenhoek i), auch an verschiedenen Stellen k) beschrieben.

4) Der einfache Umbeugungsbogen der Aeste zerlegt sich nach und nach in mehrere Bogen.

5) Zuweilen geht von einem Verbindungsbogen des arteriellen und venösen Strömchens ein Verbindungsast zu einem benachbarten Bogen, was auch Leeuwenhoek l) gesehen hat, und was ich Tab. XI. Fig. 4. habe nachbilden lassen.

6)

h) So auch Spallanzani bey Froschlarven: „comincia a distinguersi un' arteria dalla metà in giù della coda, la quale arteria va quasi sino all'apice, poi ripiegando traosmutarsi in vena, che va all' insù per la coda con direzione pressochè parallela all' arteria.“ l. c. p. 144. So auch Haller Op. m. p. 176.

i) Coot. arcan. nat. p. 52.

k) Exper. et contempl. p. 173 — 180.

l) ibid. p. 193.

6) Der arterielle Ast, welcher umbeugend zum venösen wird, schickt auch wohl vor der Umbeugung ein oder das andere gerade Strömchen an den venösen, wie es die Fig. 1 Tab. X. zeigt.

7) Zuweilen macht der arterielle Ast eine kurze Umbeugung und schlägt sich schlingenartig zur Vene um, was der Blutbewegung ein gar wunderbares Ansehen giebt. Es ist dieses auf der F. 5 T. X. abgebildet.

8) Nicht selten theilt ein arterieller Aststrom sich in zwey Bogen für zwey venöse, deren jeder wieder einen zweyten Bogen von einem andern arteriellen Strömchen bekommt m).

Aus dem hier Gesagten, (es wird aber überhaupt nichts gesagt, was nicht klar und deutlich wäre gesehen worden), geht hervor, daß jeder arterielle Strom ohne Unterschied der Stärke zu einem venösen werden kann, wie auch Hallern) und Spallanzani o) behaupten. Leeuwenhoek p) giebt zu, daß Strömchen zwey oder drey Kügelchen stark (*vasa adeo lata, ut duae vel etiam tres sanguinis particulae simul per ea transirent*) den Kreislauf bestehen, und man muß daher das, was er an einem andern Orte q) von der Nothwendigkeit, daß der Kreislauf nur durch Gefäße, die ein einzelnes Kügelchen führen, geschehen könne, sagt, um so mehr für eine bloß willkührliche Meinung halten, als man aus dem Satze, welchen er dabey macht: „weil man sonst nicht begreifen könne, wie alle Theile ernährt würden“ leicht einsieht, daß er vom

m) Spallanzani Esper. 51 und vorzüglich Esper. 52.

n) Op. m. p. 176.

o) l. c. p. 175.

p) Exper. et contempl. p. 177. p. 189.

q) l. c. p. 175.

vom Wege des Beobachtens ab, und auf den Irrweg der Hypothesen gekommen ist *).

Uebrigens geht aus der Vergleichung mehrerer Fischchen von verschiedenen Altern und Grössen, so wie aus den Beobachtungen, welche an demselben Fischchen, dessen fortschreitende Ausbildung einige Tage lang zur Untersuchung diente, angestellt wurden, hervor, daß, je älter das Fischlein ist, desto feiner sich auch seine arteriellen Strömchen vertheilen und ausbreiten, ehe sie zu venösen umbeugen.

Wenn Injectionsmassen aus den Arterien in die Venen dringen, so geschieht dieses wohl immer nur durch grössere Gefässchen, wenigstens vom Durchmesser eines Haares; ich muß aber bemerken, daß die beyden Stämmchen, von welchen bisher die Rede war, nämlich die *Aorta* und die *Vena cava* meiner Fischchen keineswegs den Durchmesser eines Haares hatten. Das einzige mir bekannte Beyspiel eines injicirten Präparates, an welchem man den Uebergang einer Arterie in die Venen mit Bestimmtheit sieht r), ist von der Art, daß eine ziemlich starke Arterie in das Netz der Venen übergeht. Ueberhaupt ist zwischen der wohlgerathensten und artigsten Injection, und der Vertheilung der fliessenden Blutströmchen ein gar grosser Unterschied. Wenn man ein injicirtes Praeparat unter einer Vergrößerung von 10 — 20 mal im Durchmesser betrachtet, so wird wohl an ihm nichts mehr dunkel und unscheinbar bleiben: wenigstens sehe ich an gut injicirten Nieren nicht allein die feins-

*) Es ist doch gar traurig, wenn man sieht, wie in Untersuchungen reiner Erfahrungsgegenstände sich die Erklärungssucht hervortreibt, und oft die ehrlichsten Leute confus macht. Nun giebt es wieder andere, die solchen Hypothesenkram auch für Erfahrung halten, und des Jammers ist kein Ende.

r) Ueber das feinste Gefäßnetz der Aderhaut im Augapfel, von S. Th. von Sömmerring. S. in diesem Bande die I. Abhandlung.

feinsten Arterien-Zweiglein, sondern auch ihre kleinen knotenartigen Verwicklungen, und die aus diesen kommenden bellinischen Röhrenchen bey 10maliger Vergrösserung vollkommen deutlich. Ich habe die Darmflocken von einer Gans und von einer Katze vor mir, worin man bey 20maliger Vergrösserung des Durchmessers ein gar schönes Gefäßnetz erblickt, und doch kann das feinste Gefäßchen dieses Netzes 6 Blutkügelchen bequem nebeneinander führen. Inzwischen besitze ich als unschätzbaren Beweis der ungemeinen Güte des Herrn geheimen Rathes v. Sömmerring ein Stückchen injicirtes Hirn; alle Gefässe sind wunderbar mit Zinnober gefüllt, und bey 62maliger Vergrösserung sehe ich auch die Canälchen, wo nur Ein, höchstens zwey Blutkügelchen gehen können; ich bemerke aber, daß in diesen höchst zarten Gängen die Injectionsmasse öfters kleine Absätze macht, nicht überall einen gleichbreiten Faden bildet, und hie und dort in Knötchen anschwillt. Nun mögen die Blutströmchen von Einem oder zwey Körnern Gefäßwand haben oder nicht, so muß wohl immer dieses so beschriebene Aussehen durch höchst glückliche Injection hervorgebracht werden; sind nämlich keine Gefässe da, so nimmt die Injectionsmasse den Weg durch den Thierschleim, welchen vorher das Blut nahm, aber freylich als todte Masse nicht mit der Regelmässigkeit, wie das Blut, und ungleich muß der Schleim verdrängt werden; haben diese Strömchen Wände, vollends gar solche, wie sie ihnen Leeuwenhoek giebt, so werden diese gar leicht zerreißen, und die Sache ist dann dieselbe.

Im Allgemeinen mögen gelangene Injectionen, um die Abänderungen in der Vertheilung der Haargefässe (in dem Sinne wie Prochaska s) dieses Wort nimmt) in den verschiedenen Gebilden des thierischen Leibes zu zeigen, wohl geschickt und taug-

s) *Disquisitio anatomico-physiologica Organismi Corporis humani*. p. 96. §. 37.

tauglich seyn; über die feinste Blutvertheilung aber, und über die verschiedenen Arten von Uebergängen der arteriellen Ströme in venöse, über den Kreislauf selbst können sie uns wenig belehren. Man muß das Leben im Leben sehen.

7.

Die Entwicklung des Dotters zu Blut, die Entstehung der Blutinseln und die Einrichtung zu Strömen erzählen Wolf und Pander, wenn gleich auf etwas verschiedene Weise, t) doch im Ganzen genommen so, daß man sichere Resultate daraus ziehen kann. In meinen Fischchen ist das Blut schon gebildet; die Ströme sind eingerichtet; man sieht das Herz als Kammer und Vorkammer sich bewegen; man gewahrt das gewaltsame Eintreiben des Blutes aus dem Herzen in die Kiemen; ein Arterienstamm bildet sich ober den Kiemen; dieser ist es, welcher längst der Wirbelsäule dem Schwanz entlang, als Aorta läuft, und einfach oder verästet umbeugend zum venösen Strome, zur *Vena cava* wird, welche dann in das Herz zurückkehrt.

Wenn nun meine Fischchen auf solche Weise keine Gelegenheit darbieten, den ersten Ausgang des Blutsystems aus der Indifferenz des Eystoffes zu gewahren, so sind sie doch sehr geschickt, uns über die Vermehrung des Blutes, über die Art der Gefäßausbreitung und überhaupt über die Gesetze des Wachsthumes zu belehren, und erfüllen daher eine Absicht, zu welcher der Gefäßhof des sich entwickelnden Kugelchens vollkommen untauglich ist. Die Nothwendigkeit, den aus dem bebrüteten Eye herausgenommenen Gefäßhof beständig wohl erwärmt zu erhalten, während man ihn unter dem Microscope betrachtet, ist in vielerley Beziehung eine zu grosse Beschweriß, als daß man lange und umständlich genug diesen herrlichen Gegenstand betrachten könnte.

Die

1) J. B. Friedreich Diss. cit.

Die Vermehrung der Blutströmchen geschieht auf eine doppelte Weise:

1) Es gehen von den schon vorhandenen Strömchen, sowohl von den Stämmen, als auch von den Aesten und selbst von den allereinfachsten Zweigen einzelne Blutkugeln ab; diese gehen seitwärts in den Thierschleim hinein, und bahnen sich zwischen den kleinen Klümpchen, welche aus zusammengehäuften Schleimkörnern entstehen, allmählig einen Weg: dem ersten Kugeln folgt nach einiger Zeit ein zweites, welches denselben Weg einschlägt; hierauf kommen in immer kürzern Zwischenzeiten ihrer mehrere nach, bis sich endlich eine zusammenhängende Reihe von sich fortbewegenden Körnern bildet; woraus dann auch nach und nach ein stärkeres Strömchen wird, indem immer mehr Körner eindringen u). Nicht selten nehmen die von einer und derselben Stelle eines Stromes hintereinander abgehenden Kugeln gleich anfänglich nicht einerley Weg; ein erstes Kugeln nimmt sich einen Gang; ein zweytes ihm nachfolgendes sucht sich einen andern Weg, und die ferner nachkommenden gehen nun theils dem ersten, theils dem zweiten Kugeln nach, woraus zwey Strömchen entstehen, die durch einen gemeinschaftlichen Anfang mit einem Stamme verbunden sind.

Eine andere von dieser ersten gar sehr verschiedene Erzeugungsweise der neuen Blutströme ist folgende. In der Nähe eines fließenden Blutstromes geräth ein Streifen des unbeweglich liegenden Thierstoffes in Bewegung; es bildet sich gleichsam ein bewegliches Säulchen aus den Schleimkörnern, welches mit einem Ende fast an den Blutstrom unter einem rechten Winkel anstößt, und mit dem andern Ende von ihm abgekehrt ist; dieser Streifen, oder dieses Säulchen schiebt sich nun hin und wieder dem Blutstrom zu,

vom

u) So auch Spallanzani Esper. 153. p. 145.

vom Blutstrome ab, alles in geregelten Zeitmomenten; die Schleimkörnchen, aus welchen der sich schiebende oder oscillirende Streifen besteht, legen sich in Ordnung aneinander, und nehmen allmählig eine bestimmtere, weniger verflüssigte Gestalt an, indem sie deutlich oval werden; endlich theilt sich die oscillirende Masse, deren Bewegung einer meiner Zuhörer mit dem Gange einer Säge vergleicht, in zwey Strömchen, deren eines in arterieller Richtung, das andere in venöser Richtung läuft, und welche an dem, dem Blutstrome abgekehrten Ende durch einen Bogen unter sich, an dem, dem Blutstrome zugekehrten Ende aber theils mit einer Arterie, theils mit einer Vene sich vereinigen. Auf solche Weise:

a) bildet sich neues Blut aus dem vorhandenen Thierschleime, gerade so wie im bebrüteten Eye aus dem Dotterstoffe, und gar nicht selten im menschlichen Körper aus der krankhaft ausgeschwitzten Lymphe Blut sich entwickelt.

b) Dieses neu sich bildende Blut geräth auch sogleich während seiner Bildung in Bewegung, und diese Bewegung ist eine oscillirende: ich will jedoch nicht mit voller Gewissheit behaupten, daß diese Oscillation eine ursprüngliche Bewegung sey, welche aus dem Begriffe des Blutes hervorgehe, obgleich solches sehr wahrscheinlich ist v). Was mich hindert, von meiner Beobachtung aus auf die Ursprünglichkeit dieser Bewegung zuschliessen, ist vorzüglich der Umstand, daß, wo der bewegliche Schleimstreifen mit dem einen Endpunkte nahe am Blutstrome liegt, dieser keine Gefäßwand hat; denn man sieht von dem Blutstrom aus öfters einzelne Kügelchen gegen den Streifen hingeschleudert werden, zuweilen gegen diese Kügelchen sogar eine kleine Strecke weit in die oscillirende Schleimmasse hinein; immer aber kehren sie schnell wieder zum Strome zurück. Aus diesen Thatsachen läßt sich vorstellen, das in dem

v) C. Merk über die thier. Beweg. S. 58 — 59.

dem Strome laufende Blut könne eine Erschütterung in dem Schleime hervorbringen, und die Oscillation verursachen.

c) Die oscillirende Bewegung geht in dem Maase, als sich der Schleim zu Blutkörnern gestaltet, in die geregelte Blutbewegung, den Kreislauf, über. Die Oscillation, ob ursprünglich oder abgeleitet, zerlegt sich in die beyden Momente des Zu- und Abströmens, und erhält dabey die Einheit durch den sich selbst gesetzten Wendepunkt.

d) Mit Leichtigkeit vergesellschaftet sich der neue arterielle Strom mit dem ältern, und gerne nimmt eine venöse Strömung die neugebildete in sich auf. So wachsen auch die in den Pseudomembranen erzeugten Blutgefässe an das Gefäßsystem des ganzen Leibes an.

Diese zweyte höchst merkwürdige, für die Physiologie so folgenreiche, so manches Phänomen der thierischen Oeconomie aufklärende Entstehungsart von Blutströmchen, ist von mir und meinen Schülern zuerst beobachtet worden, und ich glaube um so mehr das Recht zu haben, sie zu den glücklichsten Resultaten unserer Forschung rechnen zu dürfen, da wir keine Mühe sparten, um uns von allen dabey obwaltenden Umständen recht gründlich zu unterrichten.

Am schönsten erblickt man diesen Vorgang an der Stelle, wo der Hauptstrom des arteriellen Blutes, die Aorta, am Schwanze umwendet, um als venöser zurückzufließen. Alle Schleifen, welche in der Folge hier sich bilden, und den einen ersten Wendungspunkt in mehrere zerlegen, entstehen durch oscillirende Schleimstreifen. Wir haben an einem sehr jungen Fischchen, welches wir immer wieder in das Wasser setzen, wenn wir es sattam genug betrachtet hat.

hatten, die Oscillation 43 Stunden lang beobachtet, ehe der oscillirende Streif in die strömende Schleife übergieng. Die Fig. 1 T. XI. stellt diesen an der Umbeugungsstelle der Aorta in die *Vena cava* gelegenen beweglichen Streifen *a b* vor; deutlicher läßt sich die Sache nicht machen; denn der Streif zeichnet sich mehr durch seine Oscillation, als durch sein mahlbares Aussehen aus, so wie überhaupt der Thierstoff vom ruhenden Blute nur wenig unterschieden ist. Auch alle Zweige des arteriellen Grundstromes, welche dieser unter rechten Winkeln aufwärts gegen den Rücken schickt, und welche dort in weiten Bogen zur Rückkehr umwenden, entstehen auf diese Weise, nur mit dem Unterschiede, daß der eine Arm, welcher aus dem oscillirenden Schleimsäulchen sich entwickelt, nämlich derjenige mit venöser Strömung, von der Vene, welcher er sich einverleiben soll, weiter entfernt ist, als derjenige mit arterieller Strömung von der Arterie, zu welcher er Ast werden soll; bey dem beweglichen Schleime am Schwanze hingegen stossen beyde aus der Oscillation hervorgehende Arme in ganz gleicher Entfernung auf die Stammarterie und Vene, weil der ganze Vorgang in den Wendungspunkt fällt. Ich muß gestehen, daß ich bey den Bögen am Rücken nicht genau beobachten konnte, wie die Verlängerung des venösen Strömchens gegen die *Vena cava* geschehe; theils hindert die mindere Durchscheinbarkeit der Wirbelsäule ein genaueres Beobachten, theils gehen auch die hier sich zeigenden oscillirenden Schleimstreifen weit schneller, als am Schwanze in geordnete Strömchen über. Es ist aber wahrscheinlich, daß der venöse Arm erst durch Strömung die *Vena cava* erlange. Ist vielleicht die von mir beobachtete Oscillation des Thierschleimes dasselbe, was Spallanzani w) *confuso indizio di circolazione* nennt.

Daß das Blut nicht in allen Arten der Ströme mit gleicher Geschwindigkeit fliesse, darüber sind alle Beobachter einig, und man sieht dieses auch ganz bestimmt und deutlich; jedoch finden sich über die Gesetze der relativen Geschwindigkeiten noch einige Widersprüche vor, indem die verschiedenen Beobachter nicht überall miteinander einverstanden sind. Ich werde die einzelnen Theile des Blutsystems aufführen, und dieselben unter sich vergleichen.

1) Arterienstämme, Aeste und Zweige.

Nach Haller x) ist in den kleinen Arterien der Lauf des Blutes eben so schnell, als in den grössern; nach Spallanzani z) nimmt die Schnelligkeit des strömenden Blutes in der Schwanzarterie der Froschlarven etwas ab; in den mittlern Arterien aber läuft das Blut so schnell, als in den grössern a), ja während der Ruhezeit in den grössern Stämmen, davon nachher, schneller. Meinen Erfahrungen zur Folge läuft in allen Aesten, welche mehr denn ein oder zwey Kügelchen führen, und namentlich in jenen, welche unmittelbar von der Aorta abgehen, das Blut wenigstens eben so schnell als im Stamme, fast möchte ich sagen schneller.

2) Venöse Stämme, Aeste und Zweige.

Nach Spallanzani b) läuft das Blut in den venösen Zweigen langsamer, als im Stamme, und in der *Vena cava* um so schneller,

x) Opera min. p. 191.

z) Esper. 155. p. 146.

a) l. c. p. 170. In den Lungen jedoch wird der Lauf um so langsamer, je feiner die Verzweigungen werden l. c. Esp. 21 p. 52.

b) Esper. 49 u. 51.

ler, je näher sie dem Herzen kommt c). Beydes stimmt so vollkommen mit meinen Beobachtungen überein, daß kein Zweifel mehr über diese Thatsache seyn kann.

3) Arterielle und venöse Ströme.

Nach Spallanzani ist in den Arterien und Venen die Geschwindigkeit gleich d). Auch Leeuwenhoek spricht von gleicher Geschwindigkeit in den grossen Arterien und Venen e). Nach Haller läuft das Blut in den Venen langsamer, als in den Arterien, um die Hälfte, ja um das Dreyfache langsamer f). Im Ganzen genommen hat meinen Erfahrungen gemäß Haller das Recht auf seiner Seite; auch stimmt mit ihm Reichel g) überein; selbst Spallanzani führt h) eine Beobachtung auf, wie er sah, daß das Blut langsamer zu fließen anfing, als es zur Rückkehr zum Herzen umwendete; und schon Malpighi i) behauptet die langsamere Bewegung des venösen Blutes. In meinen Fischchen sahe ich, daß der venöse Hauptstrom meistens etwas langsamer floss, als der arterielle, und die venösen Aeste immer viel langsamer, als die arteriellen; am trügsten fließen die Nebenarme der venösen Ströme. Nur zuweilen läuft das Blut des venösen Hauptstromes noch rüstig fort, während der arterielle Grundstrom mühsam durch die schwachen Contractionen des Herzens fortgeschoben wird. Ein sich einem venösen Strome seitwärts

c) l. c. Esper. 53.

d) l. c. Esper. 49 und 51.

e) Contin. arcan. nat. p. 119.

f) O. m. p. 206.

g) l. c. p. 17.

h) l. c. p. 146.

i) l. c. „sanguis in vena continuato fluit impetu, minori tamen cum celeritate, ac in arteriis succedat.“

wärts einverleibendes arterielles Seitenströmchen vermehrt sichtbarlich die Geschwindigkeit des venösen Blutes.

4) Einfache Reihen von Blutkügelchen.

Für die einfachen Reihen von Blutkügelchen giebt es kein stätiges Gesetz der Geschwindigkeit, noch lassen sich hier Vergleichen anstellen; ich muß daher mehreres in diesem Betreffe zu Bemerkendes einzeln aufführen.

α) Die Blutkügelchen laufen in ihrer einfachen Reihe schnell, wenn sie so eben aus einem etwas stärkeren arteriellen Strömchen kommen. Vielleicht gehört hieher Spallanzani's Beobachtung *k*), welcher einmal die Kügelchen in einfacher Reihe schnell fortrollen sah.

β) Die einzelnen Blutkügelchen gehen gar langsam, wenn sie nur Verbindungszweige zwischen venösen Strömen in einfacher Reihe bilden.

γ) Geht ein Blutkügelchen von einem venösen Strome ab, und macht es einen Bogen, um wieder zu einem andern zu gelangen, so geht es zuerst langsamer, und beschleunigt dann seinen Weg, wenn es dem venösen Strome, zu welchem es verlangt, näher kömmt. Ueberhaupt laufen die einzeln gehenden Blutkügelchen in der Nähe des Stromes, zu welchem sie gehen, geschwinder, als in der Nähe dessen, von welchem sie kommen; selbst wenn die einfache Körnerreihe aus einer Arterie kömmt, läßt sich dieses bemerken; nur ist es immer um so deutlicher, je langsamer der Lauf der Kügelchen überhaupt ist.

δ)

k) Esper. 56. p. 75.

δ) Manchesmal wird das Blutkügelchen von dem venosen Strom, in welchem es eindringen will, aufgehalten, manchesmal wieder zurückgedrängt, manchmal schnell angezogen.

ε) Ein Blutkügelchen, welches, von einem Strömchen das Erste abgehend, sich einen Weg sucht, geht langsam, ruhet, bewegt sich wieder, geht auch wohl zurück, dann wieder vorwärts, und bahnt sich endlich einen Weg zu einem Strömchen hin; selbst wenn das vereinzelte Kügelchen aus einem starken arteriellen Strömchen abgeht, so ist seine Bewegung langsam, indem es nur allmählig einen Weg sich bahnt. Diejenigen Körner, welche dem ersten folgen, haben es schon etwas leichter, und nach und nach richtet sich der Lauf der später kommenden ein; es geht immer besser, und die Bewegung wird lebhafter, je mehr Körnchen denselben Weg nehmen.

Haller behauptet, daß in den grössern Strömen die Kügelchen, welche in der Mitte schwimmen, schneller fließen, als jene, welche an der Seite sich befinden: er behauptet dieses sowohl vom arteriellen *l*), als vom venosen *m*) Blute, und beruft sich dabey auf Malpighi und Schreiber. Spallanzani *n*) sah dasselbe, und Hr. Dr. Parrot versichert mich, daß es ihm ebenfalls so dünke; inzwischen muß ich gestehen, daß ich mich, aller Aufmerksamkeit ohngeachtet, von diesem Umstande nicht vollkommen überzeugen konnte, aber ich wage auch nicht, die Sache zu läugnen.

9.

Daß das sich zusammenziehende Herz, durch die Gewalt, mit welcher es das Blut in die Gefäße eintreibt, eine stossende Kraft

l) Opera min. p. 193. confer, Elem. Phys. T. II. p. 166.

m) ibid. p. 207.

n) l. c. p. 101 und p. 192.

Kraft auf das Blut ausübe, und es in Absätzen forttreibe, was man an der abwechselnd beschleunigten Blutbewegung wahrnehme, darin kommen Malpighi *n**), Leeuwenhoek *o*), Baker *p*), Haller *q*) und Spallanzani *r*) überein, und alle meine Beobachtungen liefern dasselbe Resultat.

Bey dem im bebrüteten Eye sich entwickelnden Hühnchen ist die stoßweise Bewegung des Blutes ungemein deutlich; das Herz treibt mit einer Gewalt, welche man nicht genug bewundern, begreifen nie kann, das Blut in die Aorta; der dadurch verursachte Trieb pflanzt sich schnell durch die Arterienstämmchen, welche zu beyden Seiten des Rückenmarkes aus dem Leibe des keimenden Vogels ausgehen, fort, und geht in ihre astartigen Verbreitungen in der *area vasculosa* über. Wird die Beobachtung in der möglichst frühen Zeit, ohngefähr gegen die 36 — 48 Stunde, angestellt, so sieht man das Blut nach jedem erhaltenen Stosse ruhen, mit jedem folgenden Stosse aber schnell wieder fließen *s*). In der Folge, wenn das Küchlein älter geworden, läuft das Blut in den Arterienstämmchen, auch zur Zeit der Diastole des Herzens fort, jedoch langsamer *t*), ausgenommen, wenn der Kreislauf schwächer wird, wo wieder nach jedem Stosse die Ruhe eintritt.

Bey

*n**) l. c. p. 92.

o) Exper. et contempl. p. 171. 175. 188. 222. Contin. arcan. natur. p. 111.

p) Das z. Gebr. leicht gem. Microscop. p. 155.

q) Opera min. p. 187. 196.

r) l. c. p. 75. 87. 114. 115. 161. 165. 175. 174. u. d. m.

s) So auch Spallanzani „Ore 40. il sangue circola a spinte, facendo nella systole un cortissimo tratto di strada e soffermandosi nella diastole“ l. c. p. 114.

t) Derselbe: „Giorni tré. Anzi nella diastole non si può dir propriamente, che (il sangue) si arresti, conservandosi in lui qualche residuo di movimento.

Bey meinen Fischchen sahe ich auf ganz gleiche Weise dasselbe, was mir frühere Beobachtungen am bebrüteten Eye wahrnehmen liessen; das Blut wird aus dem Herzen in die Kiemenarterie und ihre 8 Hauptäste durch jede Zusammenziehung des Herzens, ich darf sagen, hineingeschleudert; wie aber das Blut aus den Kiemenarterien in die Aorta komme, konnte ich nicht deutlich und genau genug erkennen; der Aortenstamm erscheint am Kopfe oberden Augen sogleich ausgebildet, ohne dafs man im Stande ist, die aus den Kiemen ausgehenden Aeste, welche ihn bilden, zu sehen. Wahrscheinlich, und aller Analogie nach, gehen anfänglich die Kiemenarterien lediglich durch Umbeugung in die Aeste, aus welchen die Aorta zusammengesetzt werden soll, über; später bildet sich ein gröberes Netz zwischen beyden, und erst als Folge der vollständigen Ausbildung erscheint jene wunderbare feine Verzweigung der Kiemenarterie, wie wir selbe an den Kiemen der erwachsenen Fische bewundern*). Wie auch immer der Uebergang der Kiemenarterie in die grosse Arterie bey meinen Fischchen seyn mag, so sieht man immer das Blut des Aortenstromes sich stofsweise bewegen; je jünger die Thierchen sind, je schwächer sie längere Zeit unter dem Microscop gehalten werden, desto mehr hängt die Bewegung des Blutes lediglich von dem Herzen ab, und nach jedem durch die Zusammenziehung des Herzens bewirkten Antriebe folgt einige Ruhe, oder wenigstens langsames Bewegen; je lebhafter, je älter die Fische sind, desto weniger ist das Stofsweise in der Blutbewegung heraus-

*) Eine nichts weniger als gelungene oder deutliche Abbildung einer injicirten Fischkieme giebt Fischer in seinen naturhistor. Fragmenten; was er aber zur Erklärung der Abbildung sagt, beweist, dafs er sich auch gar keinen Begriff von dem machen konnte, was man ihm in Wien als injicirte Fischkieme unter dem Microscope hatte sehen lassen.

ausgehoben, weil das Blut geschwinde zu fließen fortführt, auch zur Zeit, wo das Herz sich erweitert u).

Es ist die Frage: wie weit hinein in die Strömungen des Blutsystems sich die Wirkung des von dem sich zusammenziehenden Herzen mitgetheilten Stosses erstreckt?

Bey dem bebrüteten Eye sieht man die Wirkung der Systole des Herzens in die feinen Verzweigungen der Arterien hinein, zum Theil selbst in jene, welche in die *Vena terminalis* münden, sich erstrecken; aber gar keinen Antheil an dem mitgetheilten Stosse nehmen die Venen, namentlich nicht die *Vena terminalis v*).

Leeuwenhoek sah die stofsweise Bewegung des Blutes in den feinsten Gefässen des Schwanzes einer Froschlarve x), an den kleinsten Arterien im Schwanze eines Aales z) und in den Arterien am Flügel einer Fledermaus a).

Baker b) und Haller c) behaupten, dafs die abgesetzte, stofsweise Bewegung nur in den Arterien, nicht in den Venen statt habe, und sehen dieses als einen wesentlichen Unterschied in der Be-

u) So auch Malpighi (l. c.) Spallanzani (Esper. 52) und Haller „in ranis equidem acceleratio ista a cordis systole nata microscopio non conspicitur, dum sano animali integrae vires sunt.“ Oper. mio. p. 187.

v) Damit stimmt auch Spallanzani, p. 115, überein.

x) Exper. et contempl. p. 171. 175.

z) l. c. p. 188. Vergl. cont. Arc. nat. p. 114.

a) Exper. et contempl. p. 222.

b) l. c. p. 133.

c) Op. m. p. 187; vergl. p. 196. u. wegen der Venen p. 207. Man sehe auch Elem. Physiol. T. II, p. 227.

Bewegung des von dem Herzen abströmenden, und des dem Herzen zufließenden Blutes an.

Spallanzani sah den Stofs, welchen das sich zusammenziehende Herz dem Blute mittheilt, sich bis in die feinsten Arterien erstrecken d), aber er sah auch, was schon Steph. Hales in den Lungen eines Frosches gesehen hatte, die absatzweise Bewegung des Blutes in den Venen: „*tanto ho io veduto*, sagt er, *nelle salamandre, e nelle rane degli alberi, ma assai più ne' pulcini, e ne' girini, ne solamente l'ho veduto in una, due o poche venine, ma in centinaia anzi in più migliaia, e questo accadeva non solo quando era deficiente o languido il circolo, ma essendo vigorosissimo e*).

Diese Behauptungen Spallanzani's werden durch meine Wahrnehmungen auffallend bestätigt; fast immer sah ich die stofsweise Bewegung in den Blutströmchen, ohne allen Unterschied, ob sie vom Herzen ab, oder dem Herzen zufließen. Jedoch habensich bey meiner Untersuchung einzelne merkwürdige Umstände in Beziehung auf diese Thatsache ergeben, welche ich anführen muß.

a) Wenn auch das stofsweise Fortbewegen noch so deutlich und vollkommen über das ganze System des vom Herzen ab- und zum Herzen zurückfließenden Blutes verbreitet ist, so giebt es immer einzelne Strömchen, an welchen man den Rhythmus der Bewegung auf keine Weise wahrnimmt: diese einzelnen Strömchen, welche als Ausnahmen erscheinen, sind theils kleine arterielle, theils venöse, theils Verbindungshogen mit einem oder mit mehreren Kügelchen. Welche Strömchen bey dem allgemein verbreiteten Stosse gleich-

d) l. c. p. 175. §. 10.

e) l. c. §. 11, wo er auch die vielen Versuche nachhaft macht, auf welche sich diese Behauptung stützt.

gleichförmig fortfließen, darüber giebt es keine Regel. Eine und dieselbe Beobachtung läßt zuweilen wahrnehmen, wie ein Strömchen, welches gleichförmig fließt, absatzweise zu fließen anfängt, und ein absatzweise sich bewegendes wird unter den Augen gleichförmig.

β) An dem venösen Grundstamme, der *Vena cava*, sieht man die stoßweise Bewegung oft, oft auch nicht. Ich habe vermuthet, man werde das stoßweise Bewegen in dem Hauptstrom des zurückfließenden Blutes am deutlichsten erkennen zu jener Zeit, wo er noch allein durch Umbeugung des Hauptstromes des abfließenden Blutes entsteht, und nichts als die einfache Fortsetzung dieses ist. Allein die Erfahrung hat mich belehrt, daß in der frühern Zeit, wo sich der arterielle Hauptstrom in den venösen durch bogenförmiges Wenden umwandelt, und wo eben gewöhnlich das arterielle Blut am lebhaftesten den Stoß des sich zusammenziehenden Herzens in dem Rhythmus seiner Bewegung veroffenbart, das venöse Blut am allerwenigsten und seltensten an dem stoßweisen Antriebe Antheil nimmt, da doch das Blut des venösen Hauptstromes dieser Rhythmus gerne, wenn auch immer etwas schwächer, als jenes des arteriellen, annimmt, wenn er aus lauter Verzweigungen desselben, wie es bey etwas ältern Fischchen der Fall ist, entsteht.

γ) Einzelne Blutkügelchen, welche neue Wege suchen, oder in grössern Zwischenströmen einander folgen, nehmen gar oft an dem Stosse, welchen die Blutmasse von der Systole des Herzens erhält, lebhaften Antheil; aber eben so oft sieht man sie auch ruhig und gleichförmig ihren Weg fortsetzen, oder wenn sie sich bald langsamer, bald geschwinder bewegen, so folgen sie darin ihren eigenen Gesetzen (§. 8. Nr. 4), und nicht den Bewegungen des Herzens.

δ) Strömungen, welche gewöhnlich ausgezeichnet langsam fließen, so namentlich die venösen Nebenarme, nehmen am schwersten und bey weiten am seltensten die stofsweise Bewegung an.

In der *area vasculosa* des sich entwickelnden Kückleins bemerkt man in den grössern, dem Herzen nahen Venen ebenso eine absatzweise Fortbewegung des Blutes, wie in den Arterien, nur mit dem Unterschiede, daß hier der rhythmische Fortgang von der Erweiterung der Vorkammer abhängt, und mithin das Blut stille steht, wenn sich diese contrahirt. Man sieht nämlich in dem Augenblicke, wo sich die Vorkammer des Herzens erweitert, das venöse Blut schnell gegen sie anströmen und sich in sie ergiessen; sobald sie sich aber wieder zusammenzieht, so geräth das venöse Blut bis gegen die feineren Anfänge der Venen hin in Ruhe, und bewegt sich nur noch vorwärts in den feinsten venösen Strömchen. Man könnte diese Thatsache als eine Bestätigung der neuerlich von J. Carson f) Dr. Zugenbichler g) und Schubarth h) in Anregung gebrachten Theorie des Kreislaufes, ansehen: Es soll nämlich, diesen Schriftstellern zur Folge, der venöse Theil des Blutumlaufes vorzüglich von der Saugkraft des sich erweiternden Herzens abhängen, gerade auf dieselbe Weise, wie die arterielle Bewegung von dessen Contractionen abhängt*). Ich habe daher eine vorzügliche Aufmerksamkeit auf die Bewegung des Blutes in der *Vena cava* meiner Fische verwendet, und darauf geachtet, ob die an denselben bemerkbaren Absätze und Stösse sich nach jenen in dem arteriellen Theile des

f) An inquiry into the causes of the motion of the blood.

g) Archiv der Medicin und Chirurgie schweizerscher Aerzte 1816. 3. H. p. 170.

h) Gilberts Annalen der Physik. Jahrg. 1817. St. 9. p. 35.

*) „The heart therefore, acts at once in a twofold capacity. By the contraction of the ventricles it propels the blood through the arteries, and by the dilatation of the auricles it pumps it from the veins.“ Carson l. c. p. 148.

des Blutes richten, oder ob sie mit ihnen abwechseln; aber immer, auch dann, wenn die Bewegung des Blutes sehr langsam war, mußte ich mich für überzeugt halten, daß, wenn in der *Vena cava* stoßweise abgesetzte Bewegungen geschehen, sie immer mit den Contractionen der Kammer und mit denen der arteriellen Ströme aber nicht mit den Expansionen der Vorkammer zusammenfallen. Den Venenstamm nahe am Herzen konnte ich bey meinen kleinen Fischen nie genau sehen, weil zu jener Zeit, wo man den Kreislauf deutlich genug wahrnehmen kann, immer noch so viel von der Dottermasse da ist, daß durch dieselbe der obere Theil der Vene bedeckt wird.

Man hat die Frage aufgeworfen: ob sich die Arterien erweitern in dem Augenblicke, wo neues Blut vom Herzen eingetrieben und ein Stoß oder Druck auf das in den Arterien schon enthaltene ausgeübt wird? Ich kann nun freylich gegenwärtig sehr wenig beytragen, den sonderbaren Streit über eine Thatsache, welche das bloße Ansehen sollte berichtigen können, zu entscheiden, da ich keine Arterien, sondern nur Blutströme gesehen habe; jedoch läßt sich für mich die Frage so stellen: werden die Blutströme breiter, wenn die Systole des Herzens den Stoß auf sie thut? und da muß ich dann bekennen, daß ich nie auch nur eine Spur von Verbreiterung wahrgenommen habe.

Remus i) und Haller k) sprechen den Arterien in den kaltblütigen Thieren alle Contraction und Expansion ab, und Spallanzani l) gesteht sie nur den grössern Stämmen zu; jedoch behauptet auch er, daß diese Beweglichkeit der Arterien etwas mehr zufäl-

li-

i) Specimen inaugurale §. 23. p. 47.

k) Opera m. 288.

l) l. c. p. 124.

liges, und dafs sie wenigstens ohne Bedeutung für die Blutbewegung sey. Dafür aber versichert Leeuwenhoek m) die Erweiterung eines kleinen Blutstromes und des Gefässes, welches ihn einschliesen soll, an einer Froschlarve wirklich gesehen zu haben. Fast thut es mir leid, dafs sich unser ehrlicher Philister*) schon wieder im Beobachten durch vorgefafste Meinung hat irre führen lassen; denn zuerst meldet er, das Blut werde mit jedem Herzschlage vorwärts gestossen, darauf fliesse es sogleich wieder in retrograder Bewegung zum Herzen zurück; nun fragt er, woher dieser Rückflufs komme; darauf erwiedert er, man sollte glauben, dieses werde von den Contractionen der durch den Stofs erweiterten Arterienwände bewirkt**) und endlich fällt ihm ein, er habe diese Erweiterung sogar gesehen. Ein andermal sagt Leeuwenhoek „*in arteriis clarissime dignoscere poteram saepius iteratam elevationem protrusionis*“ n); allein hier ist doch wohl nur von der stofsweisen Bewegung die Rede.

10.

Um nichts von Jenem, was auf die Bewegung des Blutes bey seinem Wechsel in der Richtung des Strömens Beziehung hat, zu übergehen, damit eine vollständige Darstellung alles dessen, was die
Be-

m) Continuat. arcan. nat. p. 112.

*) „A litteris alienus.“ Haller Op. m. p. 198.

**) Was man nicht alles in der Physiologie behaupten kann? Da giebt es so viele, welche gar nicht anders wissen, als die Contractionen der Arterien seyen ein kräftiges Mittel zum Fortschreiten des Blutes; nun aber demonstriert Leeuwenhoek, dafs sie das Blut zurückschieben, also ein Hindernifs der progressiven Bewegung seyen.

n) Exper. et contempl. p. 222.

Beobachtung bisher über diesen wichtigen Gegenstand gelehrt hat, als Grundlage einer fernern Forschung und einer vernünftigen Theorie dienen möge, so führe ich noch eine Reihe einzelner von mir oder von andern wahrgenommener Thatsachen, welche sich nicht füglich unter allgemeine Ansichten bringen lassen, an.

1) Malpighi sah durch krampfhaftes Erzittern das ruhende Blut wieder in Lauf kommen o). Meine Fischchen geriethen zuweilen in ein über ihr ganzes Leiblein verbreitetes Erzittern; mit ungemeiner Schnelligkeit bewegte sich die sämmtliche durch das Microscop erblickbare Masse hin und wieder; dadurch wurde das Bild dunkel, als wäre es mit einem zarten Flor überdeckt, oder ein wenig aus dem Sehepunkte gerückt; ich konnte also auch während des Erzitterns das Strömen des Blutes nicht fixiren; in demselben Augenblicke aber, wo das Erzittern aufhörte, war alles wieder deutlich: dann sah ich aber auch nie die geringste Veränderung im Laufe des Blutes; alles war auf das Genaueste gerade so, wie vor dem Erzittern; zuweilen erzitterte ein Fischchen fast in jeder Minute 10 — 15 Sekunden lang, und immer habe ich gesehen, daß der Blutumlauf daran keinen Antheil nahm? R. Whytt p) stellte sich bekanntlich vor, daß die feinsten Gefäße durch ein Oscilliren oder Erzittern zur Fortschaffung des Blutes beytrügen; ich habe aber nie etwas bemerken können, was auch nur von Ferne diesen Einfall zu bestätigen dienen könnte. Vielmehr haben mir meine Beobachtungen ge-

o) „Cessante fere motu cordis et sanguinis, si animal subita convulsione et angore totum corpus concutiat, vel saltem sola intestina (er beobachtete nämlich den Kreislauf in mesenterium eines Frosches) illico sanguini motus restituitur a partibus ad centrum.“ Op. posth. p. 92.

Eine ähnliche Beobachtung machte Reichel l. c. Exper. 11. p. 21.

p) Sämtl. z. theor. Arzneik, geh. Schriften p. 371.

gelehrt, daß der Lauf der vereinzeltten Blutkörner theils von ihnen selbst, theils von der Gewalt des Herzens, keineswegs aber von Gefäßwänden, welche gar nicht da sind, oder auch von sonst einer andern äussern Gewalt abhängt.

2) Lecuwenhoek q) sah die Gefässe in dem Schwanze eines kleinen Fisches, welche, wenn dieser Theil in der Ruhe war, 2 bis 3 Körnchen faßten; dehnte er aber den Schwanz aus, wie ihn das Thier beym Schwimmen ausgespannt haben würde, wobey die Gefässe gedehnt wurden, so sah er nicht allein statt zwey oder drey Körnchen nur ein einzelnes gehen, sondern er bemerkte auch, daß dieses Eine langsamer fortkam. Dieser gewaltige Einfluß der Spannung oder Erschlaffung der thierischen Gebilde unmittelbar auf den Kreislauf, erklärt uns, warum bey Wunden, Entzündungen und andern örtlichen Fehlern die Lage der Theile von so ungemeiner Wichtigkeit sey.

3) Einigen Jatro-mathematikern zur Folge r), welchen auch Lenac s) beypflichtet, wird die Geschwindigkeit des Blutes vermindert, wenn ein Ast unter einem stumpfen Winkel von einem arteriellen Stämmchen abgeht, womit auch Remus t) und Haller u) übereinstimmen. Ich konnte aber nie in der Geschwindigkeit des arteriellen Blutes einen Unterschied wahrnehmen, welcher mit den Winkeln der Aeste in Beziehung gestanden wäre; auch legt Haller auf
seine

q) Contin. arcan. naturae p. 216.

r) So namentlich Sauvages und Steph. Hales.

s) Traité de la structure du Coeur. T II. p. 167.

t) l. c. §. 20. Exper. 4. p. 45.

u) Op. m. p. 195.

seine Behauptung keinen grossen Werth. In denjenigen Aesten, welche unter vollkommen rechten Winkeln aus dem Grundstamme des arteriellen Theils des Blutsystems entspringen, und gegen den Rücken aufsteigen, fliesst das Blut offenbar eben so schnell, als in jenen Aesten, welche in fast paralleler Richtung von dem Ende dieses Grundstammes aus in dem Schwanze sich verbreiten; eigentlich stumpfe Winkel habe ich nur in den kleinsten Vernetzungen der arteriellen Strömchen hie und dort angetroffen; in diesen aber ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Blut bewegt, ohnehin zu veränderlich, als dass man etwas sicheres sagen könnte.

Nach Haller ändern die Winkel in den venösen Strömungen an dem Laufe des Blutes die Geschwindigkeit nicht v). Ich habe aber doch bemerkt, dass in dem, aus dem venösen Grundstamme herausgehenden Nebenast, welcher in der Fig. 2. der Tab. X. vorgestellt ist, das Blut ungemein träge floss, und zwar so lange, als es in entgegengesetzter Richtung mit dem Grundstrome gieng; als aber der Strom sich bogenartig wendete, da floss das Blut auch wieder etwas schneller.

Wellenförmige Krümmungen der Strömchen haben gar keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Blutes w).

4) Spallanzani x) sah zwey venöse Aestchen, in deren jedem die Kugelchen in einfacher Reihe liefen; beyde vereinigten sich zu einem Stämmchen, welches wieder nur einzelne Kugelchen führ-

v) „Angulos non vidi celeritatem frangere.“ Op. m. p. 207.

w) So auch Spallanzani l. c. p. 71.

x) l. c. p. 84. Esper. 72.

führte. Nun giengen die Kügelchen abwechselnd bald aus dem einen, bald aus dem andern Aste in das Stämmchen hinein. Bisweilen also näherte sich in einem der Zweiglein ein Kügelchen langsam dem Stämmchen, um sich in dieses zu begeben, während sich in dem andern Zweiglein nahe an dem Eingange in das Stämmchen ein anders Kügelchen ruhig hinlegte; dieses ruhig liegende Kügelchen aber gieng in seinem Zweiglein zurück, wenn das erste, um in den gemeinschaftlichen Stamm einzulaufen, sich ihm näherte, selbst wenn es von ihm noch nicht berührt war; sobald aber jenes in dem Stamme eingedrungen war, gieng das zurückgegangene, welches Platz gemacht hatte und ausgewichen war, wieder an seine Stelle, und begab sich nun auch in das Stämmchen.

Diese von Spallanzani so anmuthig erzählte Geschichte zweyer Blutkörper, mag als ein Beyspiel jenes Verhältnisses dienen, welches zwischen den Blutkörpern selbst zu bestehen scheint, und worauf so manche Spielereien unter ihnen, dergleichen man fast bey jeder Beobachtung gewahr wird, beruhen. Irre ich nicht, so sind die Blutkörper immer in einem innerlichen Gegensatze befaßt; einmal sind es eigene Thierorganismen, jedes gleichsam für sich etwas Individuelles, ein Infusorium; das andermal sind sie Theile des Ganzen, nur in der Beziehung auf die Masse bestehend, von den allgemeinen Verhältnissen des Blutsystems abhängig. Auf diese Weise sind sie selbstständig und doch äussern Gewalten hingegeben, ziehen sich an und stossen sich ab, bewegen sich und werden bewegt, trennen sich vom Blutsystem und suchen die Vereinigung aller.

5) Bisweilen kommen sich kleine arterielle Strömchen direct entgegen, eine Anastomose bildend; entsteht aus der Anastomose

wieder ein Strom, so ziehen sich die Blutkörper von beyden Seiten in diesen hinein; ist aber die Anastomose geschlossen, so widerstreben sich die einander entgegenkommenden Blutkörper. Ich habe gesehen, wie zwey sich von entgegengesetzten Seiten begegnende Blutkügelchen einander aufhielten, gegen einander balancirten, das eine das andere wechselweise zurücktrieb, eines sich dem andern näherte, dann wieder entfernte, bis endlich eines nachgab, eine bestimmte Richtung annahm, zurückkehrte, und ihm das andere folgte. Auf ähnliche Weise beschreibt Haller z) diesen Vorgang.

6) Ein überaus artiges Schauspiel gewähren die Schlingen, welche die kleinen Blutströmchen bilden, indem sie sich um sich selbst herumwenden. Ich habe davon zwey Arten beobachtet:

a) solche, welche von den arteriellen Strömen gebildet werden, in dem Augenblicke, wo sie venöse Richtung annehmen, dergleichen auch die F. 5 der T. X. vorstellt.

β) solche, welche von den venösen Strömen in ihrem Fortgange gebildet werden: die Vene wendet sich nämlich um sich selbst herum, wie die Fig. 4 Tab. X. bey *c f* zeigt. Diese zweyte Art von Schlingen ist in mehrerer Hinsicht überaus merkwürdig; denn erstens begreift man nicht wohl, wie sie sich bilden, indem sie bey Strömen vorkommen, welche doch keine Wände haben können; auch sieht man sie plötzlich entstehen und wieder verschwinden; so ist es mir auch auffallend, daß ich in vielen Fischchen gar keine Schlingen sah, während sie in einzelnen Individuen sehr häufig vorkamen; auch finde ich keine frühere Nachricht von ihnen.

Zwey-

z) Op. min. p. 195 u. f.

Zweyten läuft das Blut an der Stelle der Schlinge umgemein schnell; sie hat das Ansehen eines kleinen Wirbels, in welchen die Blutkörner hineingerissen und darin herumgetrieben werden; aber nicht allein in diesem Wirbel ist die Bewegung der Blutkörner sehr schnoll, sondern auch das nach gebildeter Schlinge wieder gerade fortgehende Strömchen, fließt viel schneller, als es vor der Schlingenbildung geflossen war; dieses ist so constant, daßs, wenn ich ein kleines venöses Strömchen schnell fließen sah, ich immer auch einen kleinen Wirbel in der Nähe vermuthen konnte.

6) Während das Blut strömt, bekommen die Blutkörner keine andere Bewegung, als die des Fortgehens, und es hat kein Untereinanderwerfen oder in einander Wirbeln der Körner statt, wie solches auch Malpighi *a)*, Haller *b)* und Spallanzani *c)* bezeugen. Jedoch scheinen hievon die kleinen Schlingen, von welchen vorhin (5) die Rede war, eine Ausnahme zu machen; denn in diesen werden wirklich die Blutkörner untereinander getrieben, und schnell abwechselnd in verschiedene Lagen gebracht.

7) Die von Haller *d)* meisterhaft beschriebenen Oscillationen des Blutes, welche die Folgen des schwächer gewordenen Kreislaufes sind, und welche der vollkommenen Ruhe des Blutes vorherzugehen pflegen, habe ich ebenfalls beobachtet, jedoch nur in den Arterien, nicht in den Venen *e)*; auch habe ich sie nicht so häufig gesehen, als sich den Haller'schen Aeusserungen zur Folge hätte vermuthen lassen; denn gar oft hörte mit dem Absterben der
Fisch-

a) l. c. Opera posth.

b) Op. min. p. 207.

c) p. 192.

d) Oper. m. p. 197.

e) Damit stimmt auch Spallanzani l. c. p. 311 überein.

Fischchen der Kreislauf gänzlich auf, ohne alle vorhergehende Oscillation.

3) Dafs in den feinsten Strömchen das Blut noch flicsse, wenn auch die grössern in Ruhe sind; dafs in den Venen das Blut ströme, wenn es in den Arterien schon ruhet, hat vorzüglich Spallanzani *f)* bemerkt, und ich habe alles, was er darüber sagt, bestätigt gefunden.

f) l. c. p. 91. Esp. 80 — 85.

Erklärung der Abbildungen.

I. T a f e l. (Tab. IX.)

Auf der ersten Tafel ist der ganze Schwanz eines Fischchens, in der Natur ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Linie lang vorgestellt.

Das zu dieser Abbildung gewählte Thierchen war schon ziemlich entwickelt, so, daß es tauglich schien, einen vollständigen Begriff von der Lage der beyden Grundstämme des Gefäßsystems, von ihren Verästungen, und von jenen Verhältnissen, in welche dieses System bey seiner Vertheilung kömmt, zu geben.

Der dunkle Fleck ohne Gefässe ist noch Eymasse.

II. T a f e l. (Tab. X.)

Die Figuren der zweyten Tafel sollen dienen, die vorzüglichsten Arten der Vertheilung der Blutströmchen zur Anschauung zu bringen.

Fig. 1 zeigt den bey weitem gewöhnlichsten Uebergang einer Arterie in eine Vene.

a b b ist ein arterieller Ström, der sich bey seiner Umbiegung zur venösen Strömung in zwey Theile theilt, *b d* ist die venöse Strömung selbst, wie sie wieder aus den beyden Bogen entspringt.

springt. *cc* sind zwey Nebenströmchen, in welchen die Blutkörper einzeln und zum Theil entfernt von einander laufen.

Bey *e* sieht man ein Blutkugeln aus dem untern Nebenströmchen in den größern Strom eingehen, wobey es sich etwas krümmt, gleichsam herein in den Stamm beugt.

Fig. 2. Ein Stück aus dem Strome der Vena cava; das Blut fließt von *a* nach *b*; es entsteht aber bey *c* ein Arm, welcher sehr langsam zurück nach *d* fließt, dann umbeugt, sich bey *e* in zwey Arme theilt, die bey *ff* wieder mit dem Hauptstrome sich vereinigen.

Fig. 3. Ein Stück desselben Hauptstroms; das Blut fließt von *a* nach *b*; *c* ist ein kleines, auf den Hauptstrom stossendes Strömchen, *d* ein Blutkugeln, welches hinweggeschneelt wird; *de* ist der Bogen, den es neben dem Strom beschreibt, bey *e* senkt es sich wieder ein.

Fig. 4. Dieselbe Vena cava, aus welcher bey *d* ein Aestchen ausgeht, welches sich bey *c* wieder spaltet; der eine Zweig *ef* schlägt sich schlingenartig um, der andere *cg* vereinigt sich wieder mit ihm, und ihr gemeinschaftlicher Stamm geht bey *e* in den Hauptstrom zurück.

Fig. 5. Ein kleiner arterieller Strom *ac*, der sich in einer engen Schlinge umwendet und zum venösen *cb* wird.

III. T a f e l.

Fig. 1. Die Bildung des Blutes aus dem thierischen Schleime. Bey dem sehr zarten Fischehen ist die Bildung der beyden Hauptströme des Blutes noch ganz einfach; die *Aorta* wendet um, wird *Vena cava*. *a b* ist der Streifen des Thierschleims, welcher in die Blutmetamorphose eintritt, regelnäfsig körnig wird, und oscillirt.

Die folgenden drey *F. F.* sind aus *Leeuwenhoek* genommen, und werden deswegen beygefügt, um einige merkwürdige Verhältnisse der arteriellen und venösen Strömungen, welche ich nicht selbst beobachtete, zu erläutern.

Fig. 2. *a b* eine Arterie etwas gröfser, als zur Führung eines Blutkörnchens nothwendig ist; bey *b* theilt sich die Arterie in die beyden Aeste *e* und *c*, welche sich wieder bey *d* vereinigen, und den Stamm *d f* bilden; *g i h k* ist Vene. In diesem Falle also hatte das arterielle Blut Einiges, die Vervielfältigung nämlich der Strömungen und die Bildung in Arme, von dem venösen Blute angenommen. Diese Beobachtung machte *Leeuwenhoek* bey einer Froschlarve.

Fig. 3. *a b* ist eine Vene, in welcher mit grofser Schnelligkeit das Blut von *b* nach *a* fließt. Aus dieser Vene gehen zwey kleine Aestchen *c* und *d* heraus, welche sich bey *e a f* miteinander vereinigen. *h i* ist eine Arterie, in welcher das Blut mit gleicher Schnelligkeit, wie in der Vene von *h* nach *i* fließt. Aus der Arterie *h i* geht auch ein Ast *k f l* heraus; das Blut, welches von *k* gegen *f* fließt, vereinigt sich mit dem Gefäße *f*, und auf diese
Wei-

Weise wird das von der Arterie ausströmende Blut zum Theil in die Vene ergossen, und strömt von *f* nach *g*. So viel Blut nun von *k f* zu *g* abwärts geht, so viel fließt dagegen von *e f* gegen *l*, mithin arterielles Blut in die Vene, und venoses in die Arterie.

Diese höchstmerkwürdige Beobachtung machte Leeuwenhoek an einem kleinen Fische, und ich gebe sie mit seinen eigenen Worten in der Contin. arcan. nat. — Man sehe oben p. 223.

Fig. 4. *a b c* ist eine Arterie; bey *c* wendet das Blut um, und geht in die Vene *d e* zurück; ebenso ist *f g h* eine Arterie und *h g k* Vene. *c i* ist ein Verbindungscanal der beyden Strömungen, in welchem das Blut von *c* nach *i* fließt.





