

VI.

Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes.

Von Ernst Brücke.

(Hierzu Taf. VII.)

Die nachfolgende Arbeit ist in den Jahren 1853, 1854 und 1855 entstanden. Am 14. December 1855 wurde sie behufs der Erlangung des für ihr Thema ausgeschriebenen A. Cooper-Preises in Guy's Hospital in englischer Sprache abgeliefert. Der Preis wurde im Sommer 1856 an Dr. Richardson vertheilt, der, wie ich von verschiedenen Seiten höre, die Gerinnung von Ammoniakentwicklung ableitet. Nach einem, London 10. Mai 1857, datirten Briefe war Dr. Richardson's Arbeit zu dieser Zeit noch nicht gedruckt. Es muss dies befremden, wenn man in dem gedruckten Programme die Bestimmung des Testators liest: „that the essays or treatises written for such prize, shall contain original experiments and observations, which shall not have been previously published, and that such essays or treatises shall (as far as the subject shall admit of) be illustrated by preparations and drawings, which preparations and drawings shall be added to the Museum of Guy's Hospital, and shall, together with the work itself, and the sole and exclusive interest therein, and the copyright thereof, become thenceforth the property of the Hospital, and be transferred as such, by the successful candidate.“ Wenn die Autoritäten von Guy's Hospital Rücksicht auf die wissenschaftliche Neugier der Welt nehmen wollten, so wäre es doch billig gewesen ihr Rechenschaft zu geben über die Verwendung von dreihundert Pfund Sterling, die von einem solchen Manne und einem solchen Zwecke gewidmet waren. Sie konnten dieses leicht dadurch thun, dass sie Dr. Richardson's Arbeit, so wie sie ihnen vorlag, nach Ertheilung des Preises zum Drucke förderten. Da ihnen statutenmässig dieses Recht zustand, so waren sie es sich selbst schuldig, von demselben Gebrauch zu machen; denn nur so konnten sie das Vertrauen aufrecht erhalten in die Gebährung eines Vermächtnisses, welches ein grosser Menschenfreund, Arzt und Naturforscher ihrer Einsicht und Unparteilichkeit anvertraut hat. Das von mir eingesendete Manuscript ist durch die Güte des Herrn Dr. Bence Jones aus Guy's Hospital in die Redaction des British and foreign medical and chirurgical quarterly review übertragen und im Januarhefte 1857 dieser Zeitschrift abgedruckt worden. Um der Arbeit so wenig als möglich eine deutsche Physiognomie aufzudrücken, welche ihren continentalen Ursprung hätte verrathen können, hatte ich sie von vornherein in englischer Sprache abgefasst.

Dr. Cathbert Collingwood, der sich damals in Wien aufhielt, verwandelte meine Germanismen in gutes Englisch und besorgte mit eigener Hand die Reinschrift. Der hier vorliegende deutsche Text ist von mir aus meinem ursprünglichen englichen Manuscrite übersetzt worden. Ich bemerke dies für deutsche Stykkenner, welche etwa die Darstellungweise befremden sollte.

Es ist bekannt, dass Blut, wenn es aus dem menschlichen Körper genommen wird, in wenigen Minuten gerinnt. Indem es heraustritt, gelangt es in eine niedrigere Temperatur, kommt in Berührung mit der Luft und kommt zur Ruhe. Deshalb hat man früher das Gerinnen diesen drei Ursachen oder einer oder zweien von ihnen zugeschrieben.

Es war nicht wahrscheinlich, dass die Temperaturabnahme die Ursache der Gerinnung sei, da das Blut der kaltblütigen Thiere in einer noch niedrigeren Temperatur flüssig ist und, wenn es aus dem Körper herausgelassen wird, auch gerinnt, obgleich sich dabei seine Temperatur nicht wesentlich ändert.

Hewson, der unsterbliche Erforscher der Eigenschaften des Blutes, zeigte, dass man dasselbe gefrieren lassen kann, ehe es gerinnt und dass es dies dann nach dem Aufthauen auf dem gewöhnlichen Wege thut*). Er zeigte ferner, dass es unthunlich

*) Hewson (Experimental inquiry into the properties of the blood. London 1827, p. 76.) entdeckte, dass Wärme die Coagulation beschleunigt, Kälte sie verzögert. Viele andere Physiologen, mich selbst mit eingeschlossen, fanden dies bestätigt. Ich kann nicht mit Denjenigen übereinstimmen, welche sagen, dass bei einer Temperatur nur wenig über den Nullpunkt die Gerinnung gar nicht mehr stattfinden könne.

Ich habe Blut bei allen Temperaturen oberhalb des Gefrierpunktes gerinnen sehen und selbst unterhalb desselben, wenn das Blut selbst noch nicht gefroren war. Ich fing Pferdeblut in einem weithalsigen Fläschchen auf, verkorkte es und setzte es in ein Gefäss mit Chlorkalium und Eis, in welchem es gekühlt und durch $1\frac{1}{2}$ Stunden vollkommen flüssig erhalten wurde; dann brachte ich es in den Eiskeller und steckte es sammt dem äusseren Gefäss in Schnee. Vierundzwanzig Stunden darauf zeigte die Frostmischung noch $-\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. und doch war das Blut an der Oberfläche und an den Wänden bereits geronnen, so dass etwa 6 Theile flüssig sein mochten und 1 Theil coagulirt. Eine andere Quantität Pferdeblut, welche ganz auf dieselbe Weise behandelt war, ward nach 4 Tagen vollkommen geronnen gefunden. Das Thermometer in der Frostmischung stand am Ende des Versuches gerade auf 0° . Ähnliche Resultate erhielt ich mit dem Blute von Fröschen und Schildkröten,

ist, Blut durch Bewegung flüssig zu erhalten, selbst bei der Temperatur des menschlichen Körpers. Er wusste, dass Blut selbst innerhalb des menschlichen Körpers meistens gerinnt, wenn es ausser Circulation gesetzt ist, aber er fand, dass in der unterbundenen Jugularvene eines Hundes mehr als zwei Drittel des Bluts flüssig war, nachdem es drei und eine Viertelstunde in Ruhe gewesen, und in einem Falle ward ein Theil des Blutes im Herzen eines Hundes noch 13 Stunden nach dessen Tode flüssig gefunden. Dessenhalb kann Ruhe allein nicht die Ursache des Gerinnens sein. Ich fand das Blut eines Terriers, welcher erstickt war, indem ich ihm eine Schweinsblase über die Schnauze gebunden hatte, 7 Stunden 35 Minuten nach dem Tode noch vollkommen flüssig. Ebenso das Blut eines grossen Tigerhundes, der auf dieselbe Art getötet war, nach 6 Stunden 32 Minuten. Wurde bei diesen Thieren Blut aus den Gefässen herausgenommen, so gerann es allemal in 7 bis 10 Minuten. Ich fand Blut von Schildkröten (*Emys Europaea*) vollkommen flüssig, nachdem es in Ruhe gewesen war, 6, 7 oder 8 Tage in einer Temperatur von 1° bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ C., drei Tage in einer Temperatur von 10° C. oder 24 Stunden in einer Temperatur von 24° C. Um dies zu zeigen, unterbinde ich bei einer Schildkröte die grossen Arterienstämme einen halben Zoll weit vom Herzen,

welches auf dieselbe Weise behandelt wurde. Bisweilen gerann es in 24 Stunden vollständig, bisweilen hatte es nur eine Haut gesetzt. Aber es war nicht immer so. Ich habe Blut von Fröschen 8 und solches von Schildkröten 4 Tage lang in der Frostmischung flüssig hielten und hinterher in einer Temperatur von 12° bis $14\frac{1}{2}^{\circ}$ gerinnen sehen. Bei allen Versuchen war ich ganz auf dieselbe Weise verfahren und hatte das Blut so schnell als möglich gekühlt. Ich kann deshalb die Ursache des verschiedenen Verhaltens nur in einer verschiedenen Beschaffenheit des Blutes suchen. Die Zeit, während welcher das Blut flüssig bleibt, nimmt mit steigender Temperatur langsam ab bis zu 10° C., von da an aber rascher. Dadurch sind, wie ich glaube, einige Schriftsteller zu der unrichtigen Angabe veranlasst worden, das Blut gerinne nicht in einer Temperatur von weniger als 10° C. Offenbar warteten sie nicht lange genug, um die Gerinnung zu beobachten. Thackrah macht in der zweiten Ausgabe der *Inquiry into the nature and the properties of the blood*. (London 1834) folgende richtige Angaben: Eine Temperatur von 120 bis 130° F. beschleunigt die Gerinnung, eine Temperatur von $100--110^{\circ}$ F. auch, aber weniger auffällig. Eine Temperatur von $40--50^{\circ}$ verzögert die Gerinnung.

dann die Vena cardio-pericardiacā *). Einige Zeit darauf, nachdem das Herz durch das aufgestaute Blut geschwelt ist, unterbinde ich auch die grossen Venen da, wo sie in die Vorhöfe einmünden, schneide das Herz aus und hänge es in Oel, das vorher mit Gyps-pulver auf mehr als 100° erwärmt und mit destillirtem Wasser gewaschen ist. Einige Zeit darauf hört das Herz auf zu schlagen, die Blutkörper senken sich, so dass das klare Plasma darüber steht, aber das Fibrin gerinnt nicht, bis die letzte Spur von Leben gewichen ist. Ich wiederholte diesen Versuch sehr oft mit demselben Resultat und das Blut, welches aus dem Herzen herausgelassen wurde, gerann stets vollständig, auch wenn es mit Oel bedeckt blieb.

Hewson glaubte, dass atmosphärische Luft „a strong coagulant“ sei. Das wichtigste Experiment, welches ihn hierzu veranlasste, erzählt er auf Seite 20 wie folgt:

Having laid bare the jugular vein of a living rabbit. I tied it up in three places, and then opened it between two of the ligatures and emptied that part of its blood. I next blew warm air into the empty vein and put another ligature upon it, and letting it rest till I thought the air had acquired the same degree of heat as the blood, I then removed the intermediate ligature, and mixed the air with the blood. The air immediately made the blood florid, where it was in contact with it, as could be seen through the coats of the vein. In a quarter of an hour I opened the vein and found the blood entirely coagulated; and as the blood could not in this time have been completely congealed by rest alone, air was probably the cause of its coagulation.

Es ist wahr und ich habe es oft gesehen, dass Luft in dieser Weise eingeblasen in kurzer Zeit Gerinnung bewirkt, aber sie thut es nicht immer.

Ich legte die rechte Drosselader eines Schäferhundes blass und operirte an ihr gerade so wie Hewson, und dann behandelte ich die linke Drosselader ganz in derselben Weise, nur dass ich keine Luft einblies. Dies geschah um 10 Uhr Morgens. Um $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittag war das Blut in beiden Venen nur unvollkommen geronnen, indem der flüssige Theil herauslief und noch gerann. Auch konnte man sehen, dass das mit Luft gemischte

*) Ich gebe diesen Namen der kleinen Vene, welche abgebildet ist in Bojanus anatome testudinis Europaeae (Vienae 1819—1821) Tab. XXIX. Fig. 160 x⁴.

Blut langsam geronnen war, indem die Blutkörperchen sich gesenkt, so dass sich eine Speckhaut gebildet hatte, und doch gerann das Blut dieses Hundes nicht langsamer als das vieler anderen, indem es um $4\frac{1}{2}$ Uhr völlig coagulirt war. Die Temperatur war 20° Cels.

Ich unterband auch die grossen Arterien einer Emys Europaea, blies Luft in die Vena subclavia sinistra, dass sie sich mit dem Blute im Herzen mischte, unterband darauf die Venen, schnitt das Herz aus und legte es unter Oel, das auf die oben erwähnte Weise gereinigt war. Vierundzwanzig Stunden darauf war das Blut vollkommen flüssig und gerann, wenn es herausgelassen wurde. Ich habe diesen Versuch sehr oft bei verschiedenen Temperaturen in meinem Laboratorium wiederholt und stets dasselbe Resultat erhalten.

Im Juni 1854 blies ich in die Vena subclavia sinistra einer lebenden Emys Europaea eine Quantität Luft, welche in die Arterien vordrang, dann unterband ich die Vene, deckte mit dem Brustschild zu und brachte das Thier in einen Keller von 10° C. Nachdem es hier fünf Tage gewesen war, fand ich fast das ganze Blutplasma in der grossen Lymphysterne, so dass ich es mit einem Uhrglase ausschöpfen konnte, worin es in 10 bis 20 Minuten gerann. Die Blutgefässer enthielten die Blutkörperchen mit sehr wenig Plasma, aber nirgends war die leiseste Spur von Gerinnung.

Als ich diesen Versuch drei Tage später wiederholte, gab er dasselbe Resultat.

Ich stellte ihn auch bei höherer Temperatur an. Ich brachte das Thier, nachdem ich die Luft eingeblasen hatte, in ein Zimmer von 24° C. Vierundzwanzig Stunden darauf liess ich das Blut aus dem Herzen. Es war schaumig, aber vollständig flüssig und gerann auf die gewöhnliche Weise.

Ich unterband auch die beiden Aorten einer Emys Europaea, so dass das ganze Blut durch die Lungen und aus diesen wieder zurück in das Herz geführt wurde und leitete künstliche Respiration ein, die ich eine Stunde lang unterhielt. Das Blut ward sehr hellroth, aber gerann nirgends und auch als es herausgenommen wurde, gerann es keineswegs ungewöhnlich schnell. Nach 15 Minuten fand ich zuerst eine deutliche Haut darauf, aber nach

1 Stunde und 8 Minuten erhielt ich beim Durchschneiden noch einige Tropfen coagulabler Flüssigkeit *).

*) Schon Turner Thakrah (*Inquiry into the nature and the properties of the blood.* London 1819. p. 42.) führt Fälle an, in denen arterielles Blut früher gerann als venöses von demselben Individuum, und es ist oft gestritten worden, welche von beiden Blutarten im Allgemeinen rascher gerinne. Die Wahrheit ist, dass es arterielles Blut giebt, welches rasch gerinnt und solches, welches langsam gerinnt, und dass es sich ebenso mit dem venösen verhält. Es giebt andere Bedingungen, welche den Einfluss der Gase so sehr verdecken, dass man ihn nicht mehr unterscheiden kann. Indessen muss ich bemerken, dass in einer Anzahl von Versuchen, in denen die Gerinnung auffallend langsam erfolgte, das Blut in hohem Grade venös war. Es ist bekannt, dass hellrothes Blut, wenn es von der Luft abgeschlossen ist, dunkelroth wird, indem es seinen Sauerstoff zur Bildung von Kohlensäure verbraucht. Aber es wird noch dunkler, wenn es dabei mit dem lebenden Herzen oder den lebenden Gefässen in Berührung ist. Wenn man versucht, ein Kaninchen zu ersticken und ihm dann plötzlich eine Vene öffnet, so kommt das Blut schwarz wie Tinte heraus und mit Blut gefüllte und unterbundene lebende Froscherzen ohne Luft über Quecksilber abgesperrt, werden so dunkel, dass das Roth ganz verschwindet, während das Blut allein über Quecksilber abgesperrt nur dunkelroth wird. Blut, was nun so erschöpft und seines Sauerstoffs beraubt ist, gerinnt nicht so schnell als frisches. Ich bemerkte dies allgemein an Blut von Fröschen, Kröten und Schildkröten, welches ich innerhalb des Herzens über Quecksilber oder unter Oel aufbewahrt hatte. Die langsamste Gerinnung kam bei einem Schildkrötenherzen vor, das 24 Stunden in Wasserstoffgas gewesen war. Nachdem es eine Stunde lang der atmosphärischen Luft ausgesetzt war, zeigte sich zuerst eine dünne Haut darauf. Ich nahm sie fort und langsam bildete sich eine neue, ich nahm sie wieder fort, eine dritte erschien und so fort, aber so langsam, dass das letzte Blut erst etwa vier Stunden nach dem ersten gerann.

So gerinnt auch bei warmblütigen Thieren das Blut, welches eine oder zwei Stunden nach dem Tode genommen wird, langsam. Ich erstickte ein Kaninchen, indem ich ihm die Schnauze unter Wasser hielt. Eine Stunde darauf nahm ich Blut von der Jugularis dextra und in einer Temperatur von $17,4^{\circ}$ C. begann die Gerinnung nach 25 Minuten und endigte nach 40 Minuten. Drei Stunden darauf nahm ich Blut von der Jugularis sinistra, in der ich schon ein kleines Coagulum fand, aber der flüssige Rest gerann so langsam, dass die Coagulation erst nach 30 Minuten begann und nach einer Stunde noch nicht beendet war, indem der Kuchen noch etwas Flüssigkeit enthielt, die in einem anderen Uhrgläse nachträglich gerann.

Indessen solche auffallende Fälle sind Ausnahmen und ich habe oft einige Stunden nach dem Tode Blut von ersticken Hunden genommen, das in 10 oder 15 Minuten gerann, während das von lebenden zwischen 2 und

Nach diesen Thatsachen scheint es, dass Luft nicht unter allen Umständen ein kräftiges Mittel ist, die Gerinnung herbeizuführen. Andere fremde Körper, welche man in die Gefässe bringt, beschleunigen die Gerinnung in denselben, ja, wie es scheint, in einem noch höheren Grade. Ich schob einen zusammengerollten Platindräht in die Jugularvene eines erstickten Hundes und zog ihn 15 Minuten darauf mit Gerinnseln bedeckt heraus. Nachdem ich ferner bei einer Schildkröte die grossen Arterienstämme unterbunden hatte, brachte ich mittelst einer Glasröhre Quecksilber in das Herz, unterband dann die Venen, schnitt das Herz aus und bewahrte es 8 Tage lang unter Oel in einer constanten Temperatur von 2° . Das Quecksilber ward in viele Tropfen vertheilt in den Arterienstämmen und im rechten Atrium gefunden. Es war mit Gerinnseln umgeben, aber das übrige Blut war flüssig und gerann wie gewöhnlich *).

Es ist bekannt, dass in den Aderlassbecken die Gerinnung meist an der Oberfläche beginnt und dass man, wenn das Blut langsam gerinnt, eine Haut abnehmen kann, während es darunter noch flüssig ist. Aber es ist wohl zu beachten, dass es ziemlich ebenso früh an den Wänden und am Boden des Beckens gerinnt, während es in der Mitte noch flüssig bleibt. Einmal fand ich Blut von einer Schildkröte noch in diesem Zustande, nachdem es bereits mehrere Stunden lang der Luft ausgesetzt gewesen war und Hewson erzählt auf der 69sten, 70sten und 71sten Seite seines Buches einige auffallende Beispiele dieser Art. Der Hergang ist, wie gesagt, ein allgemeiner, aber die Zeitdifferenz zwischen der Gerinnung des äusseren und inneren Theils ist verschieden und natürlich um so grösser, je langsamer die Gerinnung von Statten geht.

Auf der anderen Seite kann man die Luft mit jeglicher Vorsicht ausschliessen, ohne dass es dadurch gelingt, das Blut flüssig zu erhalten.

5 Minuten, und selbst noch früher zu gerinnen pflegt. Aber diese Differenz führt bei warmblütigen Thieren nicht allein von chemischer Veränderung her, denn das Blut, welches eine oder mehrere Stunden nach dem Tode genommen wird, ist bereits abgekühlt und gerinnt schon desshalb langsamer.

*) Vergl. über ähnliche Versuche Virchow im Archiv für path. Anat. Bd. I, p. 315.

Ich machte in den Jahren 1853 und 1854 eine Reihe von Versuchen, welche die Angaben Derjenigen bestätigen, welche aussagen, dass das Blut im Allgemeinen der Luft nicht bedarf, um zu gerinnen *).

Ich leitete mittelst einer Glasröhre, die mit einem wohl gewaschenen und getrockneten Kaoutschoukrohre in Verbindung war, 110 Cubikecentimeter Blut aus der Jugularvene eines lebenden Hundes unmittelbar in einen Messcylinger, der mit Quecksilber gefüllt und darin umgestürzt war. Das Blut gerann vollständig und ohne Speckhaut. Es war also nicht so lange flüssig geblieben, dass die Blutkörperchen sich hätten senken können. Auf dieses Zeichen ist wohl zu achten, wo die Bedingungen des Experiments eine directe Exploration unthunlich machen. Indessen muss bemerkt werden, dass die Zeit, welche die Blutkörperchen gebrauchen, um sich zu senken, verschieden ist. Sie werden beträchtlich gehindert durch die Bewegung, welche daraus entsteht, dass das Blut warm ist und sich an seiner Oberfläche abkühlt. Dies ist einer der Gründe, weshalb das Blut von Amphibien leichter eine Speckhaut bildet, als das von Säugethieren und Vögeln, abgesehen davon, dass die Blutkörperchen grösser und geringer an Zahl sind und die Gerinnung nicht so schnell beginnt. Unter den Säugethieren hat das Blut einiger, z. B. das von Pferden, welches verhältnissmässig langsam gerinnt, mehr Neigung eine Speckhaut zu bilden als das von anderen. Bei Blut von derselben Species senken sich die Blutkörperchen schneller, wenn sie geringer an Zahl sind und sich aneinander hängen. Wenn deshalb Blut, dessen Körperchen sich schon gesenkt hatten, geschüttelt wird, so senken sie sich bald wieder, wenn es zur Ruhe kommt, indem sie in kleine Gruppen oder Rollen vereinigt sind, die durch die Bewegung nicht zerstört werden.

Der Druck, unter welchem das Blut bei dem erwähnten Versuche stand, war 11 Centimeter Quecksilber geringer als der der

*) Die Litteratur über den durch so lange Zeit geführten Streit, ob die Luft die Ursache der Gerinnung sei oder nicht ist gesammelt in Hamburgers Dissertation: Experimentorum circa sanguinis coagulationem specimen primum. Berolini 1839.

Atmosphäre, und doch fand ich nicht die kleinste Luftblase. Ich kann deshalb nicht mit Scudamore *) übereinstimmen, welcher meint, dass Verlust von Kohlensäure die Ursache der Gerinnung sei. In vielen anderen Versuchen, bei denen Blut über Quecksilber aufgefangen wurde, sah ich es vollständig gerinnen ohne irgend welchen Verlust an Kohlensäure.

Blut von einer Schildkröte, ebenfalls über Quecksilber aufgefangen, gerann auch ohne Berührung mit der Luft; aber ich dachte, dass das freie Sauerstoffgas, welches mit dem Blute circulirt, vielleicht einen Einfluss ausübe. Ich wollte ihm deshalb Zeit geben, sich mit der organischen Substanz zu verbinden, ehe die Gerinnung beginnen könne.

Ich unterband deshalb alle Arterien, welche von dem Schildkrötenherzen ausgehen und durchschnitt sie stromabwärts von der Ligatur. Dann unterband ich die Vena cardio-pericardiaca und schnitt sie auch durch. Endlich unterband ich die grossen Venenstämme und durchschnitt sie stromaufwärts von der Ligatur, so dass das mit Blut geschweilte Herz nun vollständig vom Körper getrennt war. So präparirt wurde es unter das Glasgefäß Fig. 1 gelegt, welches mit Quecksilber gefüllt und darin umgesetzt war. Es pulsirte noch regelmässig und das Blut darin wurde sehr dunkel. Vierundzwanzig Stunden darauf fand ich das Herz in Ruhe und zerquetschte es mit einer gekrümmten Tigelzange. Das Blut stieg vollkommen flüssig in dem Quecksilber auf, gerann aber dann ohne irgend welche Berührung mit der Atmosphäre. Es ist bekannt, dass jeder Glasoberfläche eine gewisse Menge von Luft anhängt und sich daselbst in einem verdichteten Zustande befindet. Um zu sehen, ob die Gerinnung von dieser Luft herrühre, trieb ich sie aus, indem ich das Quecksilber in dem Glasgefäß kochte und wiederholte dann den Versuch, aber der Erfolg war derselbe und trotz vieler anderer Versuche gelang es mir nie, Schildkrötenblut über Quecksilber flüssig zu erhalten. Besser gelang mir dies bei Versuchen mit Froschherzen.

Am 27. Mai 1853 unterband ich die beiden grossen Schlag-

*) Ein Versuch über das Blut. Aus dem Englischen. Würzburg 1826.

aderstämme bei *Rana esculenta* und nachdem das Herz von Blut geschwelt war, unterband ich auch die Venen, schnitt das Herz aus und brachte es unter das Glasgefäß Fig. 2, das mit Quecksilber gefüllt und darin umgestürzt war. Nach einer Stunde hörte es auf zu pulsiren und nach fünf Stunden zerquetschte ich es mit der gekrümmten Tigelzange, so dass das Blut in der Röhre aufstieg. Am folgenden Morgen hatten sich die Blutkörperchen gesenkt, indem sich nur ein sehr kleines Coagulum gebildet hatte. Der flüssige Rest wurde an die Luft gebracht, er gerann vollständig und hatte nach einer halben Stunde schon etwas Serum ausgestossen. Die Temperatur war 20° C. Ich habe diesen Versuch sehr oft und in verschiedenen Jahreszeiten wiederholt, aber mit ungleichem Erfolge. Bisweilen war das Blut gar nicht geronnen, selbst nachdem es 24 Stunden frei in der Röhre gewesen war, bisweilen gerann es theilweise, bisweilen vollständig.

Es gelang mir öfter das Blut flüssig zu erhalten in der kalten Jahreszeit als in der warmen, häufiger mit Fröschen, welche einige Zeit in der Gefangenschaft gewesen waren, als mit frischen, öfter, wenn ich das Herz zerquetschte, nachdem es 12 oder 24 Stunden im Quecksilber gewesen war, als wenn ich dies schon nach einigen Stunden that. In einigen Fällen gerann das Blut selbst nicht mehr, als es an die Luft gebracht wurde; aber das war im Frühling und die Frösche waren den Winter über in der Gefangenschaft gewesen und somit das Blut sehr heruntergekommen, obgleich es nicht ganz unfähig war zu gerinnen, denn der Theil, welcher beim Ausschneiden des Herzens ausgeflossen war, hatte ein Coagulum gebildet.

Ich machte das Experiment in einer etwas anderen Weise mit demselben wechselnden Resultat. Ich legte die unterbundenen Froschherzen in dieselben Glasgefässe, nachdem die letzteren zuvor mit gereinigtem Oel gefüllt waren und nach 6, 12 oder 24 Stunden zerquetschte ich sie, so dass das Blut in dem Oel herabfloss. So erhielt ich es noch häufiger flüssig, als über Quecksilber, aber auf beide Arten versuchte ich vergebens, das Blut von frisch gefangenen Kröten (*Bufo cinereus*) und von Schildkröten (*Emys Europaea*) flüssig zu erhalten.

Ich unterband ferner die grossen Arterienstämme und die Vena cardio-pericardiaca einer Schildkröte und dann mit einem langen Faden von doppelter Seide die grossen Venen, zog den Faden durch eine Glasröhre Fig. 3 *a*, dessen eines Ende ich in der Glasbläserlampe verengt hatte, und fixirte das Ende des Fadens an der Aussenseite der Röhre. Dann schnitt ich das Herz aus. Das Glasrohr war schon vorher durch einen Kork gesteckt, der auf die Flasche *b* passte und von einer zweiten Röhre *c d* durchbohrt war, mittelst welcher reines Wasserstoffgas in die Flasche geleitet ward, um nach und nach die atmosphärische Luft durch das Glasrohr *a*, das Kaoutschoukrohr *e*, das Glasrohr *f*, die Flasche *h* und das Glasrohr *g* auszutreiben. Es war am Morgen, als ich den Versuch begann; am Abend, als alle Pulsation aufgehört hatte, liess ich das Wasserstoffgas, das in einem Apparat nach Art von Döbereiner's Feuermaschine (Fig. 3 *m*) entwickelt wurde, sehr rasch hindurchgehen, dann löste ich das Kaoutschoukrohr von der Glasröhre *a*, riss rasch den Seidenfaden heraus und legte das Kaoutschoukrohr wieder an. Das Herz fiel herab und schüttete eine Quantität dunkeln und dichroitischen Blutes aus, welches ich den nächsten Morgen, als ich den ganzen Apparat auseinandernahm, geronnen fand, während das Blut, welches in dem Herzen zurückgeblieben war, sich vollkommen flüssig zeigte. Dieses Blut, in einem Uhrglase aufbewahrt, hatte nach einer Stunde erst eine dünne Haut und gerann so langsam, dass ich selbst am Nachmitte, als ich den Kuchen durchschnitt, einige Tropfen coagulabler Flüssigkeit erhielt.

Ich stellte denselben Versuch so an, dass nicht die Venen, sondern die Arterien mit dem Seidenfaden unterbunden waren. Ich begann am 1. October 1853 um 11 Uhr Morgens. Den 2. October 8½ Uhr Morgens fand ich das Herz völlig ruhig und riss nun den Seidenfaden heraus. Das Herz fiel herunter und ein dunkles und dichroitisches Blut rann heraus, welches in dem Wasserstoffgase und ohne alle Berührung mit der atmosphärischen Luft in zwei Stunden vollständig gerann.

Ich wiederholte diesen Versuch verschiedene Male und niemals gelang es mir, das Blut flüssig zu erhalten.

Ich machte ferner Versuche, wie ich sie in den Sitzungsberichten Bd. X. S. 1070 beschrieben habe. Ich sprach damals nicht von Gerinnung, sondern nur von dem Dichroismus des Blutes. Aber auch hier gerann das Blut im Wasserstoffgas, Stickgas und Kohlensäure so gut, wie in Sauerstoff oder atmosphärischer Luft. Ich habe diese Versuche an Fröschen, Kröten, Schildkröten und Hunden angestellt.

Nimmt man Alles zusammen, so muss man zu folgenden Schlussssätzen kommen:

1) Die atmosphärische Luft beschleunigt in vielen Fällen die Gerinnung.

2) Froschblut, das durch die andauernde Einwirkung des sich kontrahirenden Herzens seines freien Sauerstoffgases beraubt ist, bedarf bisweilen der atmosphärischen Luft, um zu gerinnen.

3) Luft in das lebende Herz oder die lebenden Gefässe von Schildkröten gebracht, macht das Blut nicht gerinnen.

4) Normales Blut bedarf der Luft nicht um zu gerinnen, weder das von Fröschen, noch von Kröten, noch von Schildkröten, noch von Hunden.

Deshalb und besonders wegen des letzten Satzes muss man anerkennen, dass Luft nicht die allgemeine Gerinnungsursache ist, welche wir suchen.

Wir haben ebenso früher gesehen, dass das Blut nicht flüssig erhalten wird durch die thierische Wärme, noch allein durch die Bewegung. Wir sind deshalb gezwungen anzunehmen, dass es unter dem Einflusse anderer Kräfte steht, welche im lebenden Körper wirksam sind. Diese Kräfte können in zweierlei Art gedacht werden: einerseits als ausgehend von den Blutkörperchen, andererseits als ausgehend von den Gefässwänden und den umgebenden Geweben.

Das erstere wird sogleich ausgeschlossen werden. Es ist bekannt, dass die Lymphe, welche nur eine kleine Menge von Körperchen enthält, in dem lebenden Körper flüssig ist und wenn sie herausgenommen wird, ebenso wie das Blut gerinnt. Ich habe

ferner das klare Plasma von Blut, dessen Körper sich gesenkt hatten, mehrere Tage hindurch flüssig erhalten, wie oben erwähnt ist.

In einem anderen Versuche, im Juli 1854, unterband ich in der schon mehrfach beschriebenen Weise das Herz einer *Testudo Graeca*, hing es in gereinigtes Oel und brachte es in einen Keller, dessen Temperatur 10° Celsius war. Drei Tage darauf öffnete ich vorsichtig die Vorhöfe an ihrem am höchsten gelegenen Theile, nahm leise das klare Plasma mit einer Saugröhre ab und blies es in ein Uhrglas; dann nahm ich auf dieselbe Weise den rothen Theil, der darunter war, und blies ihn in ein anderes Uhrglas. Beide Portionen gerannen in derselben Zeit. Als ich diesen Versuch mehrmals wiederholte, fand ich, dass das klare Plasma gewöhnlich noch langsamer gerinnt als der Theil, der die rothen Blutkörperchen enthält. Also sind es die Zellen nicht, welche das Blut flüssig erhalten.

So also sind wir auf dem Wege des Ausschliessens zu der Idee geführt worden, dass der Einfluss, welcher das Blut flüssig erhält, von den umgebenden Geweben, also zunächst vom Herzen und von den Gefässwänden ausgehen müsse, und ich kann den vollen Beweis führen, dass sie richtig ist. A. Cooper war der erste, der sie durch glückliche Versuche unterstützte *).

Auf seine Veranlassung geschah es auch, dass C. Turner Thackrah den Gegenstand näher untersuchte. Das Resultat davon war Thackrah's wohlbekanntes Buch: *An Inquiry into the nature*

*) In der ersten Ausgabe von Thackrah's Werk (London 1819) sind diese Versuche nach einer mündlichen Mittheilung von Astley Cooper erzählt, in der zweiten (London 1834) nach einem eigenhändigen Briefe von ihm. Hier heisst es.

Exp. I.

Having carefully excluded the atmosphere from the ureter of an ox. I tied one end and put a cock upon the other. The cock was tied in the jugular vein of a dog and being then turned, the blood rushed into it. The cock was then shut, and the blood in ten minutes was found coagulated.

Exp. II.

The same experiment was repeated upon the jugular vein of the ox, which was, by the same means as the ureter had been, introduced into the jugular vein of the dog, and the blood coagulated in ten minutes.

and the properties of the blood in health and disease. London 1819, in welchem er durch viele Versuche darthat, dass das Blut in den ausgeschnittenen Blutadern frisch getödteter Thiere wenigstens eine halbe Stunde, bisweilen auch eine Stunde und darüber flüssig bleibt, während das Blut desselben Thieres, wenn es in die Vene eines bereits vor einigen Stunden getöteten Thieres eingeleitet wird, immer in weniger als 15 Minuten gerinnt. Deshalb stimmte er Cooper bei, dass „der vitale oder Nerveneinfluss die Ursache der Flüssigkeit des Blutes sei und ihr Verlust die Ursache der Gerinnung (that the vital or nervous influence is the source of the bloods fluidity and its loss the cause of coagulation).“ Er gewann einen Preis, und nie ist einer besser verdient worden. Er fand auch einige Anhänger, wie Wright, Prater und Aires, aber es gelang ihm nicht, seine Ansichten allgemein zur Geltung zu bringen.

Die Hauptursache war, wie ich glaube, die, dass den meisten Physiologen die Zeitdifferenz nicht gross genug schien, um überzeugend zu sein. Sie wendeten ein, dass die todtten Gefässe leichter als lebende permeabel sind, und dass deshalb in ihnen das Blut vielleicht durch Absorption von Sauerstoff oder durch Verlust von Kohlensäure früher geronnen sei, oder dass vielleicht die Transfusion doch nicht so sorgfältig gemacht sein könnte, dass dabei alle Berührung mit der Luft vermieden wäre. Obgleich diese Einwände grundlos waren, so machten sie doch einen Eindruck auf das medicinische Publikum.

Man hat auch gegen Thackrah geltend gemacht, dass die Kälte die Gerinnung hindert und Blut zu Eis gefrieren und nach

Exp. III.

Two ligatures were placed on the jugular vein of a living dog, and there left for three hours, the blood had not coagulated.

Exp. IV.

Two ligatures were put on the jugular vein of a living dog, leaving a space between them of three inches. Then the lower part of the vein was cut through, and sufficed to hang from the wound for four hours. The upper ligature was then removed, the blood admitted into the vein, and the ligature again tightened. The blood thus admitted into the dead vein was coagulated in a quarter of an hour.

dem Aufthauen wieder vollkommen flüssig werden kann. Aber dies war, wie mir scheint, ein Missverständniss. Wenn die Theorie behauptet hätte, dass das Leben des Blutes die einzige Ursache seiner Flüssigkeit sei, so hätte man freilich fragen können, ob denn dieses Leben eine Temperatur von weniger als 0° ertrage; aber wenn der Einfluss der lebenden Gefässwände die Gerinnung des Blutes hindert, warum ist es deshalb weniger plausibel, dass die Kälte sie gleichfalls hindert oder wenigstens verzögert? Die Gerinnung ist schon von mehreren Schriftstellern als der erste Schritt zur Selbstzersetzung bezeichnet worden. Die Gründe dafür liegen zu Tage. Die Gerinnung wird verhindert durch den Einfluss des Lebens und sie wird gehindert, wenn auch nicht absolut, durch niedrige Temperatur. Blut, welches spät gerinnt, geht auch spät in Fäulniss über. Polli (di un fatto relativo alla pretesa in coagulabilità del sangue in certe malattie. Gaz. med. di Milano. 1844. No. 3. Virchow, Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin. Th. I. S. 114) liess einen Mann von 37 Jahren zur Ader, der an Lungenentzündung litt. Die Gerinnung begann erst nach 9 Tagen und war erst nach 15 Tagen beendigt. Fäulniss trat erst nach Verlauf eines Monats ein. Die Temperatur schwankte zwischen 8° und 11° Cels.

In einem Punkte jedoch verschuldet Thackrah seinen Mangel an allgemeinem Erfolg selbst. Er verwechselte die Einwirkung der Gefässwände mit der grossen Centra des Nervensystems. Er behauptete, dass bei entzündlichen Krankheiten das Blut langsamer gerinne, weil die vitale Action gesteigert sei und dass es schnell gerinne bei geschwächten Individuen, weil dieselbe darnieder liege. Er behauptete ferner, dass wenn man ein Thier verbluten lässt, das letzte Blut so schnell gerinnt, weil die Lebenskräfte schwinden. Diese Erklärungen waren, wie mir scheint, unrichtig, denn jedermann kann sich überzeugen, dass, wenn das Thier nicht verblutete, sondern auf andere Weise starb, Blut, welches zur Zeit des Sterbens oder 1, 2, 3, ja 6 Stunden nachher genommen wird, nicht früher, wohl aber in der Regel später gerinnt als das, welches man vom lebenden Thiere nimmt.

Ich kann deshalb seine Ansichten auch nicht im Allgemeinen

aufrecht erhalten; aber das kann ich vertheidigen, dass der Einfluss des lebenden Herzens und der lebenden Gefässe das Blut flüssig erhält, und dass es gerinnt, wenn es demselben entzogen wird.

Es ist längst bekannt, dass in getöteten Thieren das Blut sehr spät innerhalb der Gefässe gerinnt; um zu sehen, welchen Antheil hieran das Centralnervensystem habe, stellte ich folgenden Versuch an.

Am 10. Mai 1854 um 9 Uhr Morgens ward ein Terrier erstickt, indem ihm eine Schweinsblase über die Schnauze gebunden wurde. Vierzig Minuten nach 9 Uhr wurde das Gehirn sorgfältig herausgenommen und das Rückenmark mit einem Drahte zerstört. Um 5 Uhr 20 Minuten Nachmittags war das Blut in allen Venen, selbst in den grössten noch vollkommen flüssig und gerann, als es herausgelassen wurde, auf die gewöhnliche Weise. Die Temperatur war 17° bis 18° Cels. Es muss bemerkt werden, dass bei allen Versuchen, wo ich die Zeit untersuchte, während welcher das Blut von Hunden nach dem Tode flüssig bleibt, diese Thiere immer auf dieselbe Weise erstickt waren, und dass in den meisten von ihnen das Blut früher als in diesem gerann.

Ich kann viele Beispiele anführen, dass Blut lange Zeit flüssig erhalten wurde ohne irgend welche Verbindung mit Gehirn und Rückenmark. Ich erinnere zuerst an die Versuche, welche vorhin beschrieben sind und wo das Blut 3, 6, 7, ja 8 Tage flüssig erhalten wurde in ausgeschnittenen Herzen von Schildkröten und Fröschen, welche unter Oel lagen. Ich brachte ebenso dergleichen Herzen in Gefässe, die in Quecksilber umgestürzt waren oder in Glasröhren, die nachher, während ein Strom von Wasserstoffgas durchging, mit der Lampe geschlossen wurden. In allen diesen Versuchen blieb das Blut gleichfalls flüssig. Es ist nicht einmal nöthig, die atmosphärische Luft auszuschliessen. Ich brachte ein mit Blut gefülltes Schildkrötenherz in ein Glasgefäß, das 170 Cubiccentimeter Luft enthielt und nach 5 Tagen war das Blut vollkommen flüssig und gerinnbar. Die Temperatur war hierbei sehr wechselnd, indem das Zimmer während des Tages 9 Stunden lang geheizt wurde und des Nachts erkaltete. Selbst die unmittelbare Be-rührung mit Luft macht das Blut der Schildkröten nicht gerinnen, so lange es sich im lebenden Herzen befindet, wie ich früher gezeigt habe.

Es kann gefragt werden, ob die Flüssigkeit des Blutes an das Leben des Herzens gebunden ist oder nicht. Sicher, wenn das Herz in Fäulniss übergeht, so findet man darin das Blut als eine schmierige, nicht gerinnbare Masse. Ferner fand ich Blut in einem Herzen geronnen, das ich bei einer constanten Temperatur von 10° C. zwölf Tage lang unter Oel gelegt hatte. Indessen fand ich oft das Blut ganz flüssig und gerinnbar in solchen Herzen von Schildkröten, Kröten und Fröschen, die selbst auf die kräftigsten elektrischen Reizmittel nicht mehr reagirten. Aber diese That-sachen beweisen nicht, dass ein abgestorbenes Herz die Gerinnung des Blutes noch hindern kann, denn wir haben gesehen, dass Blut, welches durch häufige Herzcontractionen erschöpft ist, langsam gerinnt und noch eine geraume Zeit flüssig bleiben kann, selbst wenn es gar nicht mehr mit der Innenseite des Herzens in Berührung ist.

Um die Sache zur Entscheidung zu bringen, durchschnitt ich die grossen Arterien einer Schildkröte einen halben Zoll weit vom Herzen und brachte sie auf drei Tage in einen Keller. Dann unterband ich die Arterienstämme, nahm mit einer Saugröhre frisches Blut von einer lebenden Schildkröte, blies es in das Herz, unterband die Venen, schnitt das Herz aus und legte es unter Oel. Vierundzwanzig Stunden darauf fand ich das Blut vollständig coagulirt. Es hatte keine Speckhaut und war mithin sehr schnell geronnen, da sich in Schildkrötenblut die Blutkörperchen schon innerhalb der ersten 20 Minuten zu senken pflegen. Ich stellte diesen Versuch noch mehrere Male an und öffnete das Herz nach einer Stunde. Innen fand ich das Blut geronnen. In frischen lebenden Herzen bleibt das Blut immer flüssig, in abgestorbenen gerinnt es wie in Glas- und Porzellangefässen. Man muss aber wohl darauf achten, dass das Herz wirklich abgestorben sei, denn oft, wenn es schon lange geruht hat, fängt es noch wieder an zu schlagen, wenn das Blut hineingblasen wird. In einem Falle geschah dies noch 8 Tage nach dem Tode.

In einem anderen Falle beobachtete ich etwas sehr Seltsames. Ich hatte eine Schildkröte verbluten und drei Tage lang in einem Zimmer von 18° bis 21° C. liegen lassen. Darauf fand ich das

Herz leer und vollkommen ruhig. Ich unterband die Arterien, blies Blut von einer lebenden Schildkröte ein und unterband dann die Venen. Die Vorhöfe des Herzens begannen wieder sich zusammenzuziehen und nach einer halben Stunde war das Blut nur theilweise geronnen. Aber der flüssige Theil gerann, als er herausgelassen wurde, fast plötzlich, in der That in wenigen Secunden, wie ich dies sonst nur von dem zuletzt ausfliessenden Blute warmblütiger Thiere, Hunde, Kaninchen und Vögeln gesehen habe.

Gegen die Schlussfolgerung, dass die Eigenschaft, das Blut flüssig zu erhalten, an das Leben des Herzens gebunden sei, kann eingewendet werden, dass das in das tote Herz eingeblasene Blut mit der Luft in Berührung gewesen war und deshalb gerann, aber ich habe schon gezeigt, dass Luft, selbst wenn sie in das lebende Herz hineinkommt, das Blut darin nicht gerinnen macht. Um jeden Irrthum zu vermeiden, stellte ich noch folgende Versuche an.

Ich legte eine offene Ligatur um die grossen Arterien einer Schildkröte, dann durchschnitt ich sie unterhalb derselben und liess das Blut in einen Becher fliessen. Darauf zog ich die Ligatur zu, nahm einen Theil des Blutes in eine Saugröhre und blies sie durch eine Oeffnung in der Vena subclavia sinistra wiederum in das Herz, unterband es da wo die grossen Venen eintreten, schnitt es aus und legte es unter Oel. Es ward in einer Temperatur von 10° C. aufbewahrt und obgleich einige Luftblasen mit dem Blute eingetreten waren, so wurde dasselbe doch nach drei Tagen vollständig flüssig gefunden.

Dasselbe Resultat erhielt ich, wenn ich Blut von einer Emys europaea in das ausgeschnittene Herz eines anderen Thieres von derselben Species einspritzte.

Ich schnitt nun das Herz einer Testudo graeca aus und nachdem das Blut ausgetrieben war, unterband ich die Arterien. Dann durchschnitt ich die grossen Arterien einer Emys europaea, fing das Blut in einem Becher auf und mittelst einer Saugröhre brachte ich es in das Herz der Testudo graeca. Dann unterband ich die Venen, indem ich eine Ligatur schloss, die ich schon vorher herumgelegt hatte. Das Herz ward unter Oel gehalten in einer Temperatur von 10° C. und funfzig Stunden darauf fand ich das Blut

noch vollkommen flüssig. Nachdem es herausgelassen war, gerann es vollkommen und fast binnen 45 Minuten.

Ich setzte ferner das Blut einer *Emys europaea* 15 Minuten lang der Luft aus und erhielt es dabei durch Kälte flüssig, indem ich das offene Cylinderglas, in welchem es sich befand, in eine Mischung von Wasser und Schnee setzte. Dann blies ich es mittelst der Glasröhre Fig. 6, in welche es durch den Trichter Fig. 5 eingefüllt wurde, wieder in das Herz, dessen Arterien ich vorher unterbunden hatte. Nachdem auch die Venen unterbunden waren, schnitt ich das Herz aus und brachte es in einen Raum, der 3000 Cubikcentimeter feuchter atmosphärischer Luft von 18° C. enthielt, indem ich es unter einer Glasglocke aufhing, die in einer Schale mit Wasser umgestürzt war. Fünf und eine halbe Stunde darauf liess ich das Blut heraus. Es war vollkommen flüssig, nach 10 Minuten bildete es eine Haut und gerann langsam, aber vollständig.

Um nun zu sehen, ob die Wände der Arterien und der Venen der Schildkröten auch wie das Herz die Eigenschaft haben, das Blut flüssig zu erhalten, so unterband ich die grossen Arterien einer Schildkröte einen halben Zoll vom Herzen. Als sie von Blut geschwelt waren, legte ich eine zweite Ligatur um den Bulbus arteriosus selbst. Diese Arterien wurden ausgeschnitten und unter Oel aufbewahrt in einem Zimmer, das 9 Stunden lang des Tages auf 15° bis 17° C. geheizt wurde und während der Nacht erkaltete. Nach drei Tagen war das Blut noch vollkommen flüssig und gerann, wenn es aus den Gefässen herausgelassen wurde. In demselben Zimmer brachte ich solche Arterien in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas und nach drei Tagen war es noch vollkommen flüssig und gerinnbar.

Ich hing ferner die gefüllten Arterien und die gefüllte Vena subclavia sinistra einer *Emys europaea* unter eine Luftpumpenglocke, die mit atmosphärischer Luft gefüllt und im Wasser umgestürzt war. Die Temperatur des Zimmers war 15° C. Nach vierundzwanzig Stunden war das Blut noch flüssig und gerann, als es herausgelassen wurde.

So habe ich auch das Blut von Karpfen flüssig erhalten, indem ich den vollen und unterbundenen Bulbus arteriosus unter Oel legte;

aber es gerinnt immer früher als das von Schildkröten. Die längste Zeit, während welcher ich es in einer Temperatur von 10° C. flüssig erhalten konnte, war 25 Stunden; oft war es schon nach 24 geronnen.

Wie vorher zu sehen war, gerinnt das Blut in den Gefässen, wenn durch einen fremden Körper die Berührung mit den Wänden derselben aufgehoben ist. Ich legte um die grossen Arterien einer Schildkröte die drei Ligaturen *a*, *b*, *c* (Fig. 6) *). Erst schloss ich die Ligatur *b*, so dass sie leicht wieder geöffnet werden konnte, dann öffnete ich die Lungenschlagader in *d*, schob eine kleine Glasröhre *e* hinein und öffnete *b*. Nachdem etwas Blut in *d* ausgeflossen war, schloss ich *c* und endlich *a*. Darauf wurden die Venen des Herzens unterbunden, das Ganze ausgeschnitten und unter Oel gelegt. Vierundzwanzig Stunden darauf fand ich das Blut in der Glasröhre fest geronnen, aber im Herzen und in den übrigen Arterienstämmen flüssig.

Ich legte ferner drei offene Ligaturen *a*, *b*, *c* (Fig. 7) um den Bulbus arteriosus, die Arteria pulmonalis sinistra und die Aorta sinistra. Ich schloss dann *b* und darauf *a*, aber letzteres so, dass es leicht wieder geöffnet werden konnte. Dann öffnete ich die Aorta sinistra in *d* und schob die Glasröhre *e* hinein, öffnete die Ligatur *a* und während das Blut in *d* ausfloss, schloss ich die Ligatur *c*. Funfzehn Minuten darauf schloss ich *a* und öffnete die Gefässer. Das Blut war in der Glasröhre fest geronnen, aber in der Arteria pulmonalis flüssig.

Ich glaube nun klar gezeigt zu haben, dass das Blut in dem Körper der kaltblütigen Thiere flüssig erhalten wird durch die Einwirkung der Wände des Herzens und der Gefässer, und dass es, wenn es herauskommt, gerinnt, weil es dieser Einwirkung entzogen ist. Der Zeitunterschied ist hier so schlagend und die Versuche sind auf so verschiedene Art abgeändert, dass die Einwände, welche gegen Turner Thackrah gemacht wurden, nicht gegen sie erhoben werden können.

*) Hier und in Fig. 7 ist die Carotis mit 1, die Subclavia mit 2, die Aorta mit 3, die Pulmonalis mit 4, die Vena cardio-pericardiaca mit 5 und die Schilddrüse sammt ihrer Schlagader mit 6 bezeichnet.

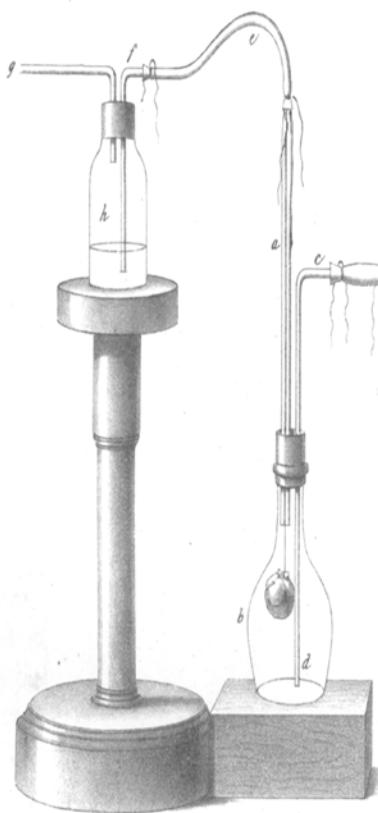


Fig. 3.

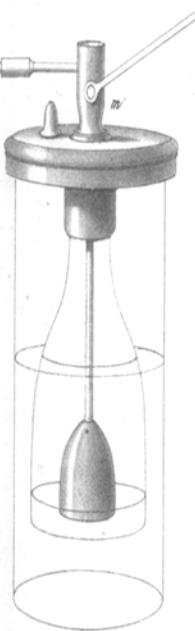


Fig. 4.

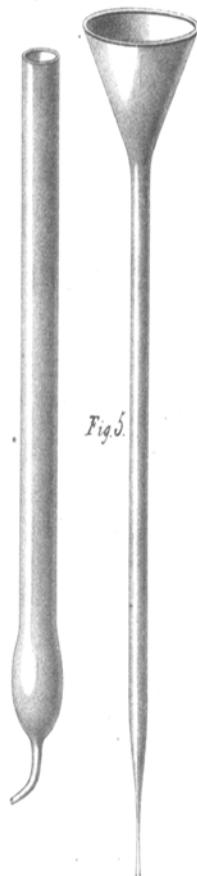


Fig. 5.

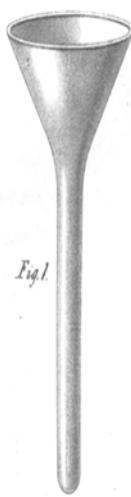


Fig. 1.



Fig. 6.



Fig. 2.

