

XIV.

Experimentelle Untersuchungen über die Transfusion, Transplantation oder Substitution des Blutes in theoretischer und practischer Beziehung.

Von Prof. Dr. P. L. Panum in Kiel.

Die Transfusion, als die den allgemeinen Blutentziehungen diametral entgegengesetzte Operation, scheint in neuerer Zeit, wo man mit dem Blute geizt, mehr in den Vordergrund zu treten, ebenso wie sie 1665 — 1668 und vor etwa 40 Jahren gewissermaassen als Protest gegen die früher üblichen übermässigen Blutentziehungen aufgefasst werden kann. In neuerer und neuester Zeit ist sie besonders bei den Blutungen Neuentbundener öfter in Anwendung gebracht und noch öfter empfohlen worden. Martin hat 57 hieher gehörige Fälle zusammengestellt, unter welchen 45 mit vollständiger Heilung endigten *). Später hat er selbst diese Operation zum zweiten Male mit glücklichem Erfolge ausgeführt **). Auch bei wirklichem oder vermeintlichem Blutmangel und bei fehlerhafter Blutmischung wurde die Transfusion in älterer und neuerer Zeit mehrfach angewandt und noch öfter als empfehlenswerth besprochen. Die älteren hieher gehörigen Fälle sind von Scheel *** und Dieffenbach †), die neueren von Schilz ‡‡) und Dreesen ‡‡‡ gesammelt und zusammengestellt worden. Auch diese Fälle, zu denen noch mehrere in den Zeitschriften zerstreute und

*) Ueber Transfusion bei Blutungen Neuentbundener. Berlin, bei Hirschwald. 1859. 8.

**) Monatsschrift für Geburtshunde. 1861. April.

***) Die Transfusion des Blutes und das Einspritzen der Arzneien in die Adern von Paul Scheel. Copenhagen, 1802. 2 Bde.

†) Paul Scheel, Die Transfusion des Blutes u. s. w., fortgesetzt von J. F. Dieffenbach. Berlin, bei Enslin. 1828.

‡‡) Diss. inaug. de transfusione sanguinis. Bonae, 1852.

‡‡‡) Diss. inaug. de transfusione sanguinis. Kiliae, 1861. 4°.

andere nicht publicirte Fälle hinzugefügt werden könnten, haben sich in den letzten 10 Jahren in einer bemerkenswerthen Weise gehäuft. Dass diese Operation, welche ohne Zweifel eine grössere Zukunft hat, unter den Aerzten bisher mehr theoretische Anhänger gefunden hat, als solche, welche sie in der Praxis zur Ausführung gebracht haben, dürfte wesentlich darin begründet sein, dass die physiologischen Voruntersuchungen, auf welchen sie basirt ist, noch nicht weit genug gediehen sind.

Die Veranlassung zu nachstehenden Untersuchungen wurde mir durch zwei hier im Friedrichshospital von Herrn Professor Es'march vorgenommene Transfusionen an Menschen, bei welchen er die Güte hatte, mich zuzuziehen. Der eine dieser als letztes Hülfsmittel in Anwendung gebrachten Versuche wurde freilich eigentlich schon an einer Leiche vorgenommen. Dem Kranken, der in das Getriebe einer Mühle gerathen war, war die Exarticulation des Oberschenkels gemacht worden und er hatte, bevor er ins Hospital kam, wahrscheinlich sehr viel Blut verloren. Er starb plötzlich während der Vorbereitungen zur Transfusion, bevor ihm noch fremdes Blut eingeflösst worden war. Die an der frischen Leiche vorgenommene Transfusion und die übrigen Belebungsversuche blieben ohne Erfolg. Der zweite Versuch ist von Dreesen in der oben genannten Dissertation veröffentlicht worden.

Als ich nun die Transfusionsfrage, mit der praktischen Frage über die Anwendbarkeit dieser Operation in therapeutischer Absicht vor Augen, vornahm, wurde es mir recht klar, wie sehr es noch physiologischer Voruntersuchungen bedürfte, bevor dieselbe in grösserem Umfange mit Zuversicht vom Arzte vorgenommen werden könnte. Die Fragen, die ich in meine Untersuchung hineingezogen habe, lassen sich in 3 Hauptgruppen ordnen:

I. Die Frage, ob die Uebertragung von Gerinnseln bei Transfusion ungeschlagenen Blutes zu fürchten sei, und über die Folgen einer solchen Einführung frischer Gerinnsel bei der Transfusion schien einer eingehenderen Prüfung zu bedürfen, und es war demnächst zu erforschen, ob die Beseitigung dieser Gefahren durch Anwendung gequirlten Blutes unbedenklich sei, oder ob die Transfusion des durch Schlagen vom Faserstoff befreiten Blutes vielleicht

andere Gefahren mit sich führt, welche die Anwendung desselben bedenklich machen könnten? Für den Praktiker fällt diese Frage mit derjenigen zusammen, ob das Blut in toto oder defibrinirtes Blut bei den Transfusionen den Vorzug verdiene?

II. Welche Rolle spielt das fremde transfundirte Blut derselben Thierart im Organismus? Vermag es nur vorübergehend belebend auf das durch vorhergegangene starke Blutverluste erschöpfte Nervensystem einzuwirken, und wird es alsdann auf irgend eine Weise ausgeschieden — oder kann es bleibend, wie das eigene Blut, functioniren? Mit anderen Worten, kann das Blut, besonders aber, können die Blutkörperchen in einen fremden Organismus derselben Art transplantirt werden? Die Beantwortung dieser Fragen steht in unmittelbarem Zusammenhange mit mehreren für die praktische Therapie höchst wichtigen Fragen: ob man bei Blutverlusten nur wenig Blut transfundiren solle, um die Indicatio vitalis zu erfüllen, indem man die Bildung der Hauptmasse des neuen Blutes dem Organismus des Kranken überlässt? Oder ob man unter Umständen durch Transfusion einer grösseren Blutmenge erwarten darf, dass das fremde Blut, indem es fortfunctionirt, das Geschäft der Ernährung übernehmen kann, dass mithin die Convalescenz wesentlich durch Transfusion einer reichlicheren Blutmenge abgekürzt werden könne? Und endlich, ob es unter Umständen denkbar sei, eine fehlerhafte Blutmischung dadurch zu verbessern, dass man nach Entfernung eines grösseren Theils des eigenen, kranken Blutes dasselbe durch fremdes, gesundes Blut substituirt.

III. Ferner schien die Frage über die Wirkung des transfundirten Blutes einer anderen Thierart in grösseren oder geringeren Mengen, z. B. des Blutes von Kälbern, Lämmern, Menschen oder Katzen in Hunde oder des Blutes von Rindern, Lämmern u. s. w. in Menschen keinesweges erledigt zu sein und neuer Untersuchungen zu bedürfen. Für die praktische Therapie würde diese Frage besonders für solche Fälle Interesse haben, wo Menschenblut nicht oder nicht in hinreichender Quantität zu haben wäre. Dieses würde alsdann namentlich in Betracht kommen, wenn man daran denken könnte, einen grösseren Theil der Blutmenge eines menschlichen Organismus durch neues Blut zu substituiren.

I.

Bei allen älteren Transfusionsversuchen an Menschen und Thieren wurde das Blut *in toto* benutzt. Dumas und Prevost*) waren wohl die ersten, welche angaben, dass defibrinirtes Blut ebensowohl wie nicht geschlagenes, noch flüssiges Blut im Stande sei, durch Verblutung leblos gewordene Thiere wieder zu beleben. Sie gaben auch an, dass durch Zusatz von ein wenig Aetznatron flüssig gehaltenes Blut dieselbe Wirkung habe. Dieffenbach**) bestätigte die Wirksamkeit des durch Quirlen vom Faserstoff befreiten Blutes und gelangte zu dem Resultat, dass die Blutkörperchen das belebende Princip enthalten. Demnächst sprach Joh. Müller***) den Gedanken aus: „dass es hinsüro für die wichtige Operation der Transfusion von grösster Wichtigkeit sein werde, sich des geschlagenen und dadurch von seinem Faserstoff befreiten Blutes statt des ungeschlagenen bedienen zu können.“ Diesen Gedanken verfolgte Bischoff†) experimentell in seinen Beiträgen zur Lehre vom Blute und der Transfusion und in einem Nachtrage zu dieser Abhandlung ††). Da Bischoff nach Injection von Säugethierblut in Vögel, und umgekehrt, nur dann die von Dumas-Prevost und Dieffenbach angegebenen gefährlichen Symptome und Tod beobachtete, wenn er noch flüssiges, frisches Venenblut, nicht aber, wenn er geschlagenes Blut transfundirte, so schloss er, dass nur die Blutkörperchen das belebende Princip enthielten, dass aber der Faserstoff die hauptsächlichste Gefahr bei der Transfusion bedinge. In seinem späteren Beitrag gab er jedoch an, dass das Arterienblut ebenso gut vertragen werde, wie das geschlagene Blut, und dass es die venöse Beschaffenheit des Blutes sei, wovon die grösste Gefahr abhängig sei. Unter den praktischen Aerzten, welche die Transfusion später vornahmen, ist trotz der Empfehlung J.

*) Bibliotheque universelle de Gen. 1821. T. 17. Ann. de. chimie. 1821. T. 18.
p. 294.

**) Paul Scheel, Die Transfusion des Blutes etc., fortgesetzt von Dieffenbach.

***) Handbuch der Physiologie. 1. Bd.

†) J. Müller's Archiv für Anatomie u. Physiol. 1835. S. 347—377.

††) J. Müller's Archiv für Anat. u. Physiol. 1838. S. 357.

Müller's und Bischoff's defibrinirtes Blut viel seltener angewandt worden, als das Blut in toto. Meines Wissens wurde defibrinirtes Blut nur in folgenden Fällen bei der Transfusion an Menschen benutzt: Zuerst in einem, so viel ich weiss, nicht publirten Falle von Larsen *) im Jahre 1847, einmal von Monnereet **) 1851, zweimal von Giovanni Polli ***) 1851, einmal von Fenger †) 1853, sechsmal von Neudörfer ††) 1860 und zweimal von Esmarch †††) 1860, zusammen also 13 mal. In fast allen diesen Fällen war die Operation erfolglos; es wäre aber sehr übereilt, dieses der Anwendung defibrinirten Blutes zuzuschreiben; denn man muss bei näherer Berücksichtigung der Einzelfälle gestehen, dass man kaum in einem einzigen derselben berechtigt war, mit einiger Wahrscheinlichkeit einen glücklichen Erfolg von der Transfusion zu erwarten. In denjenigen Fällen dahingegen, wo die Operation, bei unmittelbar vorangegangenen starken Blutverlusten, ohne anderweitige Blutveränderung, als diejenige, welche durch die Blutung selbst bedingt war, unzweifelhaft indicirt war, ist meines Wissens bisher noch niemals defibrinirtes Blut, sondern immer Blut in toto in Anwendung gebracht worden. Martin *†) hat sich

*) Dieser Fall betraf einen alten Officier, dem während der Aetheranäose die Zunge wegen eines Cancroïds extirpiert worden war. Es entwickelten sich nach dieser Operation Erscheinungen von Zersetzung des Blutes und Professor Larsen wollte nun die Blutmischung des hoffnungslosen Kranken verbessern, indem er durch Transfusion einen Theil des kranken Blutes durch gesundes ersetzen wollte. Ich war bei der Operation als Assistent zugegen und veranlasste, dass gequirtes Blut transfundirt wurde, anstatt, wie anfangs beabsichtigt war, das Blut in toto. Das zu transfundirende Blut wurde einem plethorischen übrigens gesunden Frauenzimmer entzogen. Der Zustand des Kranken schien sich anfangs etwas zu bessern; bald kehrte aber der frühere hoffnungslose Zustand zurück und er starb, wenn ich nicht irre, am 2ten Tage unter den Erscheinungen der Pyämie. Doch wurden keine lobulären Prozesse in den Lungen oder der Leber gefunden.

**) Gaz. méd. de Paris 1851. Lancet 1851. No. 14. Vol. 2.

***) Schmidt's Jahrbücher. Bd. 75. S. 88. 1852.

†) Hospitalstidende Bd. VI. 1853. Schmidt's Jahrbücher 1854. S. 207.

††) Oesterreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde. VI. Jahrg. No. 8.

†††) Johannes Dreesen, Dissert. inaug. de transfusione sanguinis. Kiliae, 1861. und oben.

*†) Ueber die Transfusion bei Blutungen Neuentbundener S. 66.

neuerdings, ebenso wie vor ihm Schilz, gegen die Anwendung des defibrinirten Blutes ausgesprochen. Erstens, behauptet er, gehe über das Defibriniren viel kostbare Zeit verloren, und zweitens meint er, dass der Faserstoff nicht schade. Letzteres sucht er dadurch zu begründen, dass die Versuche an Thieren Johannes Müller's Meinung, der Faserstoff bedinge die Hauptgefahren bei der Transfusion, nicht bewahrtheite, da Bischoff's Angabe durch seine eignen späteren Versuche und auch durch die Experimente von Brown-Sequard widerlegt würden, welche zeigten, dass das Uebermaass von Kohlensäure die giftige Wirkung bedinge *). Er meint ferner, dass man in den vorliegenden Erfahrungen über die Transfusion an Menschen irgend verlässliche Anhaltspunkte für die Besorgniß vermisste, dass der Faserstoff des Blutes während der Uebertragung gerinnen und somit die bedenklichen Folgen der Thrombose und Embolie sich einstellen könnten, und er gelangte nach Prüfung einiger in dieser Beziehung verdächtiger Fälle zu dem Resultate, dass die Gefahren der Blutgerinnung bei den Transfusionen mit ungeschlagenem Menschenblute nicht so gross zu sein scheinen, als man befürchtet. — Man hat ferner gegen die Befürchtungen der Gerinnselbildung bei Anwendung des noch flüssigen, nicht gequirten Blutes einen Versuch von Blundel **) angeführt, wo bei einem grossen Hunde nach einer ziemlich genauen Berechnung in 24 Minuten 12 Nösel Blut ausgeflossen und ungeschlagen wieder eingespritzt sein mussten, so dass die ganze Blutmasse des Hundes mehr als einmal durch die Spritze gegangen war. Vorzüglich hat man aber mit Rücksicht auf Magendie's ***) Defibrinationsversuche Bedenken gehabt, defibrinirtes Blut bei den Transfusionen am Menschen anzuwenden. Magendie gab nämlich an, dass Hunde, denen man wiederholt Blut entzieht, und denen man dann dasselbe Blut, nach Entfernung des Faserstoffs durch Quirlen, wieder einspritzt, von blutigem Oedem der Lungen,

*) Martin vergisst hier freilich, dass es gerade das venöse Blut ist, das sich vor dem defibrinirten durch dieses Uebermaass an Kohlensäure auszeichnet.

**) Dieffenbach, Paul Scheel, Die Transfusion des Blutes u. s. w. Bd. 3. p. 197.

***) Leçons sur le sang et les alterations de ce liquide (Phénomènes physiques de la vie. Tom. IV. Paris, 1838.).

blutigen Ergüssen in den Darm und Injection der Capillaren, besonders derjenigen der Schleimhaut des Darms besallen würden, und er behauptete, hierauf gestützt, dass die Hauptfunction des Faserstoffs und die einzige, welche bekannt sei, eben darin bestehe, dass er den Durchgang des Blutes durch die Capillaren befördere.

Bei näherer Prüfung dieser, bei oberflächlicher Betrachtung ganz triftig erscheinenden Gründe gegen die Anwendung des defibrinirten Blutes und für die Beibehaltung des alt herkömmlichen ungeschlagenen Blutes, verlieren dieselben in der That schon ihre Bedeutung, wenn man auch nur die bisher bekannten Erfahrungen berücksichtigt, sie dürften aber durch meine experimentellen Untersuchungen ganz hinfällig werden.

1) Die bisherigen Erfahrungen der Aerzte präjudiciren gar Nichts bezüglich der in Rede stehenden Frage. Denn die statistische Methode setzt vergleichbare Fälle voraus; bisher aber wurde in solchen Fällen, wo eine frische Verblutung, ohne andere Blutveränderung, als die durch die Verblutung hervorgebrachte, vorlag, wo somit die Indication für die Transfusion unzweifelhaft vorhanden war, immer nur ungeschlagenes Blut, und nicht in einem einzigen Falle defibrinirtes Blut angewandt. In den Versuchen, bei welchen letzteres angewandt wurde, war die Aussicht auf Erfolg immer mehr oder weniger durch Complicationen getrübt, welche durch die Transfusion nicht beseitigt werden konnten.

2) Der von Martin gemachte Einwand, dass über das Defibriniren viel kostbare Zeit verloren gehe, ist vollkommen unbegründet, wenn man sich nur darüber klar ist, wie man sich dabei zu benehmen hat. Ich lasse das zur Transfusion bestimmte Blut in ein passendes Cylinderglas fliessen. Während es abfliest, lasse ich es von derjenigen Person, die das Blut auffängt, quirlen. Dies braucht kein sachkundiger Gehülfe zu sein. Zum Quirlen wird dabei ein oben rundes, unten zu einem Brettchen verbreitertes Stäbchen benutzt, welches, während das Brettchen in das im Cylinderglase vorhandene Blut eingetaucht ist, zwischen den Fingern der freien Hand möglichst schnell rotiert wird. Nachdem so binnen wenig Minuten die Abscheidung des Fibrins erfolgt ist, wird das Blut durch ein über einen Glastrichter ausgebreitetes leinenes Tuch

in ein wo möglich lauwarm gehaltenes Gefäss hineinfiltrirt. Es ist nicht nöthig, ängstlich dem zu injicirenden Blute die Temperatur des Herzblutes zu bewahren. Auf diese Weise wird das defibrirte Blut von dem Gehülfen, der den Aderlass besorgt, gewiss so schnell geliefert werden können, als der Operateur, dessen Vorbereitungen selbst bei grösster Geläufigkeit wenigstens eine ebenso lange Zeit in Anspruch nehmen werden, es nur wünschen kann. Sollte aber der Operateur genöthigt sein, ohne einen sachkundigen Gehülfen die Transfusion vorzunehmen, so würde er zuerst das gequirte Blut herstellig machen und darauf die vorbereitende Operation am Kranken vornehmen können, ohne befürchten zu dürfen, dass inzwischen das zu transfundirende Blut zur Transfusion ungeeignet geworden wäre.

3) Die Behauptung, dass man von der Gerinnung des Blutes während der Uebertragung keine Gefahr zu befürchten habe, wird durch den oben angeführten Versuch Blundel's ebenso wenig bewiesen, wie durch die Angaben Martin's.

Blundel hob hervor, dass die Gefahr bei Transfusion von Menschenblut rücksichtlich der Gerinnung weniger gross sei, als bei manchen Thieren, weil gesundes Menschenblut nicht so schnell gerinne, als Schaf-, Ochsen- und Hundeblut, und sein obiger Versuch beim Hunde sollte zeigen, dass man selbst bei diesem Thiere nicht viel von der Gerinnung während der Transfusion zu besorgen habe. Dabei ist indess zu bemerken, dass die Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit der die Gerinnung gesunden Menschenblutes, wie des Blutes gesunder Hunde eintritt, ausserordentlich variabel ist, und dass die Ursachen dieser Verschiedenheiten noch so wenig bekannt sind, dass man gar nicht voraussehen kann, wie früh oder spät die Gerinnung erfolgen wird. Schon Nasse *) bemerkt, dass bezüglich der Gerinnungszeit kein Beobachter mit dem anderen übereinstimmt, und sagt: „Hieran ist nicht allein die mögliche Verschiedenheit in der Gerinnungszeit des Blutes und die Abhängigkeit der Zeit von äusseren Verhältnissen Schuld, sondern ebenso gut auch die Verschiedenheit in der Untersuchungsweise der Beob-

*) Artikel: Blut, in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. 1. Bd. 1842. S. 102.

achter und endlich der schwankende Begriff der Gerinnung selbst. Man kann nämlich bei derselben sehr verschiedene Momente oder Grade unterscheiden und bald scheint man den einen, bald den anderen bei der Zeitbestimmung ins Auge gefasst zu haben. Diese fünf Momente sind: 1) Bildung eines Häutchens an den Oberfläche, das von dem Rande strahlenförmig nach der Mitte hin sich verbreitet. 2) Bildung einer Haut, die an den Wandungen des Gefäßes anliegt und das flüssige Blut wie in einen Schlauch einschliesst, und die man bei vorsichtiger Bewegung von der Gefässwandung mit einer Nadel abziehen kann. 3) Umwandlung des Blutes zu einer Gallerte. 4) Gerinnung zu einem festen Kuchen, den man, ohne ihn zu zerreißen, im Gefässen umher bewegen kann, und zugleich Anfang der Ausschwitzung des Serums. 5) Vervollendung dieser Trennung, zu welchen 10 bis 48 Stunden Zeit gehören. — Ich habe bei 20 ziemlich gesunden, höchstens an Plethora oder Congestionen leidenden oder prophylaktisch zur Ader gelassenen Menschen, und zwar bei ebenso viel Männern als Frauen, die Gerinnung des Blutes beobachtet. Die nachstehende Tabelle giebt für die 4 ersten Momente die frühesten und spätesten Zeiten, sowie das Mittel für die beiden Geschlechter an:

	am frühesten:	am spätesten:	Mittel bei Männern:	Mittel bei Frauen:
1)	1 $\frac{3}{4}$ Min.	5 (höchstens 6) Min.	3 Min. 45 Sec.	2 Min. 50 Sec.
2)	2 "	6 (" 7) "	5 " 22 "	5 " 12 "
3)	4 "	10 (" 12) "	9 " 5 "	7 " 40 "
4)	7 "	13 (" 16) "	11 " 45 "	9 " 5 "

Soweit Nasse. Ich selbst habe früher reiche Gelegenheit gehabt, über diese Verhältnisse Beobachtungen zu machen, und obgleich ich es versäumt habe, solche Aufzeichnungen zu machen, wie sie von Nasse vorliegen, darf ich versichern, dass die Verschiedenheiten der Gerinnungszeit beim Menschen eher grösser denn geringer sind, als sie von diesem Verfasser angegeben wurden. Bei Hunden sind mir noch grössere Unterschiede vorgekommen und besonders ist mir bisweilen eine noch weit grössere Schnelligkeit des Eintritts der Gerinnung aufgestossen, so dass ich versichern kann, dass der oben angeführte Versuch von Blundel, wobei 12 Nösel Blut durch die Spritze gingen, ohne dass Gerin-

nung eintrat, nur selten ausführbar sein wird. Er muss zufällig ein Thier vor sich gehabt haben, dessen Blut ungewöhnlich spät gerann. — Dabei kommt aber ferner noch wesentlich die Art und Weise, wie das Blut beim Aderlasse fliesst in Betracht, worüber der Operateur bekanntlich keinesweges Herr ist. Wenn das Blut langsam ausfliesst, wird die Transfusion mit ungeschlagenem Blute in vielen Fällen gar nicht ohne Uebertragung von Gerinnseln ausgeführt werden können. Auch wenn es gelingt, das Blut noch flüssig in die Spritze zu bringen, wird das Hineinströmen und der Contact mit den einander näher liegenden Wandungen der Spritze, besonders wenn diese von Metall ist, dessen Contact die Gerinnung beschleunigt, sehr oft bewirken, dass die Gerinnung in der Spritze früher beginnt, als in dem Gefäss, worin das Blut zunächst aufgefangen wurde. Da aber die drei ersten von Nasse unterschiedenen Gerinnungsgrade der Austreibung aus der Spritze keinen ernstlichen Widerstand entgegensetzen, welcher erst bei Bildung eines festen, ohne Zerreissung beweglichen Kuchens entsteht, so kann man bei der Transfusion mit ungeschlagenem Blute niemals ganz sicher sein, dass man nicht theilweise geronnenes Blut einspritzt, selbst wenn es sich nur um Uebertragung kleiner Blutmengen handelt. Je grösser aber die zu übertragenden Blutmengen sind, desto grösser wird die Wahrscheinlichkeit, dass Gerinnsel mit übertragen werden, desto grösser werden die Schwierigkeiten der Ausführung und desto grösser die Gefahren.

In meinen experimentellen Beiträgen zur Lehre von der Embolie *), auf die ich hier bezüglich der Begründung verweisen muss, habe ich nachgewiesen, dass die Uebertragung frischer Blutgerinnsel in die Venen folgende verschiedene Effecte hervorbringen kann:

- 1) Wenn die Masse derselben gross genug ist, um durch Verstopfung der Aeste der Lungenarterie die Blutzufuhr zum linken Herzen und aus diesem in die Arterien des Hirns, der Medulla oblongata und des Rückenmarks zu unterbrechen, so tritt plötzlicher Tod während oder unmittelbar nach der Transfusion ein.

*) Virchow's Archiv Bd. XXV. Hft. 3, 4, 5 u. 6.

Dieser plötzliche Tod, welcher unabhängig von dem Stillstande der gewöhnlich noch eine Zeitlang anhaltenden Herzbewegungen und unabhängig von der Unterbrechung des Respirationsprocesses, einzig und allein von der Unterbrechung der Blutzufuhr zu den grossen Nervencentren abhängt, wird durch Reizerscheinungen eingeleitet, welche bald dem Aufhören aller Lebenserscheinungen Platz machen, und welche um so schneller aufhören und um so beschränkter sind, je vollständiger die Blutzufuhr abgeschnitten wurde.

2) Das Ausbleiben dieses Todes bei einer Transfusion mit ungequirltem Blute beweist aber keinesweges, dass nicht dennoch Blutgerinnsel übertragen worden sind; denn wenn die Masse der eingebrachten GerinnSEL geringer war, treten unmittelbar und zunächst entweder nur tiefe Athembewegungen mit vorübergehender Athemnoth auf, oder auch gar keine Symptome der Kreislaufsstörung. 3) Secundär, im Laufe der nächsten Tage oder Wochen, erfolgender plötzlicher Tod kann durch secundäre Gerinnselablagerungen an die embolischen GerinnSEL veranlasst werden, wodurch die anfangs ungenügende Verstopfung der Lungenarterie zur Unterbrechung der zur Unterhaltung der Functionen der grossen Nervencentra nöthigen Blutzufuhr ausreichend wird, sei es durch Verstopfung der grossen Aeste unmittelbar durch die secundären Gerinnselablagerungen, oder sei es durch Obturation der kleinen Aeste, indem kleinere GerinnSEL von dem grossen secundären GerinnSEL losgespült oder losgerissen werden. 4) Die localen Ernährungsstörungen des Lungengewebes, welche durch Embolie der Lungenarterie entstehen können, sind theils lobuläre Infarkte, theils tuberkelartige fibroide Knötchen und die Uebergänge derselben zu einander. Die lobulären Infarkte sind freilich keinesweges eine constante Folge des Eindringens frischer BlutgerinnSEL in die Lungenarterie, sondern sie werden nur unter gewissen, zum Theil nicht näher bekannten Verhältnissen durch dieselben erzeugt; sie sind auch meist nicht von solchem Umfange, dass sie durch die von ihnen abhängige Beeinträchtigung der Respiration gefährlich werden könnten; sie sind aber dessenungeachtet sehr bedenklich, namentlich wahrscheinlich durch Gerinnselbildung in den Lungenvenen. Die kleinen tuberkelartigen Knötchen des Lungengewebes werden freilich eben-

falls die Respiration nicht sehr wesentlich beeinträchtigen, es ist aber zu befürchten, dass sie sich unter Umständen zur wahren Lungentuberkulose entwickeln können. 5) Die Kreislaufs- und Ernährungsstörungen des Lungengewebes führen höchst wahrscheinlich oft zur Bildung von Gerinnseln in den Lungenvenen, welche durch die steten Bewegungen der Lungen bei der Respiration sehr leicht losgerissen werden und dann in den grossen Kreislauf gelangen müssten. Hier würden sie dann als arterielle Emboli theils durch Verstopfung der Arterien der grossen Nervencentra secundär, nach Verlauf mehrerer Tage oder Wochen plötzlichen Tod veranlassen, theils die höchst verschiedenartigen Krankheitssymptome und pathologischen Befunde hervorrufen können, welche von der arteriellen Embolie abhängig sind. — Bezuglich der specielleren Begründung dieser Gefahren muss ich, wie gesagt, auf die oben citirte ausführliche Abhandlung verweisen.

Mit diesen Thatsachen vor Augen muss man einräumen, dass die Transfusion mit ungequirtem Blute allerdings eine sehr bedenkliche Operation ist, und zwar um so bedenklicher, je grösser die zu transfundirende Blutmenge ist. Denn wenn der Operateur, wie oben erörtert wurde, niemals ganz sicher sein kann, dass bei der Transfusion nicht theilweise schon geronnenes Blut übertragen wird, so muss er auf alle die verschiedenen möglichen Folgen gefasst sein, welche dadurch hervorgebracht werden können, obgleich diese Folgen nicht immer wirklich eintreten. Bei der Mannigfaltigkeit dieser Folgen und bei den fast immer wenig in die Augen fallenden Sectionsbefunden, welche die Beweise für die Abhängigkeit des Todes von der Gerinnselinjection enthalten, wird selbst ein negatives Resultat einer sorgfältig, mit den oben angeführten Möglichkeiten vor Augen angestellten Section einen gewissenhaften Operateur bezüglich der Unschädlichkeit seines Eingriffs in der Regel nicht beruhigen können, obgleich willig eingeraumt werden muss, dass meist auch andere unglückliche Umstände, namentlich der frühere Zustand des Kranken, hypothetisch zur Erklärung eines unglücklichen Ausganges verwandt werden können. Ein solcher unglücklicher Ausgang ist, wie schon die von Martin gesammelten Fälle zeigen, keinesweges selten bei

Transfusion ungequirlten Blutes unter sonst die Operation wirklich indicirenden Verhältnissen vorgekommen, und die Zahl der unglücklichen Fälle würde ohne Zweifel weit grösser sein, wenn sie nicht häufig der Veröffentlichung vorenthalten würden wären, was bezüglich der glücklichen Fälle wohl kaum jemals geschehen ist. Die von allen denjenigen, welche gequirltes Blut zur Transfusion angewandt haben, dringend empfohlene Regel, nur geringe Blutmengen anzuwenden (man begnügte sich bei Kranken, welche durch Blutung den grössten Theil ihres Bluts verloren hatten, meist mit der Transfusion einer Unce oder weniger Uncen, ja selbst mit 2 Drachmen), dürfte eben darin begründet sein, dass die Gefahren der Uebertragung von Gerinnseln in einem ganz enormen Verhältniss mit Zunahme der Blutmenge steigen müssen. Wenn Martin die Folgen der Uebertragung von Blutgerinnseln eingehender studirt hätte, so würde er es gewiss gar nicht versucht haben, nachzuweisen, dass dieselben bei den bisher vorliegenden Transfusionen mit ungequirltem Blute an den vorgekommenen unglücklichen Erfolgen unschuldig gewesen seien, denn der Beweis hierfür lässt sich gar nicht führen, am wenigsten aus Sectionsbefunden, bei welchen die erst durch eingehendere Studien gewonnenen Gesichtspunkte ausser Acht gelassen wurden. Selbst bei den scheinbar ganz glücklich abgelaufenen Fällen bleibt es dahingestellt, ob die betreffenden Kranken nicht späterhin an den Folgen einer möglichen Gerinnselübertragung zu leiden gehabt haben. Unter diesen Verhältnissen würde es für den Operateur und für die Kranken, die einer Transfusion bedürfen, jedenfalls sehr erwünscht sein, wenn er alle diese theils offensuren, theils versteckten, heimückischen, möglichen Gefahren der Gerinnselübertragung durch Entfernung des Faserstoffs, der alle diese Gefahren bedingt, vermeiden könnte, vorausgesetzt, dass die Operation dadurch weder an Wirksamkeit verliert, noch mit anderen, vielleicht ebenso grossen oder gar noch grösseren Gefahren verknüpft würde.

4. Man hat aber, theils auf theoretische Bedenken, theils auf Magen die's Defibrinationsversuche gestützt, befürchtet, dass die Abwesenheit des Faserstoffs andere, besonders secundäre schädliche Folgen haben möchte. Die von Magen die beobachteten

blutigen Oedeme der Lungen, die blutigen Ergüsse in den Darm, die Injection der Capillaren, besonders der Darmschleimhaut, könnten freilich verschieden erklärt werden. Magendie schloss indess, wie schon oben bemerkt, aus seinen Versuchen, dass der Faserstoff den Durchtritt des Bluts durch die Capillaren erleichtere. Wenn die Beobachtungen Magendie's wirklich dahin constatirt würden, dass der Mangel des Faserstoffs, und nicht etwa andere übersehene Umstände, jene blutigen Exsudationen und Kreislaufstockungen bedingte, so würde man daraus wohl die Befürchtung ableiten können, als wäre das transfundirte, defibrinierte Blut einem abnormen Zerfallen und einer nachfolgenden Ausscheidung ausgesetzt, welche bei der Transfusion ungequirlten Bluts vielleicht nicht oder nicht in derselben Weise zu gewärtigen wäre. Alsdann könnte man aber besorgen, dass die abnormen Zersetzungprodukte, sowohl als die direkt wahrgenommenen pathologischen Transsudationen und Blutstockungen vielleicht noch gefährlicher sein möchten, als die Summe der durch Embolie bedingten Gefahren bei Anwendung ungequirlten Blutes.

Die im Folgenden ausführlich mitzutheilenden Versuche weisen aber diese Befürchtungen entschieden zurück. Man kann in der That bei Hunden durch abwechselnde Blutentziehung und Injection von gequirltem Blute anderer Hunde fast alles das in ihnen ursprünglich vorhandene, faserstoffhaltige Blut durch faserstofffreies fremdes Blut verdrängen und ersetzen, so dass der Faserstoffgehalt des kreisenden Blutes auf ein Minimum herabgesetzt wird, ohne dass irgend erhebliche Störungen auftreten, und namentlich ohne dass die von Magendie angeführten pathologischen Transsudationen und Blutstockungen zum Vorschein kommen. Einem ganz jungen, etwa 2500 Grm. schweren Hunde konnten z. B. am 18., 20. und 23. August zusammen 863,5 Grm. Blut successive entzogen und durch ein ähnliches Quantum gequirlten Bluts anderer Hunde ersetzt werden, ohne dass er dadurch an Munterkeit, Appetit oder Gewicht irgend erheblich verlor und ohne dass irgend ein Symptom aufgetreten wäre, dass auf Zersetzung des Blutes oder auf capillare Kreislaufstörungen hingedeutet hätte. Selbst die Harnsecretion kann bei

diesen Versuchen qualitativ und quantitativ unverändert bleiben, und der normale Faserstoffgehalt des Bluts stellt sich nach einer solchen Defibrination von einem Tage zum andern wieder her. Damit dieses aber gelinge, dürfen folgende Vorsichtsmaassregeln nicht vernachlässigt werden: a) Man muss das zur Transfusion anzuwendende gequirte Blut gehörig vor der Zersetzung schützen, der es ausgesetzt ist, wenn es längere Zeit hindurch trockener oder unreiner Luft, besonders bei einer der Blutwärme sich nähernden Temperatur exponirt ist. Vernachlässigt man dieses, so können die Symptome der putriden Intoxication auftreten. b) Man muss das zu injicirende gequirte Blut vorher durch dichte Leinewand filtrirt haben, damit nicht Faserstoffgerinnsel mit injicirt werden, welche unter Umständen krankhafte Veränderungen der Lungen veranlassen könnten. c) Man muss darauf achten, dass die Menge des injicirten Blutes ja nicht grösser sei, als die des eben vorher entzogenen, weil sonst die Ueberfüllung des Gefässsystems leicht Blutungen und mancherlei andere Störungen veranlasst. d) Man muss sich vor den starken Erschütterungen des Nervensystems hüten, welche auftreten, wenn auf einmal zu grosse Blutmengen entzogen werden. e) Man darf nur das gequirte Blut gesunder Thiere derselben Art verwenden. f) Man darf nicht zu schnell injiciren, weil sonst die Ueberfüllung und Ausspannung des Herzens die grösste Gefahr mit sich bringt. Es ist wohl schwer oder unmöglich, aber auch unwichtig, darüber zu entscheiden, welcher oder welche dieser Umstände Magendie bei seinen Versuchen irre geführt haben. Dass aber die Abwesenheit des Faserstoffs im gequirten, zur Transfusion verwandten Blute, selbst wenn der Faserstoffgehalt des kreisenden Bluts durch einen eingeleiteten Bluttausch auf ein Minimum hinuntergebracht wird, keinerlei Störungen veranlasst, namentlich weder pathologische Transsudationen, noch locale Kreislaufsstörungen, noch irgend ein Zeichen der Decomposition des Blutes bedingt, und dass der normale Faserstoffgehalt sich in etwa 24 Stunden von selbst wieder herstellt, ist meinen im Folgenden specieller aufzuführenden Versuchen zufolge eine ausgemachte Thatsache.

5. Noch in einer ferneren Beziehung verdient aber die Anwendung des gequirten Blutes einen entschiedenen Vorzug vor dem

ungequirlten Venenblute bei der Transfusion. Denn durch das Quirlen wird das Blut mit Sauerstoff gesättigt und von einem grossen Theile der im venösen Blute enthaltenen Kohlensäure befreit. Der an die Blutkörperchen gebundene Sauerstoff ist aber, den Untersuchungen Dieffenbach's, Bischoff's und Brown-Sequard's zufolge, entschieden das belebende Princip, durch welches die Transfusion zu einer heilbringenden Operation wird, während ein an Kohlensäure zu reiches Blut, den Experimenten Bischoff's und Brown-Sequard's zufolge auf der Stelle tödten kann. In dieser Beziehung dürfte es hier angemessen sein, besonders an Brown-Sequard's Untersuchung zu erinnern, welche in den Comptes rendus *) der Academie zu Paris und der Soc. de biologie **), sowie im Journal de physiol. ***) mitgetheilt sind. In seinen ersten Memoiren that Brown-Sequard dar, dass mit Sauerstoff beladenes Blut, einerlei ob es einer Arterie oder einer Vene entzogen ist, die verloren gegangenen Lebenserscheinungen contractiler und nervöser Gewebe wieder herzustellen vermag, wenn es nach Verlauf einer nicht zu langen Zeit in die Arterien injizirt wird. Durch Unterbrechung der arteriellen Blutzufuhr zum Hirn erfolgt sehr plötzlicher Tod; es erfolgt aber die Wiederbelebung durch neues Einströmen sauerstoffreichen Blutes, wenn dieses früh genug eintritt. Wartet man aber 3 Minuten, so erfolgt die Wiederbelebung selten. Auch an abgeschnittenen Köpfen gelang es, auf diese Weise Respirationsbewegungen des Gesichts und der Nasenlöcher, Bewegungen der Augen u. s. w. hervorzurufen. Defibrinirtes Blut wirkte dabei ebenso gut und kräftig wie arterielles Blut; Serum hatte diese Wirkung nicht, selbst wenn es möglichst mit Sauerstoff gesättigt war. Je mehr Blutkörperchen und je mehr Sauerstoff das Blut enthielt, desto grösser war seine Fähigkeit, die Kräfte des Lebens wieder herzustellen. Die Blutkörperchen allein haben diese Fähigkeit nicht, denn schwarzes Blut ist ohne Wir-

*) Comptes rendus 1851. T. 32. p. 855 u. 897.; 1855. T. 41. p. 629.; 1857. T. 45. p. 562. 925.

**) Comptes rendus de la soc. de biol. 1. Série. Vol. I. 1849. p. 105 u. 158.; Vol. II. 1850. p. 271.; Vol. III. 1851. p. 100, 147.

***) Journal de physiol. I. p. 95—122. 173—175. 666—672.

kung. Mit Sauerstoff gesättigte Mischungen von Blut und Serum beleben weniger; 2 Theile Blut zu 10 Theilen Serum vermochten allerdings bisweilen die respiratorische Function der Medulla oblongata, nicht aber die Hirntheitigkeiten wieder herzustellen; hierzu waren wenigstens 3 — 4 Theile Blut auf 10 Theile Serum nöthig. Zu ganz entsprechenden Resultaten waren, wie oben bemerkt, Prevost-Dumas, Dieffenbach und Bischoff schon früher gelangt, bezüglich der vorzüglichen Wirksamkeit des arteriellen oder des gequirten Bluts vor dem venösen Blute. Brown-Sequard constatirte aber die vorzügliche Fähigkeit des mit Sauerstoff gesättigten Blutes, die Lebenserscheinungen herzustellen und zu erhalten, ferner noch durch die Erfahrung, dass die Reflexbewegungen, sowie die Reizbarkeit der Muskeln und Nerven bei solchen Thieren, bei welchen sehr starke, die thierische Wärme herabsetzende, das Venenblut aber hellroth färbende künstliche Respiration angewandt worden war, viel lebhafter sind, und dass sie, ebenso wie die Herzbewegungen, viel länger fortbestehen als sonst, während diese Lebenserscheinungen dahingegen bei der Asphyxie sehr schnell schwinden, besonders wenn dieselbe weniger vollständig, aber lange anhaltend gewesen war. Er fand aber auch überdies, dass alles Blut, wenn es mit Kohlensäure so weit gesättigt ist, dass es eine schwärzliche Farbe angenommen hat, durch Injection in die Venen irgend eines Wirbelthiers, auch derselben Species die grösste Lebensgefahr bedingt; schon eine $\frac{1}{10}$ des Körpergewichts entsprechende, durch Kohlensäure schwärzlich gefärbte Blutmenge wirkte bei einigermaassen schneller Injection lebensgefährlich. Schon 50 Grm. mit Kohlensäure gesättigtes Blut von einem Thiere derselben Species tödtete auf der Stelle einen Hund oder ein anderes Säugethier, so wie einen Vogel, wenn es etwas schnell in die Jugularvene injicirt wurde; bei sehr langsamer Injection, während welcher die Kohlensäure durch die Lungen entfernt werden konnte, gelang es dabei noch, die Thiere am Leben zu erhalten. Er constatirte ferner die von Bischoff in seiner letzten Mittheilung *) gemachte Angabe, dass die unmittelbare Lebensgefahr, welche die Injection des

*) J. Müller's Archiv 1838.

Venenblutes eines Wirbeltieres in die Venen eines Thieres einer anderen Art entsteht, durch Anwendung arteriellen oder gequirlten Blutes vermieden werden kann *).

Alle die bisher zur Sprache gebrachten Umstände sprechen somit entschieden für die Anwendung des gequirlten und gegen die Benutzung des frischen, noch flüssigen, Faserstoff enthaltenden Blutes bei der Transfusion. Denn durch Anwendung des vom Faser-

*) In den angeführten Beziehungen kann ich Brown-Sequard's Angaben nur bestätigen. Wenn er aber zugleich die Meinung zu begründen sucht, dass die Kohlensäure des Blutes eine incitirende Wirkung habe, so kann ich diese Angabe nicht constatiren. Die von Brown-Sequard bei Injection kohlensäurerreichen Blutes beobachteten Reizungserscheinungen finden ihre Erklärung durch die in meinen Untersuchungen über Embolie mitgetheilten Erfahrungen, denen zufolge eine jede Unterbrechung der arteriellen Blutzufuhr zu den Nervencentren zunächst Reizungserscheinungen hervorruft, denen sehr bald gänzliches Aufhören der Lebenseigenschaften folgt. Sie sind nicht, wie Brown-Sequard meint, durch den positiven Reiz der Kohlensäure, sondern durch den Mangel der zur Unterhaltung der Functionen geeigneten Blutzufuhr, also auf rein negative Weise, hervorgerufen (s. Virchow's Archiv Bd. XXV. S. 320). Die Kohlensäure wirkt, meinen speciell auf diese Frage gerichteten Untersuchungen zufolge, nicht als Reiz, weder auf Muskel noch auf Nerv, auch nicht auf das Herz; sie ruft keine Zuckung hervor, sondern lähmt in sehr kurzer Zeit, ohne vorhergehende Reizung, die Muskeln. Ein Herz in Kohlensäure gebracht pulsirt langsamer, und steht sehr bald, nachdem die Bewegungen immer langsamer und schwächer geworden sind, in der Diastole still. Es ist das Herz dann auch nicht durch galvanische oder elektrische Reizung zur Contraction zu bringen, an die Luft gebracht erholt es sich aber wieder und kann alsdann, nachdem es wieder zu pulsiren anfing, erst durch eine viel länger dauernde Einwirkung der Kohlensäure wieder zum diastolischen Stillstand gebracht werden. Ebenso wenig kann ich die Behauptung Brown-Sequard's bestätigen, dass das Blut eines Wirbeltieres kein Gift für eine andere Wirbeltierart sei (bei Injection in die Venen) und dass die toxische Wirkung, wenn sie eintrate, wesentlich vom Kohlensäuregehalt des injicirten Blutes abhänge. Die von Bischoff, Prevost-Dumas und Anderen beobachtete unmittelbare Todesgefahr ist nämlich allerdings wesentlich von der Kohlensäure abhängig und kann daher durch Quirlen des Blutes beseitigt werden, aber später, nach Verlauf von Stunden und Tagen, entfaltet das fremde Blut durch seine Zersetzung und Ausscheidung in der That toxische Wirkungen, die um so intensiver sind, je grössere Mengen des fremden Blutes injicirt wurden. Wir werden auf diesen Punkt noch im Verlaufe dieser Untersuchung ausführlich zurückkommen.

stoffe befreiten Blutes beseitigt man nicht nur die zahlreichen und hämischen Gefahren der Embolie, deren grosse Bedeutung durch die bisherigen ärztlichen Erfahrungen keinesweges widerlegt worden ist, sondern auch diejenigen Gefahren, welche von denjenigen flüchtigen Stoffen abhängen, die wie die Kohlensäure bei dem Quirlen entfernt werden; man erzielt dabei zugleich eine kräftigere belebende Wirkung durch das mit Sauerstoff gesättigte gequirte Blut, während der Mangel des Faserstoffs keinerlei schädliche Wirkung, weder auf die Blutmischung, noch auf die localen Kreislaufs- und Transsudationsverhältnisse hat und binnen kurzer Zeit durch neugebildeten Faserstoff ersetzt wird. Dabei geht nicht nur keine Zeit durch das Defibriniren verloren, sondern die ganze Ausführung der Operation wird durch dasselbe in hohem Grade vereinfacht und gegen alle Eventualitäten, an welchen sie sonst durch den Eintritt der Gerinnung stranden kann, gesichert. Diese technischen Vortheile würden besonders dann an Bedeutung gewinnen, wenn es sich herausstellt, dass man sich nicht immer auf Transfusion minimaler Blutmengen zur Erfüllung der unmittelbaren Indicatio vitalis zu beschränken hat, sondern dass es unter Umständen angezeigt ist, grössere Blutmengen in Anwendung zu bringen, und wenn es, durch Benutzung in Eis conservirten gequirten Blutes in Feldlazarethen oder durch Anwendung frisch gequirten Blutes auf dem Schlachtfelde, möglich werden sollte, diese Operation für die Militairchirurgie so nützlich zu machen, wie bei Blutungen Neuentbundener. Während diese Vortheile so gross sind, dass sie es meiner Meinung nach einem Arzte, der eine Transfusion ausführen will, geradezu zur Pflicht machen, das anzuwendende Blut quirlen zu lassen, steht diesem meiner Meinung nach nichts Anderes im Wege, als der alte Schleidrian. Denn dass die Erfahrungen der Aerzte, welche diese Operation bisher ausgeführt haben, in dieser Frage Nichts präjudiciren, ist schon oben dargethan worden. Wenn es sich aber bestätigen sollte, was Brown-Sequard (Journal de physiol. I. p. 671) angiebt, dass auch defibrinirtes Blut dadurch Gefahr bringen kann, dass es eine plötzliche Gerinnung des Blutes des Thieres, in welches man transfundirt, bewirken könnte, so ist es doch gewiss nicht wahrscheinlich, dass der Mangel des Faserstoffs des zur Transfu-

sion verwandten Blutes diese Wirkung haben sollte, und dieses Unglück würde wohl wenigstens ebenso sehr bei Anwendung ungequirten Bluts zu besorgen sein. Inwiefern es rathsam sein sollte, dieser vermeindlichen Gefahr dadurch zu begegnen, dass $\text{10}\frac{1}{2}\%$ bis $15\frac{1}{2}\%$ kaustisches Ammoniak dem zu transfundirenden Blute zugesetzt würde, wie Brown-Sequard, auf Richardson gestützt, es empfiehlt, mag einstweilen dahingestellt sein, da das Factum selbst noch durchaus zweifelhaft erscheint, indem alle näheren Data, welche geeignet sein möchten, eine solche Behauptung zu stützen, von Brown-Sequard verschwiegen werden, der überdies immer defibrinirtes Blut bei seinen Versuchen anwendet und es unbedingt vor dem ungeschlagenen Blute empfiehlt.

II.

Die Frage, ob das bei der Transfusion übertragene Blut eines Thieres in den Kreislauf eines anderen Thieres derselben Species (oder vom Menschen zum Menschen) wirklich transplantirt werden, d. h. im neuen Organismus normal fortfunctioniren kann, oder ob das fremde Blut bald zersetzt und ausgeschieden wird, ist noch Gegenstand der Controverse. Dennoch würde die Entscheidung dieser Frage nicht nur von hohem theoretischen Interesse sein, sondern auch sehr wesentlich in die Praxis eingreifen. Denn wenn das fremde Blut bald zersetzt und ausgeschieden würde, so könnte man nur daran denken, durch die Transfusion die unmittelbare Indicatio vitalis zu erfüllen, und es würde rathsam sein, nur so geringe Blutmengen in Anwendung zu bringen, als eben genügen würden, um die Wiederbelebung zu bewirken oder um das Erlöschen der letzten Lebenszeichen zu verhindern, indem man fürchten müsste, dass die Zersetzungprodukte des fremden Blutes vor oder bei ihrer Ausscheidung dem Organismus gefährlich werden könnten, und zwar um so gefährlicher, je grösser ihre Menge gewesen wäre. Wenn dahingegen das fremde Blut normal fortfunctioniren, und wie das eigene Blut der Respiration und der Ernährung dienen kann, so wird es offenbar indicirt sein, bei der Transfusion die normale Menge des Blutes und der Blutkörperchen durch Anwendung grösserer Blutquanta möglichst vollkommen herzustellen, um

dadurch die langwierige Convalescenz mit ihren gefährlichen Chancen möglichst abzukürzen, und es würde in Frage kommen können, ob es nicht unter gewissen Umständen indicirt sein könnte, eine fehlerhafte Blutmischung durch einen partiellen Bluttausch zu verbessern. Marfels und Moleschott*) erkannten Blutkörperchen vom Schaf noch Monate lang im kreisenden Blute der Frösche, nachdem sie Schafsblut in den Darm derselben gebracht hatten, und sie schlossen daraus auf eine lange Lebensdauer der Blutkörperchen. Brown-Sequard**) erkannte ebenfalls einen Monat lang nach der Transfusion die in den Kreislauf von Gänsen, Hähnen und Hühnern übertragenen Blutkörperchen von Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen. Andererseits constatirte Letzterer allerdings die Angabe Magendie's, dass die Blutkörperchen der Vögel im Kreislaufe der Säugetiere verschwinden. Schon nach einer Stunde waren die Blutkörperchen von Hühnern und Tauben im Blute von Hunden, Katzen und Kaninchen nicht mehr aufzufinden, und er schloss, dass sie sich aufgelöst haben müssten, da sie sich $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Transfusion allenthalben fanden, also doch die Capillaren hatten passiren können. — Gegen die Beweiskraft dieser Versuche liesse sich indess, abgesehen von der Schwierigkeit, die fremden Blutkörperchen bei der grossen Variation der Grösse der den Thieren eigenen Blutkörperchen ganz sicher zu erkennen, einwenden, dass der Beweis fehlt, dass die so lange conservirten Blutkörperchen auch wirklich normal functionirt haben. In jedem Blute findet man einzelne Blutkörperchen, welche der Auflösung durch Wasser und durch andere Reagentien einen viel stärkeren Widerstand entgegensetzen als andere, und es ist nicht wahrscheinlich, dass diese schwerer zerstörbaren Blutkörperchen besonders gut functioniren sollten. Durch Eintrocknen des Blutes in sehr dünnen Partien kann man bekanntlich, wie Hannover gezeigt hat, die Blutkörperchen so eintrocknen, dass sie ihre Form ziemlich bewahren und schwer löslich werden, und es wäre wohl möglich, dass eine gewisse Anzahl von Blutkörperchen durch die Einwirkung der Luft bei der Transfusion oder im Darmkanal der

*) Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. 1856. I. S. 51—60.

**) Journal de physiologie. I. p. 173—175.

Frösche eine solche Schwerlöslichkeit auf Kosten ihrer Functions-fähigkeit erlangt hätten. Endlich haben aber diese Versuche das sehr Missliche, dass sie nur das Verhalten der Blutkörperchen einer anderen Thierart berücksichtigen. Indem ich die Frage über die Functionsfähigkeit des transfundirten Blutes in Angriff nehmen wollte, stellte auch ich zunächst Versuche an, welche sich an die von Marfels-Moleschott und von Brown-Sequard anschlossen. Es wurde mir aber bald klar, dass auf diesem Wege eine endgültige Entscheidung nicht zu erlangen ist, theils wegen der Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, z. B. die kleinsten Blutkörperchen eines Hundes von den grössten eines Schaafes oder Rindes zu unterscheiden, theils weil es sich bald zeigte, dass das Blut einer Thierart in einer anderen Thierart, wenigstens sofern sie nicht sehr nahe verwandt ist, nicht normal fortfunctionirt, sondern in der That zersetzt und ausgeschieden wird. Wenn es sich hierbei nun auch wirklich bestätigen sollte, dass einzelne der fremden Blutkörperchen diesem Schicksale entgehen, so folgt daraus doch nicht, dass sie wirklich und mit Nutzen für das Thier fortfunctionirt haben, sondern nur, dass sie, durch besondere Verhältnisse begünstigt, sich in ihrer äusseren Form und Struktur conservirt haben, etwa wie eine Fischlinse Monate lang in der Pulmonalarterie eines lebenden Hundes conservirt werden kann.

Weit bedeutungsvoller sind einige ältere Versuche, durch welche die in Rede stehende Frage in der That mittels eines möglichst weit getriebenen Bluttausches zwischen Thieren derselben Species in Angriff genommen worden ist. Lower*) öffnete in Gegenwart der Doctoren Wallis, Thomas Millington und anderer Aerzte (1666) einem Hunde von mässiger Grösse die Jugularvene und liess das Blut so lange ausfliessen, bis er matt wurde und nahe daran war, in Krämpfe zu verfallen. Hierauf leitete er aus der Cruralarterie eines grösseren Doggen, den man daneben festgebunden hatte, so lange Blut in die geöffnete Vene desselben, bis man aus seiner Unruhe und Beklemmung sehen konnte, dass er mit Blut überfüllt sei. Er hemmte hierauf den Lauf des einflie-

*) Rich. Loweri tractatus de corde. Lond., 1669. 8°. p. 191. Scheel Bd. I. S. 47—49.

senden fremden Blutes und liess von Neuem Blut aus der Vene ausfliessen. Dieses wechselseitige Einzapfen und Auslassen des Blutes wiederholte er so lange, bis zwei grosse Doggen dem kleineren Hunde nach und nach all ihr Blut gegeben und sich verblutet hattten und Lower's Absicht, die ganze Blutmasse umzutauschen, erreicht war. Man vereinigte hierauf die Wunde des kleineren Hundes mit der Heftnadel und band ihn los. Obgleich er nach und nach so viel Blut verloren und wieder erhalten hatte, als er selbst schwer war (?), so sprang er doch sogleich vom Tische herab, schmeichelte seinem Herrn und wälzte sich im Grase, um sich vom Blute zu reinigen, nicht anders, als ob man ihn nur ins Wasser geworfen hätte. Der Versuch hatte auch in der Folge auf sein Wohlbefinden nicht den geringsten übeln Einfluss.

Die philosophische Societät in London nahm auf Robert Bayles Veranlassung die Versuche Lower's auf und die von derselben ernannte Commission, bestehend aus D. und Th. Coxe, Dr. King und Hook, stellte 1666 und 1667 folgende Versuche *) an: Sie zapften einem Schaafe aus der Jugularvene Blut ab, und liessen zu gleicher Zeit das Blut eines anderen Schaafer aus der Carotis in den unteren Theil der Jugularvene einfließen. Nachdem gegen vier oder fünf Kannen (Pints) Blut aus der Vene abgeflossen waren, fing das Schaaf, dessen Blut man in das andere überfliessen liess, an schwach zu werden. Man band es los und der Eigentümer desselben schlachtete es auf die gewöhnliche Weise. Es enthielt nicht mehr als gegen eine halbe Kanne Blut. Das andere Schaaf schien sich so wohl zu befinden wie zuvor, und verhielt sich, als ob gar kein solcher Versuch mit ihm vorgenommen wäre. Als man es schlachtete, fand man in ihm die gewöhnliche Blutmenge.

Sie leiteten wie bei dem vorigen Versuche das Blut eines kleinen Bullenbeissers (bull dog) in einen spanischen Hund (spaniel) über und liessen, während dieses fremde Blut überströmte, das eigene Blut des Spaniolen ausfliessen. Letzterer vergoss, bis der Bullenbeisser sich verblutet hatte, gegen 64 Unzen Blut, ohne Nachtheil für seine Gesundheit. Er war am folgenden Morgen sehr

*) Birch, History of the Royal philos. Society 4. Vol. II. 1757. p. 117, 118, 125. Bayles Works V. p. 363, Scheel l. c. p. 56—57.

wohl und munter und blieb es auch fernerhin. Eine Woche nachher wurde dieser Hund der philosophischen Societät vorgestellt, die sein völliges Wohlbefinden constatirte *).

Viel weniger Vertrauen verdienen die von Denis 1667 zum Theil in Verbindung mit Emmerez angestellten Versuche. Es werden 2 Versuche detaillirt beschrieben, bei welchen Hunden resp. 9 und 12 Unzen Hundebłut bei entsprechender Blutentziehung transfundirt wurden und wobei die Thiere, die das Blut empfingen, sich sowohl während des Versuchs als späterhin bleibend wohl befanden **). Am 25. Juni 1667 hatte Denis die Transfusion an 19 Hunden vorgenommen, unter denen kein einziger gestorben sein soll, obgleich bald aus einer Arterie in eine Vene, bald aus einer Vene in eine Vene transfundirt wurde, und obgleich in nicht wenigen Fällen auch das Blut anderer Thiere zur Transfusion benutzt wurde. Es wird dabei z. B. berichtet, dass ein Hund, dem vorher so viel Blut entzogen war, dass er sich kaum regen konnte, durch das transfundirte Kalbsblut selbst mehr Kräfte und Lebhaftigkeit bekam, als er vor dem Blutverluste gehabt hatte! Ein anderesmal erzählt er von einer 12 Jahre alten, sehr altersschwachen Hündin, dass sie eben davon in kurzer Zeit stärker und munterer wurde, als zuvor, ja dass sie 8 Tage darauf sogar brünstig wurde. Analog ist die Geschichte von einem alten 26jährigen Pferde, das durch Transfusion des Blutes von 4 Widdern viel mehr Kräfte wieder bekam und eine ungewöhnliche Esslust***). Diese in Gegenwart verschieden vornehmer (!) Personen vorgenommenen Versuche tragen nicht das objective Gepräge der englischen Forscher, und der persönliche Ehrgeiz des Denis, sowie die Leidenschaftlichkeit, die sich durch den Streit mit Lamy, Moreau und anderen Gegnern der Transfusion entwickelte, erregen grosse Zweifel über die Zuverlässigkeit seiner Angaben.

Mit mehr Vertrauen liest man die Mittheilung des Dominicus Cassini zu Bologna †), der im Mai 1667 einem Lamm so viel

*) Birch l. c. II. p. 123, 125. Scheel l. c. p. 57—58.

**) Scheel I. p. 87—88.

***) Ibid. I. p. 104.

†) Gjornale de' Literati per il Tinassi 1668. No. 7. Scheel II. 9.

Blut aus der Jugularvene ausfliessen liess, als die Ader nur geben wollte, und der darauf das Blut aus der Carotis eines anderen Lammes in dieselbe überfliessen liess. Hierauf unterband er die Vene des Lammes, welches das Blut empfangen hatte, an beiden Enden und schnitt sie durch. Das Thier folgte, wie man es frei liess, den Operateuren, ohne Schwäche zu verrathen, die Wunde heilte in der Folge schnell und es wuchs ferner wie die anderen Lämmer. Als es 6 Monate später plötzlich starb, seirte man es. Man fand den Magen voll von verfaultem Futter. Die zerschnittene Jugularvene fand man verwachsen und ein kleiner Seitenast vermittelte die Verbindung des oberen Theiles mit dem unteren.

Dass diese Versuche nicht die Berücksichtigung gefunden haben, die sie wohl verdient hätten, mag theils davon herröhren, dass sie aus einer so frühen Periode stammen, aus einer Zeit, wo die Fragestellung bezüglich der Transfusion eine so abenteuerliche war und wo Wahrheit und Trug gerade in dieser Angelegenheit so gemischt war, dass es eine nicht leichte kritische Aufgabe ist, das Wahre vom Falschen zu sondern. Auch fehlte in der Regel die Angabe über das Verhalten der Einzelfunctionen. Zum Theil mögen sie auch deshalb der Vergessenheit anheim gefallen sein, weil auf das Verhältniss des transfundirten und des vorher entzogenen Blutquantums nicht die nöthige Rücksicht genommen war, und weil sie mit denjenigen Versuchen zusammengeworfen wurden, bei welchen das Blut von Thieren anderer Art transfundirt wurde. Wenn nämlich ein zu grosses Blutquantum transfundirt wird, oder wenn das Blut eines Thieres in die Adern einer ganz anderen Art transfundirt wird, so treten in der That, wie wir später sehen werden, sehr bedenkliche Symptome auf, welche ganz allgemein zu der Annahme verleitet zu haben scheinen, dass das fremde Blut, auch von Thieren derselben Art, nur ganz vorübergehend functioniren und belebend wirken könne, dann aber zu Grunde gehe und ausgeschieden werde. So hat Nasse *) es für sehr wahrscheinlich erklärt, dass das „fremde“ Blut bald zersetzt und ausgestossen würde, und räth deshalb nur kleine Blutmengen anzuwenden. Der selbe Gedanke hat auch wenigstens zum Theil die Praktiker ge-

*) Rudolph Wagner's Handwörterbuch, Artikel „Blut“.

leitet. Denn es kann die unter Umständen allerdings wohl begründete Furcht vor einer Ueberfüllung des Gefäßsystems durch eine zu grosse Blutmenge doch unmöglich der Grund sein, warum in der Hälfte der Fälle, wo die Transfusion wegen profuser Blutungen bei Neuentbundenen vorgenommen wurde, nur 4 Unzen Blut oder darunter angewandt wurden. Die praktische Erfahrung hat über die Sache nicht entschieden; denn wenn gleich der Ausgang bei Anwendung von 4 Unzen oder darunter in etwa 17 von 20 Fällen, bei Anwendung von 1—2 Pfund nur in 7 von 10 Fällen glücklich war, so sind einerseits diese Zahlen für eine statistische Begründung noch zu klein, und andererseits ist wohl zu erwägen, dass in allen diesen Fällen ungequirtes Venenblut angewandt wurde, wobei die Gefahren der Embolie und der Intoxication durch die venöse Beschaffenheit des Blutes mit der Menge des angewandten Blutes in einem ausserordentlich starken Verhältnisse steigen. Endlich ist auf die Dauer der Convalescenz in den glücklich verlaufenen Fällen keine Rücksicht genommen worden.

Wenn es, wie es aus dem Versuche Lower's und seiner Nachfolger (ihre volle Glaubwürdigkeit vorausgesetzt) hervorzugehen scheint, wirklich möglich ist, dass die Funktionen eines Thieres dauernd normal fortbestehen können, nachdem ein grosser oder gar der grösste Theil seines Blutes gegen das Blut eines anderen Thieres derselben Art vertauscht worden ist, so ist in der That kein anderer Schluss möglich, als dass das fremde Blut nicht in einer abnormen Weise zu Grunde geht und ausgestossen wird, sondern dass es ebenso gut wie das vom eigenen Organismus bereitete Blut fortfunctioniren kann. Es schien mir daher vor Allem nöthig, diese alten Versuche mit genauerer Berücksichtigung der transfundirten und entzogenen Blutmengen und der Einzelfunctionen wieder aufzunehmen, und dabei, anstatt der unmittelbaren Transfusion aus einer Arterie in eine Vene, gequirtes Blut in Anwendung zu bringen.

1. Ein vor dem Fressen 7370 Gramme schwerer Hund wurde am 4. Mai 1861 bei fortwährender reichlicher Fütterung mit Brod und Gedärmen in einen mit Zinkblech ausgekleideten Observationskasten gesetzt, aus welchem der Harn in eine untergestellte Flasche abfloss. Die Harnblase war unmittelbar vorher entleert worden. Er entleerte nun in 24 Stunden, bis zum 5. Mai 260 Ccm. Harn von 1046

spec. Gew. Darin waren, nach Liebig's Methode, mit Berücksichtigung der Correction für Kochsalz 23,16 Grm. Harnstoff enthalten. Am 6. Mai Morgens hatte er ferner 555 Ccm. Harn von 1037 spec. Gew. entleert und darin wurden 46,287 Grm. Harnstoff gefunden. Am 6. Mai Mittags entleerte er noch 260 Ccm. Harn von 1035 spec. Gew. und mit 15,548 Grm. Harnstoff. In 48 Stunden hatte der Hund also bei reichlicher Fütterung mit Brod und Gedärmen 84,995 Grm. Harnstoff entleert oder in 24 Stunden 42,497 Grm. Das Thier wog nun 7470 Grm. Von nun an wurde ihm alle feste und flüssige Nahrung entzogen. Am 7. Mai Nachmittags 3½ Uhr hatte er noch keinen Harn gelassen. Es wurde ihm nun die Blase durch den Katheter entleert und dadurch 160 Ccm. Harn gewonnen, von 1049 spec. Gew. und mit 14,63 Grm. Harnstoff. Dieses Quantum bezog sich auf die 26 Stunden nach der letzten Mahlzeit. Auf 24 Stunden kommen also 13,5 Grm.

In den darauf folgenden 24 Stunden, während welcher die complete Inanition fortgesetzt wurde, wurden (mittelst 2maliger Katheterisation) 75 Ccm. Harn von 1055 spec. Gew. gewonnen; darin waren 7,5 Grm. Harnstoff enthalten. Nach etwas mehr als 2tägigem Hungern wog der Hund 7½ Uhr Abends am 8. Mai 6900 Grm. Am 9. Mai um 10½ Uhr V. enthielt die am vorigen Abend um 7½ Uhr entleerte Blase 20 Ccm. Harn und der Hund wog 6800 Grm. Er hatte also in 15 Stunden 80 Grm. durch Perspiratio insensibilis verloren, also auf 24 Stunden berechnet c. 130 Grm.

Es wurden ihm nun 100 Ccm. Blut entzogen und dafür 64 Ccm. gequirtes Blut eines anderen Hundes durch die Jugularvene transfundirt. Bei fortgesetzter completer Inanition lieferte er durch Katheterisation in den darauf folgenden 48 Stunden 148 Ccm. Harn von 1055 spec. Gew. mit 14,652 Grm. Harnstoff. Auf je 24 Stunden nach der Transfusion, bei fortgesetzter Inanition also 7,326 Grm. Harnstoff. Der Harn war von gleicher Beschaffenheit mit dem früher entleerten und enthielt namentlich weder Blut noch Eiweiss, war aber, ebenso wie in den vorhergehenden 48 Stunden, so concentrirt, dass salpetersaurer Harnstoff einfach auf Zusatz von Salpetersäure in Menge gefällt wurde. Er wog am 11ten (48 Stunden nach der Transfusion) 6370 Grm. Er hatte also 430 Grm. verloren, davon 148 Harn. Es bleiben also für Perspiratio insensibilis 282 Grm. in 48 Stunden oder 141 Grm. in 24 Stunden.

Nunmehr wurde dem Hunde wieder Nahrung gereicht und zwar zuerst 470 Grm. Lunge und 8 Stunden später noch 200 Ccm. Wasser und 150 Grm. Lunge. In den folgenden 24 Stunden seccernirte er 270 Ccm. Harn von 1057 spec. Gew., enthaltend 37,120 Grm. Harnstoff. Die Perspiratio insensibilis betrug während dieser 24 Stunden 144,6 Grm. Schon am 11. Mai Abends, nach der zweiten Mahlzeit, wog er 7130 Grm. und am 20. Mai wog er mehr als vor dem Versuch, nämlich 7480 Grm. Also es wurde die Substitution einer etwa $\frac{1}{10}$ des Körpermengen entsprechenden Blutmenge nicht nur ohne Schaden ertragen, sondern es wurde auch die, durch eine bis zur Darmleere getriebene Inanition, möglichst gleichmässig gemachte Harnstoffabscheidung, Harumenge und Perspiration durch diesen Bluttausch nicht irgend merklich alterirt. Die Qualität des Harns und der übrigen Secreta, soweit sie untersucht werden konnten, war unverändert geblieben und die Gewichtsverhältnisse des Thieres entsprachen ganz den bei gesunden Thieren, welche zuerst

der Inanition unterworfen und dann wieder gefüttert werden, geltenden Regeln. Namentlich wurde bei Unterbrechung der Inanition mit grösstem Appetit gefressen und so gut verdaut, dass das frühere Gewicht in kurzer Zeit (9 Tagen) wieder erlangt war. Auch die Abhängigkeit der Grösse der Harnstoffsäusscheidung von der Nahrung zeigte sich in ganz normaler Weise. Dieselbe betrug, wie gesagt, vor der Inanition 42,497 Grm., am ersten Inanitionstage 13,5 Grm., am zweiten 7,5 Grm. Frühere Versuche hatten mir gezeigt, dass vom zweiten Inanitionstage an die ausgeschiedene Harnstoffmenge bei fortgesetzter Inanition mehrere Tage lang ziemlich constant bleibt und nur wenig abnimmt. Dem entsprechend entleerte das hungernde Thier in den nach dem Bluttausche folgenden 48 Stunden 14,652 Grm. oder auf je 24 Stunden 7,326 Grm. Als nun reichliche Nahrung gereicht wurde, stieg die Harnstoffmenge in den folgenden 24 Stunden sogleich auf 37,120 Grm. Die in Rede stehende Blutmenge würde beim Menschen 1— $1\frac{1}{2}$ Pfund entsprechen.

2. Derselbe Hund wog am 25. Mai, nachdem der Harn ihm durch Katheterisation entzogen war, 7250 Grm. Er war fortwährend sehr munter und gesund gewesen und die geringe Gewichtsabnahme rührte nur davon her, dass er, an Fleischnahrung gewöhnt, jetzt aber mit Brod gefüttert, weniger gefressen hatte. Es wurden ihm nun 205 Ccm. Blut entzogen und dafür 80 Ccm. gequirtes Blut eines anderen Hundes in die Jugularvene injicirt. Er war wegen des, trotz der Transfusion stattgefundenen, Blutverlustes (125 Ccm.) etwas matt und fröstelte etwas. 6 Stunden später hatte er sich ganz erholt und sprang munter herum. Er wog nun 7070 Grm.; da weder Harn noch Excremente entleert worden waren, hatte er also in diesen 6 Stunden 55 Grm. durch Perspiration verloren. Am 26. Mai um 11 Uhr Vormittags wog er 6990 Grm. Es waren ihm inzwischen 68,4 Grm. Harn mittelst des Katheters entzogen worden. (Dieser Harn war sauer, dunkelgefärbt, mit einem spec. Gew. von 1053 und enthielt weder Eiweiss noch Blut.) In den letzten $16\frac{1}{2}$ Stunden hatte die Perspiration nur 12,6 Grm. betragen, da er keine Excremente und, ausser dem durch Katheterismus entzogenen, keinen Harn entleert hatte. Die in den nach der Transfusion folgenden 24 Stunden entleerte Harnstoffmenge betrug 7,501 Grm. Dieses Quantum entsprach dem im früheren Versuch 24 Stunden nach der letzten Mahlzeit beginnenden Inanitionszustande. Er hatte freilich auch vor und nach der Transfusion nur ein wenig Schwarzbrod gefressen und Wasser getrunken. Dennoch scheint der erhebliche Blutverlust wesentlich dazu beigetragen zu haben, dass die Menge so gering war. Es wurde ihm nun rohe Ochsenmilz, nebst Milch und Brod geboten und er frass davon 430 Grm., so dass sein Gewicht auf 7420 Grm. stieg. Abends frass er wieder 400 Ccm. dünne Reisgrütze und wog darauf 7750 Grm. Von 7 Uhr Abends bis $10\frac{1}{2}$ Uhr am Morgen des 27. Mai hatte er mehr als 272 Ccm. Harn secernirt. Dieses Quantum wurde ihm nämlich am 27sten Morgens entzogen, nachdem seine Blase am 26sten um 7 Uhr Abends durch Katheterismus entleert war. Ausserdem waren aber noch zwei kleine Portionen verloren gegangen, die also ausser Rechnung gelassen werden mussten. Der durch Katheterismus entleerte Harn war hell, klar, sauer, nicht eiweisshaltig, von 1030 spec. Gew. Die von 7 Uhr Abends bis $10\frac{1}{2}$ Uhr Morgens secernirten 272 Ccm. enthielten 15,29 Grm. Harnstoff. Dies würde für 24 Stunden 23,67 Grm. ent-

sprechen, welche Menge jedoch wegen des stattgehabten Verlustes etwas zu gering sein würde. Die seernirte Harnstoffmenge war somit der Menge der stickstoffreichen Kost entsprechend gestiegen; sie war aber wiederum geringer als den früheren Versuchen mit demselben Hunde gemäss hätte erwartet werden können, was denn dem recht erheblichen Blutverluste des Thieres $205 - 80 = 125$ Ccm. mit Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben ist. Abgesehen von den Folgen des Blutverlustes, der dadurch entstanden war, dass dem Hunde viel mehr Blut entzogen worden war als ihm wieder beigebracht wurde, hatte die Transfusion keine merklichen Folgen gehabt, und keine Erscheinung hatte auf eine Zersetzung und Aussössung des ihm eingeflossenen fremden Hundeblytes hingedeutet: Auch in den folgenden Tagen befand er sich vollkommen wohl, bis er einem anderen Versuche geopfert wurde.

3. Ein kleiner, kurzhaariger, männlicher Hund, der am 20. Mai 4080 Grm. wog, wurde am 23. Mai 1861 ohne feste und flüssige Nahrung in den Observationskasten gesetzt. 24 Stunden später, am 24. Mai, wog er 3860 Grm. und hatte 220 Cem. Harn mit einem spec. Gew. von 1045 entleert. Darin fanden sich 19,58 Grm. Harnstoff. Am 25. Mai, 24 Stunden später, wog der Hund nach Entziehung des Harns 3700 Grm. Die Harnmenge betrug 55 Cem. mit einem spec. Gew. von 1046. Ausserdem hatte er 20 Grm. feste Excremente entleert. Von den 160 Grm., die er an Gewicht verloren hatte, kamen also $57,5 + 20 = 77,5$ Grm. auf Harn und Excremente und 82,5 Grm. auf die Perspiratio insensibilis. In den 55 Cem. Harn fanden sich 4,776 Grm. Harnstoff.

Es wurden ihm nun 140 Cem. Blut aus der Carotis entzogen und dafür 96 Cem. gequirtes Blut eines anderen Hundes in die Jugularvene injicirt. Durch die starke Blutentziehung wurde er zuerst sehr unruhig, dann obnmächtig und entleerte einige Tropfen Harn. Gleich darauf erfolgte galliges Erbrechen und heftige peristaltische Bewegungen mit Kollern im Leibe; der Puls war sehr schwach geworden und zählte 100 Schläge in der Minute. Die Respiration erfolgte 16mal in der Minute. Nach der Injection des etwa 32° C. warmen, gequirten Blutes blieb er noch eine Zeitlang sehr matt, aber die Temperatur, die sehr gesunken war, hob sich bald, und 6 Stunden später hatte er sich so vollkommen erholt, dass er, als der Observationskasten geöffnet wurde, kräftig aus demselben heraus sprang, gewaltig bellte und sich sträubte, als er wieder ohne feste und flüssige Nahrung in denselben eingesperrt wurde. Die Körpertemperatur war wieder ganz normal geworden. Er wog nun 3650 Grm. Da er weder Harn noch Excremente entleert, aber 44 Grm. Blut mehr verloren als empfangen batte, betrug die Grösse des Verlustes durch Perspiratio insensibilis während der 6 ersten Stunden nach der Transfusion nur 6 Grm., dieser auf 24 Stunden berechnete Verlust also 24 Grm.

Am 26. Mai war der Hund so munter wie vor der Operation. Er wog nun 3530 Grm., hatte also in den 24 Stunden unmittelbar nach der Transfusion 120 Grm. verloren. Es waren in dieser Zeit 65 Cem. Harn von 1048 spec. Gew. seernirt *) worden = 67,4 Grm. Von $6\frac{1}{2}$ Uhr Abends bis $10\frac{1}{2}$ Uhr Morgens oder in 16 Stunden hatte er also 52,8 Grm. durch Perspiration verloren, also erheblich

*) Vor der Transfusion war die Blase durch Katheterismus entleert worden und dasselbe geschah am 26. Mai $10\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags.

mehr als unmittelbar nach der Transfusion. Der Harn war hellgelb, schwach alkalisch, durch Tripelphosphatkristalle und phosphorsauren Kalk etwas getrübt, aber frei von Eiweiss. Die in demselben gefundene Harnstoffmenge betrug 6,090 Grm.*), also selbst ein klein wenig mehr als während der Inanition vor der Transfusion. Es wurde ihm nun Nahrung geboten und er frass 70 Grm. Weissbrod mit Butter, 90 Grm. rohe Ochsenmilz und soft 130 Grm. Milch. Er wog nun 3820 Grm. und wurde wieder ohne feste und flüssige Nahrung in den Observationskasten gesetzt. Abends $5\frac{1}{2}$ Uhr hatte er weder Harn noch Excremente entleert und wog nun 3800 Grm. Er hatte in den $6\frac{1}{2}$ Stunden also 20 Grm. durch Perspiration verloren. Am 27sten Morgens um $10\frac{1}{2}$ Uhr wog er 3650 Grm. Er hatte keinen Koth entleert, aber 92 Cem. Harn von 1050 spec. Gew. secernirt. Derselbe war hell, trübe, schwach alkalisch. Seit gestern Abend um $5\frac{1}{2}$ Uhr hatte er also 150 Grm. verloren, wovon 96,6 Grm. Harn und 53,4 Grm. durch Perspiration (in 17 Stunden). In den letzten 24 Stunden hatte er also, 73,4 Grm. durch Perspiratio insensibilis eingehäusst. Im 24ständigen Harn fanden sich 10,405 Grm. Harnstoff.

Darauf wurde er einige Tage lang sich selbst überlassen und befand sich ganz wohl.

4. Am 30. Mai wurden demselben Hunde zuerst 130 Ccm. Blut aus der Carotis entzogen; er war hiernach sehr matt geworden. Nachdem ihm noch 70 Ccm. aus beiden Carotiden entzogen waren, schien er tot zu sein. Cornea und Conjunctiva waren ganz unempfindlich, wie überall der ganze Körper; bei den Hinterbeinen aufgehoben, hing er schlaff nieder ohne die mindeste Bewegung; nur einzelne, mit langen Pausen auftretende krampfhaften Contractionen des Diaphragma wurden noch bemerkt. Es wurden ihm nun mittelst einer 32 Ccm. fassenden Spritze in 5 Portionen 148 Ccm. gequirtes Blut eines anderen Hundes in die Jugularvene injicirt. Er erholt sich danach vollständig und konnte schon sogleich nach Beendigung der Transfusion herumgehen, obgleich er natürlich sehr matt war. Noch am Abend war er matt, als er aus dem Observationskasten herausgenommen wurde; er suchte sogleich sein gewöhnliches Lager auf und widersetze sich, als man Miene machte, ihn wieder in den Observationskasten zu bringen. Am 31. Mai lief der Hund im Zimmer herum, war aber sehr scheu und wollte nicht fressen. Er wog 3500 Grm., während er nach Beendigung der Transfusion 3610 Grm. gewogen hatte. Der ihm durch Katheterismus entzogene Harn (30 Cem.) war, wie früher, schwach alkalisch und etwas trübe, aber enthielt weder Blut noch Eiweiss. Das specifische Gewicht desselben betrug 1043. Am 1. Juni schien das Thier munter zu sein. Er hatte sauren und klaren Harn nebst festen Exrementen entleert. Sein Gewicht war auf 3350 Grm. gesunken. Nachmittags frass er Fleisch nebst gekochtem Fisch und trank dazu. Abends war das Befinden unverändert. Am 2. Juni Morgens war der Zustand ganz anders geworden. Der Hund war sehr unruhig und lief wie toll im Zimmer herum. Der Schaum trat ihm vors Maul und den Schwanz hatte er zwischen den Beinen. Darauf versiel er in Convulsionen. Diese dauerten bis in die Nacht vom 3. bis 4. Juni fort. Das Thier lag auf der einen Seite und hielt die drei Extremitäten steif gestreckt, den Kopf stark

*) In allen Versuchen ist die Correction für Kochsalz vorgenommen worden.

hintenüber gebeugt und den Schwanz gehoben, während die rechte hintere Extremität immer wie beim Laufen bewegt wurde. Die Temperatur sank immer mehr und die Respiration wurde immer beschwerlicher. Es wurden in diesem Zustande c. 55 Ccm. Harn seernirt, der ein specifisches Gewicht von 1055 hatte, dabei alkalisch, dunkel und eisesshaltig war. Er starb am 4. Juni Morgens.

Bei der am 5. Juni vorgenommenen Section enthielt das Herz und die grossen Gefäße grosse und sehr feste faserstoffige Gerinnsel, welche aber sowohl im linken als im rechten Herzen so geordnet waren, dass die entfärbten Partien den obersten Platz einnahmen. Es waren, da das Thier auf der linken Seite gelegen hatte, diesem entsprechend die beiden Hohlvenen durch diese post mortem entstandenen Gerinnsel prall gefüllt und fest anzufühlen. Diejenigen Partien des Herzens und der grossen Gefäße, welche unten (links) gelegen hatten, enthielten sehr dunkles, fast flüssiges dunkelrothes Blut. Das Herz und die Lungen waren übrigens ganz gesund. Die Lungen waren schön hellroth und zeigten nirgends verdichtete Partien. Die Pulmonalarterie enthielt keine Gerinnsel, welche während des Lebens entstanden sein könnten. Der Magen und Darm war blass und enthielt vielen durch Galle stark gefärbten Schleim. Die Schleimhaut des Dünndarms und Dickdarms war überall blass und gesund, ebenso wie das Peritoneum. An der Magenschleimhaut fanden sich einige runde, ganz blasse Stellen, an welchen die Schleimhaut, wie durch ein Locheisen ausgeschlagen, zu fehlen schien. Die Leber, die Nieren und die Milz waren von völlig gesundem Aussehen; ebenso die Mesenterialdrüsen. Das Pankreas war etwas geröthet. Das Rückenmark war nebst seinen Häuten normal bis in die Gegend der Medulla oblongata. Hier waren aber die Häute sehr stark injicirt, besonders die Pia mater, und von blutig gefärbtem Serum ausgespannt. Auch die Häute des Hirns waren stark injicirt, besonders am Mensecephalon. Die Wunde am Halse war von einer weissen, bröckligen, käseartigen Masse angefüllt; die Nn. vagi waren in dieselbe eingepackt und ihre Stämme waren in der Gegend der Unterbindungsstellen der beiden Carotiden ganz dunkelroth. Es lässt sich diesem Sectionsresultate entnehmen, dass nicht etwa eine Zersetzung des Blutes, sondern Erkrankung des Nervensystems die Symptome und den Tod herbeigeführt hatte. Dieselbe könnte theils abhängen von der Unterbindung beider Carotiden, theils könnte sie von der Erkrankung der den Ligaturen anliegenden Enden der Vagusnerven ausgegangen sein.

5. Einem alten langbeinigen schwarzen Hund, der 9020 Grm. wog, wurden am 8. Juni 1861 190 Ccm. und am 9. Juni 200 Ccm. Blut entzogen. Er war nach diesem zweiten Aderlass sehr matt und traurig. Eine Stunde nach demselben wurden ihm 120 Ccm. gequiriles Blut eines anderen Hundes, auf 36° C. erwärmt, durch die Jugularvene injicirt. Er war danach offenbar sehr viel kräftiger und munterer geworden. Am Morgen des 10. Juni befand er sich vollkommen wohl und frass mit grossem Appetit.

Es wurden ihm nun wieder 140 Grm. Blut entzogen und dafür 120 Ccm. gequiriles Blut eines anderen Hundes durch die andere Jugularvene injicirt. Die durch den Aderlass entstandene Mattigkeit verlor sich durch die Transfusion so gleich und vollständig. Unmittelbar nach derselben frass er mit grossem Appetit

Brot und soff Wasser. Gleich danach machte er sich das Vergnügen nach den Fliegen zu schnappen, die im Zimmer umherflogen. Er wog jetzt nur 8520 Grm., hatte also seit dem 8. Juni 500 Grm. verloren; es waren ihm aber auch 290 Grm. Blut mehr entzogen als transfundirt. Bis zum 30. Juni blieb er vollkommen gesund und munter; die Beschaffenheit des Harns blieb normal und er behauptete sein Gewicht. Vor dem Fressen wog er am 11ten 8230 Grm., am 13ten 8250 Grm., am 14ten 8150 Grm., am 15ten 8320 Grm., am 30sten 8250 Grm. Nach dem Fressen wog er am 11ten 8550 Grm., am 26sten 8650 und am 29sten 8700 Grm.

6. Einem jungen weiblichen Hunde grosser Rasse, welcher am 8. Juni vor dem Fressen 9020, am 9. Juni nach dem Fressen 9950 Grm. wog, wurden am 9. Juni 200 Ccm. Blut entzogen und dafür wurden ihm 128 Ccm. gequirtes Blut des vorigen Hundes injicirt. Dieses Blut war dem anderen Hunde bereits vor 24 Stunden (am 8. Juni) entzogen worden, sogleich nachher aber mit dem Cylinder, worin es aufgefangen war, in Eis bis auf 0° abgekühlt gehalten; unmittelbar vor der Injection war dieses Blut dann auf 36° erwärmt worden. Unmittelbar nach der Operation war der Hund so munter wie vorher, nachdem der Aderlass ihn zuvor sehr geschwächt hatte. Er wurde in den Observationskasten gesetzt, nachdem er noch vor der Operation sehr stark gefressen hatte. Am folgenden Morgen befand er sich gleichfalls vollkommen wohl und frass mit grossem Appetit. Während der Nacht entleerte er 220 Ccm. Harn, der etwas alkalisch reagierte und ziemlich dunkel gefärbt war, jedoch weder Blut noch Eiweiss enthielt. Das spec. Gewicht derselben betrug 1037.

Es wurden ihm nun am 10. Juni wieder 160 Ccm. Blut entzogen. Dafür wurden ihm 152 Ccm. gequirtes, vom vorigen Tage her in Eis aufbewahrtes, nun aber auf 36° erwärmtes Blut des im vorigen Versuche besprochenen schwarzen Hundes in die rechte Jugularvene injicirt. Er befand sich danach vollkommen wohl und frass und soff unmittelbar nachher mit grossem Appetit. Er wog danach 10450 Grm., hatte also an Gewicht erheblich zugenommen. Er wog vor dem Fressen am 11ten 10520 Grm., am 13ten 10670 Grm., am 14ten 10350 Grm., am 15ten 10700 Grm., am 30sten 12430 Grm.; nach dem Fressen wog er am 11ten 11200 Grm., am 26sten 13170 Grm., am 29sten 14300 Grm. Er hatte also stetig und sehr erheblich an Gewicht zugenommen und war fortwährend sehr munter und gesund gewesen.

7. Am 30. Juni, da der sub 5 besprochene Hund 8250 Grm., der sub 6 besprochene 12430 Grm. wog (vor dem Fressen), wurde ein Bluttausch beider Thiere auf folgende Weise bewerkstelligt: Es wurde nämlich beiden Hunden abwechselnd ihr eigenes Blut aus der Art. cruralis entzogen und ihnen dafür gequirtes Blut des anderen Hundes in die Vena cruralis injicirt. Dieses wurde von 12½ Uhr bis 4½ Uhr in 4 Reprisen so ausgeführt, dass der schwarze, männliche, 8250 Grm. schwere Hund $3 \times 32 = 96$ Ccm.

$$5 \times 32 = 160 -$$

$$5 \times 32 = 160 -$$

$$\underline{5 \frac{1}{2} \times 32 = 176 -}$$

zusammen 592 Ccm. gequirtes Blut des braunen, jungen,

weiblichen Hundes erhielt, während letzterer $2 \times 32 = 64$ Ccm.

$$4\frac{1}{2} \times 32 = 144 -$$

$$4 \times 32 = 128 -$$

$$5\frac{1}{2} \times 32 = 184 -$$

zusammen 520 Ccm. gequirktes Blut

des erstgenannten älteren, schwarzen, männlichen Hundes bekam.

Beide Hunde hatten etwas mehr Blut verloren, als für die Transfusion in die Venen des anderen Thieres verwandt wurde; vom Blute des schwarzen Hundes waren 22,5 Grm., von dem des braunen 35 Grm. noch nach Beendigung der Transfusion übrig. Der schwarze Hund hatte also wenigstens 542,5 Ccm. Blut verloren, also 47,5 Ccm. weniger als er erhielt; der braune 627 Ccm., also 107 Ccm. mehr als er erhielt.

Nach beendigter Operation waren beide Thiere matt und steif in ihren Bewegungen, was sehr wohl auf Rechnung des langdauernden Anbindens in gezwungener Stellung, der Verwundung und der Angst gebracht werden konnte, zeigten aber sonst gar keine auffallenden Symptome. Auch während der Injectionen wurden nur unbedeutende Erscheinungen wahrgenommen, nämlich bisweilen abwechselnde Contraction und Dilatation der Pupillen, bei schnellem Injiciren Unruhe der Athembewegungen, und als das Blut kalt geworden war, Fröstein. Es waren nämlich bei diesen Versuchen gar keine Vorkehrungen getroffen, das Blut warm zu halten. Unmittelbar nach der Operation wollten die Thiere nicht fressen, aber schon um 8 Uhr Abends hatten sie nicht nur das ihnen vorher hingeworfene Futter verzehrt, sondern sie frasssen noch eine grosse Menge ihnen ferner dargebotenes Fleisch (vom Pansen eines Ochsen) und schien sich vollkommen wohl zu befinden. Auch an den folgenden Tagen befanden sie sich sehr wohl und frasssen mit grossem Appetit, besonders der junge Hund. Der von ihnen secernirte Harn war fortwährend nach der Operation klar, sauer, ohne Spur von Blut oder Eiweiss und überhaupt von normaler Beschaffenheit. Die Gewichtsverhältnisse stellten sich folgendermaassen: Der alte schwarze Hund, der vor der Operation 8250 Grm. gewogen hatte, wog gleich nach derselben 8170 Grm.; am 1. Juli nach dem Fressen 8020 Grm., am 2ten vor dem Fressen 7720 Grm., am 3ten vor dem Fressen 7775 Grm., am 4ten vor dem Fressen 7774 Grm., nach demselben 8190 Grm., am 7ten nach 36ständigem Hungern 7850 Grm. Der junge braune Hund, der vor der Transfusion 12430 Grm. wog, wog gleich nach derselben 12200 Grm.; am folgenden Tage (dem 1. Juli) nach dem Fressen 14450 Grm.; am 2. Juli vor dem Fressen 12760 Grm., am 3. Juli vor dem Fressen 13120 Grm., nach demselben 14000 Grm.; am 4. Juli vor dem Fressen 12650 Grm., nach demselben 14200 Grm.; am 7. Juli nach 36ständigem Hungern 12150 Grm. Es hatte also der Bluttausch das Wohlsein beider Hunde nicht gestört, und es war bei dem jungen Hunde nicht einmal die stetige Gewichtszunahme durch Wachsthum beeinträchtigt worden. Auch späterhin blieb ihr Wohlbefinden ungestört und am 13. August wog der junge braune weibliche Hund 16480 Grm. nach dem Fressen und am 15ten vor der Mahlzeit 15640 Grm. Der alte schwarze Hund wog nach dem Fressen am 13. August 8820 Grm. und am 15. August nüchtern 8490 Grm. Beide hatten also an Gewicht zugenommen.

Selbst bei einem ganz vollständigen Austausche des Blutes zweier etwa gleich grosser Hunde kann aber doch nur erreicht werden, dass etwa die Hälfte des Blutes eines jeden Hundes durch das Blut des anderen substituirt werde, während er immerhin die Hälfte seines eigenen Blutes bewahrt. Deshalb beschloss ich den Versuch so abzuändern, dass das Blut eines kleineren Hundes durch gequirtes Blut eines anderen oder mehrerer anderer grösserer Hunde verdrängt würde. Zugleich schien es aber für die bessere Beurtheilung der Rolle des fremden Blutes sehr wünschenswerth zu sein, dass Analysen der verschiedenen Blutarten neben den Transfusionen vorgenommen würden. Dieses geschah nun in den folgenden Versuchen. Dabei wurde der Faserstoffgehalt in folgender Weise bestimmt: Das in einem gewogenen Glase aufgefangene Blut wurde nach sicherem Verschluss des Glases stark und anhaltend geschüttelt, dann mit dem Glase gewogen und durch ein weisses Atlasfilter filtrirt. Der gesammelte Faserstoff wurde darauf mit Wasser ausgewaschen, bis er weiss war, auf dem Atlasfilter zwischen Fliesspapier ausgepresst, bis das Papier nicht mehr feucht wurde, und dann mit einer Mischung von Alkohol und Aether ausgekocht, vollkommen getrocknet und gewogen. Da es nur darauf ankam, das relative Verhältniss des Wasser- und Blutkörperchengehalts der verschiedenen Blutarten zu erfahren, konnte ich mich für diese Bestimmungen darauf beschränken, das specifische Gewicht des gequirten Blutes und des Serums zu bestimmen und die jedesmalige Differenz der specifischen Gewichte dieser Flüssigkeiten als relativen Ausdruck für den Reichthum des Blutes an Blutkörperchen zu benutzen. Für die Bestimmung des specifischen Gewichts des Serums und des gequirten Blutes bediene ich mich ganz kleiner Piknometer, die nur etwa 4 Gramm Blut fassen und welche immer sehr sorgfältig gereinigt werden, um das Adhären von Lüftbläschen zu verhindern. Nach Brücke's Angabe spüle ich dieselben zu dem Ende zuerst mit concentrirter Schwefelsäure aus und dann mit Alkohol, bis dieser nicht mehr sauer reagirt; dann wird das Glas getrocknet und nun legt sich das Blut oder Serum dem Glase ganz glatt an. Es versteht sich von selbst, dass man bei dem Einfüllen des gequirten Blutes einer-

seits dafür sorgen muss, dass die Blutkörperchen durch Schütteln gleichmässig vertheilt sind, andererseits aber auch, dass nicht durch zu starkes Schütteln Schaum gebildet werde. Die im gequirten Blute durch das Schütteln immerhin suspendirten Luftblasen entfernt man, indem man das Piknometer bei dem Eingiessen überfüllt und die nach oben steigenden Luftbläschen wegstreicht, bevor man den Stöpsel aufsetzt. Bei sorgfältiger Ausführung wiederholter Versuche mit demselben Blute erhält man Resultate, die bis auf kleine Abweichungen in den Decimalstellen übereinstimmen und durchaus nicht grössere Unübereinstimmung zeigen, als bei wiederholten Analysen desselben Blutes nach anderen Methoden. Bis auf die für Versuchsreihen zu mühsame, langsame und dadurch für solche Versuche wegen Mangels an Zeit unausführbare Zählmethode, liefern auch alle die andern Methoden ja eben nur relative Ausdrücke für die Blutkörperchenmenge. Ich habe unter denselben folgende vergleichend geprüft: 1) Die Methode der Blutkörperchenbestimmung aus der Differenz des festen Rückstandes des Serums und des gequirten Blutes; 2) aus der Differenz der Menge der Eiweissstoffe im Serum und im gequirten Blute; 3) aus einer bestimmten Färbung eines bestimmten Wasserquantums durch verschiedene Blutquanta; 4) aus der Differenz der specifischen Gewichte des Serums und des gequirten Blutes. Alle diese Methoden geben, sorgfältig ausgeführt, brauchbare Resultate, wenn man nur beabsichtigt, mehrere Blutproben bezüglich ihres Reichthums an Blutkörperchen mit einander zu vergleichen; denn es ist mir niemals vorgekommen, dass die eine Methode ein Puls, die andere ein Minus angegeben hätte, wenn die Differenzen über die Decimalstellen hinausgingen, also gross genug waren, um überhaupt in Betracht gezogen zu werden. Da man, wie gesagt, doch dabei auf die Bestimmung der absoluten Blutkörperchenmenge verzichten muss, kann man gern die bekannten, auf eine solche absolute Bestimmung dennoch ganz vergeblich hinzielenden Rechnungen unterlassen, indem diese den relativen Maassstab nur trüben, ohne den absoluten zu erreichen. Ich werde später bei Gelegenheit der Untersuchungen über die Blutmenge und über die Veränderungen des Blutes bei der Inanition auf diesen Punkt zurückkommen, und will hier nur noch ein Beispiel der Ver-

gleichbarkeit der drei Hauptmethoden der relativen Blutkörperchenbestimmung anführen, welches das Blut dreier junger Hunde betrifft, deren Ernährungsverhältnisse verschieden gewesen waren. Ich will sie als A, B und C bezeichnen und die Resultate tabellarisch zusammenstellen:

	A.	B.	C.
Specifisches Gewicht des Serums	1021,8	1020,08	1017,8
Specifisches Gewicht des gequirten Blutes	1033,06	1045	1035,4
Fester Rückstand in 1000 Th. Serum	63,061	55,39	48,26
Fester Rückstand in 1000 Th. gequirtes Blut	109,7	152,97	113,82
Differenz der specifischen Gewichte des Serums und des gequirten Blutes	11,26	24,92	17,6
Differenz der festen Rückstände in 1000 Theilen Serum und 1000 Theilen gequirtes Blut	46,64	97,58	65,56
Zur Erzielung einer gleichen Färbung gleicher Wassermengen verbrauchte Blutquanta in Grm.	0,3525	0,1625	0,237
Verhältniss der Blutkörperchenmenge in den Blutarten A, B und C, berechnet aus der Differenz der specifischen Gewichte	46,9	100	73,3
Verhältniss der Blutkörperchenmenge in den Blutarten A, B und C, berechnet aus der Differenz der festen Rückstände	47,8	100	67,2
Verhältniss der Blutkörperchenmenge in den Blutarten A, B und C, berechnet aus der Differenz der für gleiche Färbung gleicher Wassermengen verbrauchten Blutquanta	47,7	100	73,9

Es dürfte hiernach schon einleuchtend sein, dass die Bestimmungen der specifischen Gewichte des Serums und des gequirten Blutes für unseren Zweck hier genügend sind.

Die Versuche, die nun mit den oben angeführten Rücksichten ausgeführt wurden, waren folgende:

8. Ein kleiner, nur 2—3 Monate alter, langhaariger, weiblicher Hund, welcher am 13. August 1861 2620 Grm. wog, hatte, im Observationskasten eingesperrt, sehr getobt und gelärmt und sich gewaltig abgearbeitet. Am 15. August wog er nur 2460 Grm. Ich beabsichtigte nun das Blut dieses kleinen Hundes durch das Blut der beiden grossen, im vorigen Versuche verwandten Hunde zu verdrängen. Zu diesem Ende wurden ihm aus der Art. carotis 122,4 Ccm. Blut entzogen. Nach dieser für den kleinen Hund sehr starken Blutentziehung floss kein Blut mehr aus der geöffneten Carotis, das Thier bekam Krämpfe und war sehr matt. Als ihm aber $3 \times 32 = 96$ Ccm. gequirtes Blut vom schwarzen männlichen Hunde (Versuch 7) durch die Jugularvene injicirt wurde, erholt er sich völlig. — Gleich nachher wurden dem kleinen Hunde wieder 100 Ccm. Blut entzogen, wonach er noch mehr angegriffen war, als vorhin nach Entziehung der 122,4 Ccm. Während der Vorbereitungen zur Injection des fremden Blutes, worüber 5—10 Minuten vergingen, hörten unversehens die Athembewegungen ganz auf, und bevor nun die In-

jection vollzogen werden konnte, war auch die Empfindung und willkürliche Bewegung, sowie eine jede Spur von Reflexbewegungen, namentlich sowohl bei Berührung der Hornhaut als der Conjunctiva vollständig verschwunden. Der tote Hund wurde dessenungeachtet durch die Transfusion des gequirten Blutes vom schwarzen Hunde wieder zum Leben gebracht. Nach Injection der ersten 32 Ccm. stellten sich zuerst einzelne langsame und tiefe Atemzüge ein, die aber bald häufiger wurden; während der Injection der folgenden 32 Ccm. wurden die Atemzüge regelmässig, doch blieben sie anfangs noch sehr tief, so lange die Berührung der Hornhaut und Conjunctiva keine Bewegungen der Augenlider auslöste; darauf aber, gegen Ende der Injection dieser⁸ 32 Ccm. kehrten die Reflexbewegungen der Augenlider und die Empfindung wieder und zugleich wurden die Atemzüge sehr beschleunigt, unter Beibehaltung des regelmässigen Rhythmus. Es wurden ihm nunmehr noch 16 Ccm. erwärmtes gequirtes Blut des schwarzen Hundes in die Jugularvene eingeflossen und hiernach erfolgten auch wieder willkürliche Bewegungen. (Die zuerst injicirten $32 + 32 = 64$ Ccm. waren nicht erwärmt worden.) Für die ihm entzogenen $122,4 + 100 = 222,4$ Ccm. Blut hatte der Hund somit $96 + 80 = 176$ Ccm. wieder erhalten, also im Ganzen 46,4 Ccm. verloren. An festen Blutbestandtheilen hatte der Hund dabei jedoch kaum etwas eingebüßt, denn das ihm zuerst entzogene, ihm ursprünglich eigene Blut hatte, nachdem es gequirt war, nur ein spec. Gew. von 1041,7 und das spec. Gew. seines Serums betrug nur 1019, während das spec. Gew. des ihm eingeflossenen gequirten Blutes des schwarzen Hundes 1062,8 betrug. Dessenungeachtet war der kleine Hund sehr krank nach der Transfusion. Er war so matt, dass er nicht auf den Beinen stehen konnte und es stellte sich nach einiger Zeit Würgen (doch ohne Erbrechen) ein, wobei ihm eine dunkle, blutige, schaumige Flüssigkeit vors Maul trat. Es waren nunmehr etwa 2 Stunden seit Anfang des Versuchs verstrichen. $\frac{3}{4}$ Stunde nach der letzten Transfusion wurden ihm dann wieder 40 Ccm. Blut aus der Carotis entzogen und dafür 32 Ccm. gequirtes Blut des grossen, braunen weiblichen Hundes, das vorher erwärmt war und dessen spec. Gew. 1052 betrug, durch die Jugularvene injicirt. Während der Injection war die Respiration sehr beschleunigt und es floss ihm danach eine braun-rothe Flüssigkeit aus dem Maul. Auch aus dem After wurde mit Blut tingirter Schleim entleert. Mit Rücksicht auf den schlechten Zustand des Thieres, das ganz still, ziemlich schnell respirirend dalag, wurden weitere Operationen einstweilen eingestellt. Um $1\frac{1}{2}$ Uhr erbrach es eine beträchtliche Menge einer blutig gefärbten Flüssigkeit.

Um $2\frac{1}{2}$ Uhr hatte sich der Zustand merklich gebessert, obgleich die willkürlichen Bewegungen noch sehr matt waren. Es wurden ihm nun nochmals (zum 4ten Male) aus der Carotis 63,4 Ccm. Blut entzogen und dafür 32 Ccm. gequirtes Blut injicirt. Es trat danach aber Erbrechen schwarzer blutiger Massen auf, die Respiration wurde langsam und unregelmässig, die Hornhaut wurde unempfindlich, die Herzbewegungen sehr schwach und um 3 Uhr erfolgt der Tod.

Das Blut des kleinen Hundes hatte durch die Operationen folgende Veränderungen der Zusammensetzung erfahren: Das ursprüngliche Blut enthielt in 1000 Theilen 151,5 pr. m. feste Theile und 2,666 pr. m. Fibrin. Das spec. Gewicht des gequirten Blutes betrug 1041,7, das des Serums 1019, die durch die Blut-

körperchen bedingte Differenz der spec. Gewichte des gequirten Blutes und des Serums also 22,7. Das bei der 2ten Blutentziehung ihm entnommene Blut enthielt 212 pr. m. feste Theile und 0,108 pr. m. Fibrin; das spec. Gewicht des gequirten Blutes betrug 1057,6. In der letzten Portion des derselben entzogenen Blutes waren 222 pr. m. feste Theile und es enthielt 0,71 pr. m. Fibrin. Das spec. Gewicht des gequirten Blutes betrug 1059,5.

Bei Berücksichtigung der früheren Erfahrungen schien es mir nun sehr wahrscheinlich zu sein, dass die höchst bedenklichen, mit dem Tode endigenden Erscheinungen, die Entleerungen blutiger Flüssigkeiten aus Schnauze, Maul und After inbegriffen, nur in Folge der ausserordentlich heftigen Erschütterungen des Nervensystems eingetreten seien, dessen Functionen wiederholt ganz oder fast ganz durch die Blutentziehungen aufgehoben und durch die Transfusionen wieder hergestellt waren. Diese Erschütterungen mussten um so heftiger wirken, als das Thier sehr jung war und sich durch das Toben, während es im Kasten eingesperrt war, sehr abgearbeitet hatte. Die Blutungen könnten dann ihre Erklärung finden durch eine, in Folge der Störungen der Herzthätigkeit eingetretene höhere Spannung des Blutes im Venensystem. Wenn nämlich der Blutdruck in den Arterien durch die Schwäche der Herzthätigkeit sinkt, so muss er, indem er sich gleichmässiger auf das ganze Gefäßsystem verbreitet (als Druck des ruhenden Blutes) in den Venen steigen, und wenn dann ab und zu die Herzthätigkeit vorübergehend energischer wird, muss auch in den Capillaren der Druck über das gewöhnliche Maass steigen; da alsdann nahezu die gewöhnliche Blutmenge in dieselben aus den Arterien einströmt, während der erhöhte Venendruck dem Abfliessen hinderlich ist.

Diese Betrachtungen veranlassten mich, den Versuch so zu modifiziren, dass ich die starken Erschütterungen des Nervensystems durch die übermässigen Blutentziehungen vermeid und den Bluttausch durch oft wiederholte kleinere Dosen zu bewerkstelligen suchte.

9. Am 18. August 1861 wurde ein dem im vorigen Versuche ganz gleiches, weibliches, ebenfalls 2—3 Monate altes Hündchen von derselben Mutter, das ebenfalls 24 Stunden lang im Observationskasten gesessen und hier sehr getobt hatte, zum Versuche verwandt. Es wurde ihm 5mal nacheinander aus der einen Carotis Blut in mässiger Quantität entzogen und jedesmal unmittelbar danach gequirtes Blut eines anderen Hundes in die Jugularvene injicirt. Die numerischen Resultate dieses Experiments habe ich in folgender Tabelle zusammengestellt, welche zugleich die Veränderungen der Zusammensetzung des Blutes überblicken lässt:

Das fremde Leibnitrat Blut rührte von den grossen, jungen, weiblichen Hunde her, welcher in Versuch 6 und 7 gesprochen worden ist.

Es trat während dieser Operationen keine merkliche Störung des Wohlbefindens bei dem Hunde ein. Nach der dritten Transfusion hatte er jedoch eine halbfüssige durch Galle braun gefärbte Kothentleerung. Letztere wiederholte sich nach gänzlicher Beendigung des Versuchs und es war der entleerte Koth nicht nur flüssig, sondern auch blutig gefärbt. Abgesehen hiervon blieb er aber fortwährend vollkommen munter und schien sich in jeder Beziehung wohl zu befinden. In den Observationskästen gesetzt, verhielt er sich, so lange es Tag war, ziemlich ruhig, Abends soff er Milch und während der Nacht lärmte und tobte er, wie Nachts vorher, bevor ihm etwas geschehen war, um aus dem Kasten befreit zu werden. Auch am folgenden Tage war er ganz munter. Während seines nächtlichen Aufenthalts im Kasten hatte er 117 Cem. Harn und 17 Grm. ziemlich flüssige Excremente entleert. Der Harn war dunkel gefärbt, enthielt ein wenig Blut und reagirte alkalisch. Er war reich an Harnstoff und hatte ein spec. Gewicht von 1048. Der gleich nachher, am Morgen des 19. August entleerte Harn war sauer, klar und enthielt keine Spur von Blut oder Eiweiss.

Unsere Vermuthung, dass der im vorigen Versuche beobachtete unglückliche Ausgang nicht etwa durch irgend welche Zersetzung des massenhaft übergeführten defibrinirten Blutes eines anderen Hundes herbeigeführt, sondern nur dadurch bewirkt war, dass auf einmal zu viel Blut entzogen wurde, wodurch die Ernährung des Nervensystems so gestört wurde, dass es sich später, trotz der Gegenwart einer reichlichen Menge functionsfähigen Blutes, nicht wieder erholen konnte, war durch diesen Versuch glänzend bestätigt worden. Denn diesmal war einem ebenso kleinen Hunde noch mehr Blut allmälig entzogen und durch gequirtes Blut eines anderen Hundes ersetzt worden, ohne dass irgend ein bedenkliches Symptom aufgetreten wäre. Nur unbedeutende Unregelmässigkeiten in den Verhältnissen des Blutdruckes waren während der Operationen nicht ausgeblieben, und ihnen glaube ich, wie im vorigen Falle, die ganz vorübergehende blutige Beschaffenheit der Excremente und des Harnes zuschreiben zu müssen. Die nähere Be trachtung der numerischen Resultate, welche in vorstehender Tabelle zusammengestellt sind, bietet mehrere bemerkenswerthe Verhältnisse dar. Während der $2\frac{1}{2}$ stündigen Dauer des Versuches hatte der Hund 90 Grm. an Gewicht verloren, wovon 29,23 Grm. auf Rechnung des ihm mehr entzogenen als transfundirten Blutes kommen, der Rest auf die Perspiration, Koth- und Harnentleerung. Seine Blutmenge war nach der 2. Transfusion um etwa 8 Grm. über die

Norm gestiegen und nach der 5. Einspritzung um reichlich 29 Grm. unter die Norm gesunken. Nach den respectiven Blutentziehungen war aber die restirende Blutmengen für kurze Zeit allerdings noch tiefer gesunken, am tiefsten nach der 4ten, wo ihm unserer obigen Annahme zufolge nur noch 86,42 Grm. Blut verblieben waren, bis ihm das neue Blut hinzugegeben wurde. Diese Schwankungen der Blutmengen und die in Folge derselben aufgetretenen Schwankungen des Blutdruckes könnten nicht ohne Wirkung bleiben auf die von der Aufsaugung und dem Lymphstrom abhängige Zufuhr von Flüssigkeit zum Blut. Man findet einen Ausdruck hierfür in den Fibrinbestimmungen, wenn man einerseits die Fibrinmengen berechnet, welche mit dem ursprünglichen 2,4 pr. m. haltigen Blute zurückbleiben mussten, und andererseits die wirklich entleerten und zurückgebliebenen Mengen dieses Stoffes damit vergleicht. Durch die 1. Blutentziehung wurden nämlich 0,156 Grm. Fibrin entfernt; von den ursprünglich wahrscheinlich etwa vorhandenen 0,436 Grm. restirten also 0,280 Grm. in 117,05 Grm. Blut. Diese Blutmengen wurde dann durch Transfusion gequirten Blutes auf 183,99 Grm. gebracht und diese sollten nun also auch 0,280 Grm. Fibrin enthalten. Durch die 2. Blutentziehung wurden von diesen 183,99 Grm. Blut 60,9 Grm. mit 0,103 Grm. Fibrin entleert; in den restirenden 123,09 Grm. Blut würden also 0,209 Grm. Fibrin zurückgeblieben sein, und im Ganzen würde das Blut also vor der 2. Blutentziehung 0,312 anstatt 0,280 Grm. Fibrin enthalten haben. Es würden also zwischen der 1. und 2. Blutentziehung 0,032 Grm. Fibrin dem Blute mit dem Lymphstrom zugeführt oder auch im Blute gebildet worden sein. Durch die 3. Blutentziehung wurden von den da vorhandenen 190,3 Grm. Blut 83,9 Grm. mit 0,069 Grm. Fibrin entleert. Von den 0,209 Grm. des nach der 2. Blutentziehung vorhandenen Fibrins sollten also nach der 3. Blutentziehung oder vor der 4ten 0,140 Grm. Fibrin restiren; da aber von jenen 190,3 Grm. 106,4 Grm. mit 0,088 Grm. Fibrin zurückgeblieben sein müssten, waren also 0,157 anstatt 0,140 Grm. Fibrin vorhanden, und es mussten mithin zwischen der 2. und 3. Blutentziehung 0,017 Grm. Fibrin dem Blute zugeführt sein. Waren dann vor der 4. Blutentziehung 0,157 Grm. Fibrin in 173,07 Blut vor-

handen und wurden davon 0,064 Grm. in 86,65 Grm. Blut entleert, so sollten 0,093 Grm. Fibrin restiren. Da aber in den restirenden 86,46 Grm. Blut 0,064 Grm. Fibrin vorhanden sein mussten, so würde also nach der 4. Blutentziehung wirklich 0,128 anstatt 0,093 Grm. Fibrin vorhanden gewesen, also zwischen der 3. und 4. Blutentziehung 0,035 Grm. Fibrin dem Blute zugeführt sein. Dass zwischen der 2. und 3. Blutentziehung dem Blute weniger Faserstoff neu zugeführt worden war, als zwischen der 1. und 2. und zwischen der 3. und 4. Blutentziehung würde dadurch erklärt werden können, dass die Blutmenge nach der 2. Transfusion höher war (190 Grm.) und durch die 2. Blutentziehung weniger tief sank (auf 123) als bei den anderen Versuchen, indem anzunehmen ist, dass sich um so mehr Lymphe in das Blut ergossen haben wird, je geringer der Blutdruck geworden.

Die Veränderungen des spezifischen Gewichts des gequirten Blutes verdienen in dieser Beziehung ebenfalls Beachtung. Man müsste nämlich erwarten, dass dasselbe in den folgenden Portionen immer höher würde, da das transfundirte gequirte Blut des anderen Hundes ein spezifisches Gewicht von 1045,9 hatte, während das ursprüngliche gequirte Blut unseres Hundes nur 1041 gezeigt hatte. In der That war nun allerdings auch das bei der 2. Blutentziehung gewonnene gequirte Blut etwas schwerer (1042,2), und das bei der 3. Blutentziehung erhaltene war noch etwas schwerer geworden (1042,4), aber diese Zunahmen waren offenbar geringer, als sie es hätten sein müssen, wenn das Blut nicht anderweitig verdünnt worden wäre. Ganz evident war aber diese anderweitige Verdünnung bei der 4. Blutentziehung, bei welcher das spezifische Gewicht des gequirten Blutes, anstatt höher, merklich niedriger gefunden wurde, als bei der vorhergehenden Blutentziehung, ja selbst niedriger als bei dem ursprünglichen Blute. Es war also offenbar die Zufuhr der verdünnenden Flüssigkeit zwischen der 3. und 4. Blutentziehung stärker gewesen, als vorhin, und aus dem Obigen geht hervor, dass neben dieser Verdünnung dem Blute auch 0,035 Grm. Faserstoff zugeführt worden war. Hieraus folgt, dass sich in der That während der $2\frac{1}{2}$ stündigen Dauer des Versuches ein merkliches Quantum faserstoffhaltiger Lymphe in die Blutgefässe hinein

ergossen hatte, und zwar mehr, als durch Exosmose in der gleichen Zeit aus denselben entfernt worden war. Hieraus folgt nun aber wiederum, dass die in der Tabelle angegebenen Veränderungen der Blutmengen nicht ganz streng richtig sind, sondern dass die Schwankungen in der That wahrscheinlich geringer waren, als sie in der Uebersicht erscheinen. Dennoch wird hierdurch aber die Gültigkeit der Berechnungen über die Reduktion des Quantums des ursprünglichen Blutes nicht wesentlich alterirt; denn wenn man annimmt, dass die normale Blutmenge 182 Grm. sich jedesmal vor der neuen Blutentziehung vollständig wiederhergestellt hätte, so ergeben sich doch ganz entsprechende Zahlen, nämlich 77,9 anstatt 77,22, 42 anstatt 43,12, 22 anstatt 21,6 und 18 anstatt 16,82 Grm. Demnach ist jedenfalls von dem ursprünglichen Blute nur etwas über 9 pro Cent. nach Beendigung des Versuches dem Thiere verblieben, immer vorausgesetzt, dass die Blutmenge ursprünglich $\frac{1}{18}$ des Körpergewichts betrug.

10. Am 20. August wurde der so eben beschriebene Versuch mit demselben Hunde wiederholt. Derselbe hatte seitdem durchaus keine abnorme Erscheinung dargeboten und war so munter wie vor dem ersten Versuche. Am 19ten wog er vor dem Fressen 2350 Grm., nach demselben 2450 Grm. Am 20sten vor dem Fressen 2210 Grm., nach demselben 2400 Grm. Das Blut wurde ihm nunmehr, in ähnlichen Portionen wie bei dem vorigen Versuche, aus der Art. carotis entzogen und das gequirte Blut eines anderen Hundes jedesmal gleich nachher durch die Cruralvene injicirt. Die numerischen Resultate dieses Experiments übersicht man in folgender Tabelle:

Gewicht des Hundes.	A.		B.		Injizierte Blutmenge.	Menge des ursprünglichen Blutes unter der Annahme A.	Specific. Gewicht des gequirten Blutes.	Specific. Gewicht des Serums.	Differenz.	Fibrin menge u. s. w.
	Blutm. ohne Rücksicht auf ihre Veränderung d. Vers.	Blutm., unter der Annahme, dass sie zu Anfang d. Vers. die norm. Höhe v. 182 Grm. wiederrerreicht hatte, während d. Vers. aber nicht durch Endos- u. Eos- mose verändert wurde.	Grm.	Grm.						
Den 20. August. 2400 nach d. Fressen.	2210 vor 152,77	182	—	—	16,82	20,04				
1te Portion Dafür	— 161,15	190,38	59,1	— 67,48	10,32	13,533 (1054,39*)	1036,5 (1054,39*)	1017,1	19,4	2,528
2te Portion Dafür	— 170,43	199,66	58,2	— 67,48	6,60	9,403 (1054,39*)	1040 (1054,39*)	1019,2	20,8	0,56
3te Portion Dafür	— 166,09	196,32	70,82	— 67,48	3,86	6,069 (1054,39*)	1044,7 (1054,39*)	1020,4	24,3	0,51
4te Portion Dafür	— 140,75	169,92	76,95	— 50,61	2,09	3,439 (1054,39*)	1046,4 (1054,39*)	1020,2	26,2	0,34
Endresultat	— 140,75	169,92	265,07	253,05	2,09 od. 1,14 $\frac{1}{2}$	3,433 od. 1,88 $\frac{1}{2}$				

* Das zur Transfusion benutzte gequirte Blut war dem alten schwarzen, männlichen Hund entzogen worden, der bei dem 5ten und 7ten Versuch benutzt worden war. Derselbe hatte sich seit dem letzten Bluttausehle, am 30. Juni, vollkommen wohl befunden. Nach Injektion der 3ten Portion war das dem schwarzen Hund zuerst entzogene Blut verbraucht worden und es musste eine zweite Blutentziehung bei denselben aus der Cruralarterie vorgenommen werden. Es konnten hierbei nur noch 60 Ccm. gewonnen werden, wenn man ihn nicht tödten wollte. Er war hiernach so schwach, dass er nur mit Mühe stehen konnte und beim Gehen stark taumelte. Der am 18. August benutzte braune Hund war nach seinem Blutverluste so schwach, dass er jetzt noch nicht wieder Blut hergeben konnte.

Es traten während des ganzen Versuchs, der diesmal in etwa 1½ Stunden beendigt wurde, gar keine krankhaften Erscheinungen auf und unmittelbar nachher lief der Hund sehr behende und munter im Zimmer herum, soff Milch und frass rohe Lunge. Er war nur etwas scheu geworden und lärmte nicht mehr so wie vorher. Auch am folgenden Tage befand er sich ganz wohl, nur dass die Wunden am Halse und in der Leistengegend ihn natürlich etwas genirten. Am nächstfolgenden Tage, dem 22sten, war sein Wohlbefinden unverändert; die Wunde in der Leistengegend genirte ihn aber offenbar mehr, als die am Halse. Sein Gewicht, das vom 18. bis zum 20. August etwas abgenommen hatte, wahrscheinlich weil die Einsperrung im Observationskasten, wie gewöhnlich bei Hunden, seinen Appetit herabgesetzt hatte, nahm in den folgenden Tagen eher zu als ab, indem er am 21. August Vormittags vor dem Fressen 2290, nach demselben 2470 Grm. wog. Der Harn, den er diesmal nach dem Versuch gelassen hatte, war immer klar geblieben und hatte (auch nicht vorübergehend) weder Blut noch Eiweiss enthalten. Auch die Excremente verblieben von normaler Färbung, aber der Genuss der Milch machte sie wiederum dünnflüssig. Am Nachmittage des 21sten wog er nach dem Fressen 2600 Grm., am 22sten nach dem Fressen 2480 Grm. und am 23sten vor dem Fressen 2300 Grm., nach demselben 2520 Grm. Er hatte somit nicht an Gewicht verloren und sein Wohlbefinden war vollkommen ungestört geblieben; auch die Wunden heilten gut.

Berücksichtigt man, dass durch diesen Versuch das dem Hunde ursprünglich eigenthümliche Blut bis auf 2 oder wenigstens bis auf $3\frac{1}{2}$ Grm. entfernt und durch das Blut eines anderen Hundes ersetzt worden war *), so ist es bei der unveränderten Weise, in welcher alle Functionen dessenungeachtet vollzogen wurden, klar, dass das fremde Blut in seinem Körper functioniren musste, als ob es sein eigenes wäre; denn Niemand wird wohl meinen, dass ein Thier, dem nur 1,14—1,88 pro Cent. functionsfähiges Blut verblieben wäre, so in normaler Weise fortleben könnte, als wäre ihm gar Nichts geschehen. — Bezuglich der während des Versuches wahrgenommenen Veränderungen des Blutes ist hier nur die sehr starke Abnahme des Faserstoffgehalts von der 1. bis zur 2. Bluentziehung auffallend. Wenn das Thier in 182 Grm. Blut 0,460 Grm. Fibrin enthielt, so sollten nach Entziehung von 59,1 Grm. Blut noch 0,320 Grm. zurückbleiben, die dann auf 190 Grm. Blut

*) Ich bin hierbei, wie gesagt, immer von der Voraussetzung ausgegangen, dass die Blutmenge normal $\frac{1}{3}$ des Körnergewichts ausmacht. Dass diese Voraussetzung nicht weit von der Wahrheit abweichen kann, geht aus der folgenden Untersuchung über die Mengenverhältnisse des Blutes hervor.

vertheilt, bei dem 2. Aderlass einen Faserstoffgehalt von 1,68 pro mille erwarten liessen, anstatt der gefunden 0,56 p. m. Es scheint demnach, dass inzwischen Faserstoff aus dem Blute verschwunden ist, oder dass das defibrinierte Blut sich noch nicht vollständig mit dem übrigen Blute vermischt hat. Bei den folgenden Blutentziehungen wird dagegen dieselbe langsame Abnahme des Faserstoffgehalts beobachtet, die im vorigen Versuche uns zu der Annahme nöthigte, dass während des Versuches namhafte Fibrinmengen mit der Lymphe dem Blute zugeführt worden wären. Das starke Steigen des specifischen Gewichtes des gequirten Blutes, die schwächere Zunahme des specifischen Gewichtes des Serums und die aus der Differenz erkennbare starke Zunahme der Blutkörperchen erklärt sich vollkommen aus dem hohen specifischen Gewichte des zur Transfusion verwandten gequirten Blutes des alten Hundes.

Dieser Versuch ist aber besonders darum von Interesse, weil er die Veränderungen zeigt, welche das Blut vom 18. bis zum 20. August erlitten hatte. Dieselben betrafen 1) den Faserstoffgehalt, 2) den Gehalt des Serums an Wasser und festen Theilen und 3) den Gehalt an Blutkörperchen.

Am 18. August war der Fibringehalt des Blutes bei der 4. Blutentziehung auf 0,745 pro mille reducirt. Am 20sten enthielt die erste Portion des entleerten Blutes 2,528 pro mille, also selbst ein klein wenig mehr als in der 1. Portion des am 18ten entleerten Blutes (2,4 pr. m.). Es hatte sich mithin der normale Fibringehalt im Laufe der beiden Tage vollständig wieder hergestellt, ohne dass dabei das Wohlbefinden des Thieres irgend gestört gewesen wäre. Die Abwesenheit des Faserstoffs im gequirten Blute bei Anwendung desselben bei der Transfusion für Heilzwecke erscheint hiernach ganz unbedenklich.

Für die Zusammensetzung des Serums haben wir einen allerdings etwas unvollkommenen Ausdruck im specifischen Gewichte des Serums. Für die Beurtheilung des Wassergehaltes des Serums dürfte dieser Ausdruck indess ziemlich genügen, wie hierauf bezügliche Versuche von Nasse und von mir darthun. In der letzten Portion des am 18ten entleerten Blutes hatte das Serum ein spec. Gewicht von 1020,4, in der 1. Portion des am 20sten

demselben entzogenen Blutes zeigte das Serum ein specifisches Gewicht von 1017,1. Es hätte hiernach der Gehalt desselben an festen Theilen erheblich abgenommen, oder es wäre, wie man auch sagen kann, der Gehalt an Wasser grösser geworden. Dieses erklärt sich leicht daraus, dass dem Thier am 18ten in Summa ein grösseres Quantum Blut entzogen, als injicirt wurde; denn es hatte 330,8 Grm. verloren und nur 301,3 Grm. wieder bekommen, oder es war sein Blutquantum, 182 Grm. als das ursprüngliche Quantum angenommen, auf 152,77 Grm. gesunken.

Die als Ausdruck für die Blutkörperchenmenge dienende Differenz der specifischen Gewichte des gequirten Blutes und des Serums betrug am 18. August in der 4. Portion des entleerten Blutes 19,4 und in der 1. Portion des am 20. August entleerten Blutes ebenfalls 19,4. Es würde sich demnach der Blutkörperchengehalt im Laufe der beiden Tage gar nicht geändert haben. Die Veränderung des Blutes, welche dadurch erkannt wird, dass das specifische Gewicht des Serums am 18ten in der 4. und 5. Portion des entleerten Blutes 1020,4, am 20sten in der 1. Portion 1017,1 betrug, während das specifische Gewicht des gequirten Blutes in der 4. Portion des am 18ten entleerten Blutes 1039,8 betrug, in der 1. Portion des am 20sten entleerten Blutes nur 1036,5, würde demnach nur von einer Verdünnung des Serums abhängen. Hierbei ist freilich zu bemerken, dass das Blut noch am 18ten in seiner Zusammensetzung dadurch verändert wurde, dass die 4. Portion gequirten Blutes injicirt, die 5. Portion ihm entzogen und dafür die 5. Portion gequirten Blutes ihm wieder injicirt wurde. Dieser Umstand kann aber die Schlussfolgerung, dass vom 18ten bis zum 20sten keine irgend bemerkenswerthe Decomposition der transplantirten fremden Blutkörperchen stattgehabt habe, nicht wesentlich alteriren. Denn das am 18ten zur Transfusion in der 4. und 5. Portion benutzte gequirte Blut war dasselbe, das für die Transfusion der 1., 2. und 3. Portion benutzt wurde, und durch welches das specifische Gewicht des Serums von 1019,2 auf 1019,9, 1020,1 und 1020,4 stieg, während das specifische Gewicht des gequirten Blutes zuerst von 1041 auf 1042,2 und dann auf 1042,4 stieg, dann wieder auf 1039,8 sank. Die

Differenz der specifischen Gewichte des Serums und des gequirlten Blutes war dabei von 21,8 zuerst auf 22,3 gestiegen und dann auf 19,4 gesunken. Hieraus folgt, dass das zur Transfusion benutzte gequirlte Blut ein etwas concentrirteres Serum hatte und an Blutkörperchen ein wenig reicher war, als das ursprüngliche Blut des Thieres, dass diese Unterschiede aber nur gering waren, und dass also ein irgend massenhaftes Zugrundegehen der transplantirten Blutkörperchen vom 18. bis zum 20. August nicht stattgehabt haben kann. Dieses wird besonders bemerkenswerth, wenn man berücksichtigt, dass das Thier am Ende des Versuches nur 2,09 bis 3,439 Grm. oder 1,14—1,88 pCt. seines ursprünglichen Blutes besass, und seinen Haushalt somit wesentlich mit dem fremden, in gequirltem Zustande transfundirten Blute besorgte, von welchem am Schlusse des Versuches etwa 166,481 Grm. in seinem Körper circulirten.

11. Am 23. August wurden die am 18. und am 20. August vorgenommenen Operationen mit demselben kleinen Hunde, der sich mittlerweile, wie bereits oben bemerkt wurde, ganz wohl befunden hatte, wiederholt, indem dabei die Arteria und Vena cruralis der anderen Seite benutzt wurde. Die numerischen Resultate dieser dritten Transfusionsreihe übersieht man in folgender Tabelle:

	Gewicht des Hundes. Grm.	A. Blutmenge ohne Rücksicht auf ihre Veränderung durch Endosmose seit dem 18. und 20. August und während des Versuchs.	B. Blutmenge, unter der An- nahme, dass sie zu Anfang des Versuches die normale Höhe von 182 Grm. wieder erreicht hatte, während des Versuchs aber nicht durch Endo- und Exosmose verändert wurde.	Entzog Blutme.
Am 21. August	{ 2290 vor 2470 nach dem Fressen, später 2600.			
Am 22. August	2480 nach dem Fressen.			
Am 23. August	{ 2300 vor 2520 nach dem Fressen.	140,75	182	—
1ste Portion Dafür	—	141,21	182,46	66, —
2te Portion Dafür	—	127,57	168,82	80, —
3te Portion Dafür	—	129,33	170,58	64, —
4te Portion Dafür	—	139,09	180,34	56, —
Endresultat	—	—	—	267,

Am 24. August wog der Hund 2250 Grm. vor, 2320 Grm. nach dem Fressen

- 25.	-	-	2200	-	-	2290	-	-
- 26.	-	-	2170	-	-	2290	-	-
- 27.	-	-	2160	-	-			

(Amputation) - 2050 - - 2150 - - -

Das Bein wog 44,5 -

Am 28. August wog der Hund 2104 Grm.; nach Abzug des Darminhalts 1958 Grm.; das Bein mit 44,5 Grm. giebt 2002,5 Grm. Durch Ausfliessen und Ausstrei
ohne Auswaschen wurden 153,2 Grm. Blut gewonnen. $\frac{153,2}{1958,0} = \frac{10}{127}$ des Kör
gewichts. Das Blut hatte, gequirlt, ein spec. Gewicht von 1028,2; das spec.
gewicht des Serums war = 1020,8, die Differenz also nur 7,4. Die Fibrinm
betrug 4,53 pro mille. — 1000 Theile des gequirlten Blutes hinterliessen 10
Theile festen Rückstand; 1000 Theile Serum 67,5 Theile festen Rückstand.

Injicirte Blutmenge. Grm.	Menge des ursprüng- lichen Blu- tes unter der An- nahme A. Grm.	Menge des ursprüng- lichen Blu- tes unter der An- nahme B. Grm.	Specificisches Gewicht des gequirlten Blutes.	Specificisches Gewicht des Serums.	Differenz des spec. Gewichts als Aus- druck für die relative Menge der Blutkörper- perchen.	Fibrin- menge pr. m.
—	2,09	3,68				
66,56	—	—	1043,8 (1040 *)	1019,9 (1023,6 *)	23,9 (16,4 *)	2,57
66,56	—	—	1043,2 (1040 *)	1021,4 (1023,6 *)	21,8 (16,4 *)	1,869
66,40	—	—	1040,9 (1037,5 **)	1021,3 (1023,4 **)	19,6 (14,1 **)	1,179
66,40	—	—	1037,5 (1037,5)	1021,1 (1023,4)	16,4 (14,1)	0,47
265,92	0,139 Grm. od. 0,076 g.	0,548 Grm. od. 0,3 g.				

*) Das bei den beiden ersten Transfusionen benutzte gequirlte Blut war dem grossen, jungen, braunen Hunde entzogen worden, der schon in Versuch 6 und 7 besprochen wurde und der am 18. August über 300 Grm. Blut hergegeben hatte, dessen spezifisches Gewicht damals nach dem Quirlen 1045,9 betrug.

**) Das Blut, das bei den letzten Transfusionen benutzt wurde, war demselben Hunde später entzogen worden, da er jetzt nicht mehr vertragen konnte, auf einmal so viel Blut zu verlieren. Es war dabei die Menge der Blutkörperchen bei der letzten Blutentziehung merklich geringer als bei der ersten, während das Serum sein spezifisches Gewicht so ziemlich behauptet hatte.

Es war die Operation diesmal sehr schmerhaft und das Thier war nach der 3ten Transfusion etwas schwach geworden. Dieses hatte seinen Grund darin, dass ein Ast des N. cruralis aus Versehen mit in die Ligatur gefasst worden war; denn als er aus derselben entfernt war, hörten diese Erscheinungen sogleich auf. Uebrigens traten während der Operation gar keine bedenklichen Erscheinungen auf und unmittelbar nach Beendigung des ganzen Versuches lief der Hund munter im Zimmer umher und soff Milch, als diese ihm geboten wurde. Auch am folgenden Tage zeigte das Thier durchaus nichts Auffallendes, nur war sein Appetit etwas geringer als früher. Am 25sten fieberte es und die Wunde schmerzte sehr; das Gewicht war etwas, doch nicht bedeutend gesunken. Am 26sten war der Schenkel sehr schmerhaft und wurde beim Umherlaufen in die Höhe gehoben. Der Appetit war gering und das Thier wollte am liebsten liegen. Am 27sten war der ganze Schenkel und Fuss sehr geschwollen und höchst schmerhaft. Am unteren Ende des Unterschenkels wurde eine Solutio continuatis und bei Bewegung Reibung zweier Knochenenden gegen einander bemerkt. Durch einen Einschnitt am Unterschenkel wurde viel Eiter entleert und in der Tiefe ein entblösster Knochen mittelst der Sonde gefühlt. Es wurde nunmehr die Extremität in der Mitte des Unterschenkels amputirt, wobei nur sehr wenig Blut verloren ging. Vor der Amputation wog das Thier 2160 Grm., nach derselben 2050 Grm. Das amputirte Bein wog 44,5 Grm.; die übrigen 65,5 Grm. kamen fast ganz auf Rechnung des ausgeflossenen Eiters. Bei der Untersuchung fand sich, dass das Fussgelenk zerstört und dass die unteren Hälften der Tibia und Fibula vom Periost entblösst, von Eiter umgeben waren. Es war somit eine weit verbreitete Nekrose der Unterschenkelknochen mit Entzündung der umliegenden Theile die Ursache der Erscheinungen gewesen. Nach der Amputation schien der Hund sich viel besser zu befinden als vorher und er verzehrte 100 Grm. Fleisch und Milch. — Am folgenden Tage, den 28. August, hatte die Wunde ein gutes Aussehen und der Hund lief munter auf seinen drei Beinen umher. Nachdem er normalen Harn entleert hatte, wog er 2104 Grm. Da ich nun den Versuch wegen einer längeren Reise beenden musste, tödte ich das Thier, indem ich ihm aus der Art. carotis und der V. jugularis das Blut abfliessen liess. Als das Blut nicht mehr fliessen wollte, wurde durch Streichen der Extremitäten und des Rumpfes und dann nach dem Oeffnen des Unterleibes und des Thorax und Einschneiden des Herzens noch ein Rest gesammelt. Das Auswaschen des noch restirenden Blutes musste wegen Mangels an Zeit unterlassen werden. Obgleich somit nicht alles Blut gewonnen wurde, ist diese Bestimmung nicht ganz werthlos, indem die gewonnene Blutmengen doch 153,2 Grm. betrug, somit $\frac{153,2}{19580}$ oder $\frac{10}{127}$ des Körpergewichts. Diese Menge aber entspricht, wie später in einer folgenden Abhandlung gezeigt werden wird, etwa der normalen Blutmengen eines gesunden jungen Hundes; da aber in diesem Falle nicht alles Blut gewonnen wurde, erscheint die Blutmengen in demselben eher vermehrt als vermindert.

Dieser Versuch zeigt nun einerseits die Veränderungen, die das Blut vom 20. bis zum 23. August, zwischen der 2. und 3. Trans-

fusionsreihe, erfuhr und andererseits die Veränderungen desselben nach der 3. Transfusionsreihe vom 23. August bis zum Tode am 28sten.

Bezüglich des Faserstoffgehalts wiederholte sich am 23sten die Erscheinung, die schon am 20sten wahrgenommen war, dass nämlich die Menge des bei der Transfusion auf ein Minimum herabgebrachten Faserstoffs sich auf das normale Maass wieder erhoben hatte. Es war nämlich die Faserstoffmenge am 20. August in der 4. Portion des entleerten Blutes auf 0,34 pro mille gesunken, und durch die nachfolgende Injection gequirlten Blutes musste dieselbe noch weiter herabgekommen sein. Dennoch fand sich in der 1. Portion des am 23. August entleerten Blutes 2,57 pr. m. Fibrin, was fast genau mit der in der 1. Portion am 20sten gefundenen Menge (2,528 pr. m.) und mit der im ursprünglichen Blute, in der 1. am 18ten entleerten Portion, vorhanden gewesenen (2,4 pr. m.) übereinstimmt. Nachdem darauf der Faserstoffgehalt in der 4. Portion des am 23sten entleerten Blutes wieder auf 0,47 pr. m. herabgebracht war und durch die darauf injizierte Quantität des gequirlten Blutes noch weiter gesunken sein musste, wurde am 28sten 4,53 pr. m. gefunden. Der Faserstoffgehalt war also diesmal über die Norm gestiegen, was durch die hinzutretene Entzündung im Umfange der nekrotisch gewordenen Knochenpartien und dann durch die Amputationswunde vollkommen erklärt wird, da ja durch die Blutuntersuchungen von Andral-Gavaret und von Becquèrel-Rodier die Vermehrung des Faserstoffs des Blutes bei allen irgend umfangsreichen Entzündungen nachgewiesen worden ist. — Dieser Versuch hat also wiederum dargethan, dass der Faserstoff des Blutes eine Substanz ist, deren Abwesenheit ebenso wenig irgend welche merkliche Störung mit sich führt, als eine Vermehrung desselben dies zu thun scheint, und welche sich jedenfalls so schnell reproducirt, dass die Anwendung gequirlten Blutes bei der Transfusion auch dann unbedenklich erscheinen würde, wenn man geneigt sein möchte, ihm eine grösse Bedeutung zuschreiben, als er uns unseren Versuchen und manchen anderweitigen Beobachtungen zufolge zu haben scheint.

Die Menge der Blutkörperchen hatte allerdings vom 20. bis

zum 23. August etwas abgenommen, die Abnahme war jedoch so gering, dass das Blut in der 1. Portion am 23. August immerhin noch reicher an diesem Bestandtheil war, als es in der 1. Blutportion am 20sten und in der 1. Blutportion am 18ten, also im ursprünglichen Blute gewesen war. Die Differenz des spezifischen Gewichts des gequirten Blutes und des Serums, welche uns hier als relativer Ausdruck für den Reichtum an Blutkörperchen dient, betrug nämlich am 18ten in der 1. Portion 21,8, am 20sten in der 1. Portion 19,4. Durch die Anwendung eines sehr reichen Blutes stieg dieselbe während des Versuches am 20sten so, dass dieselbe in der 4. Portion des an diesem Tage entleerten Blutes 26,2 betrug, und durch die darauf folgende 4. Transfusion desselben, an Blutkörperchen so reichen, gequirten Blutes wird der Gehalt am Ende des Versuches wahrscheinlich noch etwas höher gestiegen sein. Während man also in der 4. Portion des am 20sten entleerten Blutes für das gequirte Blut 1046,4, für das Serum 1020,2 als spezifisches Gewicht fand, also die Differenz 26,2, zeigte das Blut der 1. Portion, welche am 23sten entleert wurde, für das gequirte Blut ein spezifisches Gewicht von 1043,8, für das Serum von 1019,9, also die Differenz 23,9. Es war also das Serum durch Wasseraufnahme nur wenig verdünnt worden, was der Annahme entspricht, dass die durch den Versuch am 20sten auf 169,92 Grm. gesunkene Blutmengen sich durch Wasseraufnahme wieder auf die Norm (182) erhoben hätte, wobei also nur etwa 12 Grm. Wasser aufgenommen wären. Der nicht sehr erhebliche Schwund der Blutkörperchen von 26,2 auf 23,9, also um 8—9 pCt., findet seine Erklärung wohl durch den Umstand, dass ein so blutkörperchenreiches Blut der Individualität des Thieres nicht entsprach, indem ursprünglich, am 18ten, der Blutkörperchengehalt noch um 8 bis 9 pCt. geringer war als am 23sten, also etwa 17 pCt. geringer als in der 4. Portion des am 20sten entleerten Blutes. Ich habe nämlich mehrfach, unter anderen bei dem schwarzen und dem braunen Hunde, die bei diesen Versuchen als Blutspender dienten und welche früher zu verschiedenen Transfusionsversuchen benutzt waren, die Beobachtung gemacht, dass sich das ursprüngliche, den Thieren individuell eigenthümliche spezifische Gewicht des Blutes und der

ursprüngliche Gehalt an Blutkörperchen nach Verlauf einiger, meist freilich längerer Zeit so ziemlich wieder herzustellen pflegt. Wie die dabei zu reichlich vorhandenen Blutkörperchen zu Grunde gehen, und was aus ihnen wird, ist mir bisher noch unbekannt; dass sie jedoch nicht, einfach aufgelöst, durch den Harn unzersetzt abgehen, das geht daraus hervor, dass der Harn nicht eiweiss- oder bluthaltig wird. Auch in dem hier in Rede stehenden Falle blieb die Beschaffenheit des Harnes vom 20. bis zum 23. August normal. — Dass jedoch die fremden Blutkörperchen nicht als solche binnen kurzer Frist zu Grunde gehen und ausgeschieden werden, ging schon daraus hervor, dass die Menge der Blutkörperchen vom 18. bis zum 20. August unverändert blieb, obgleich mehr als 90 pCt. des in dieser Periode im Thiere kreisenden Blutes fremdes, dem anderen Hunde ursprünglich angehöriges war. Noch evidentester wird dieses aber durch den jetzt vorliegenden Versuch, indem am 20. August vom ursprünglichen Blute nur 2—3½ Grm. noch übrig waren, während 166½—168 Grm. fremdes Blut in demselben circulirte. Da nun das Verhältniss der ursprünglich vorhandenen zu den fremden oder transplantirten Blutkörperchen höchst wahrscheinlich noch schwächer war, weil das transfundirte Blut an Blutkörperchen bedeutend reicher war als das ursprüngliche, so beweist der Umstand, dass der Blutkörperchenreichtum des Blutes vom 20sten bis zum 23sten nur um 8—9 pCt. sank, dass wenigstens die überwiegende Mehrzahl der transplantirten fremden Blutkörperchen noch im Thiere kreiste und normal functionirte.

Dahingegen nahm nun allerdings der Gehalt des Blutes an Blutkörperchen vom 23. bis zum Tode am 28. August sehr stark ab; aber dieses erklärt sich vollkommen einerseits dadurch, dass das am 23. August zur Transfusion angewandte Blut so arm an Blutkörperchen war, andererseits durch die umfangreiche Periostitis, die sich entwickelt hatte und durch die dadurch nothwendig gewordene Amputation des Schenkels. Wenn nämlich 23,9 der relative Ausdruck für den Gehalt des Blutes unseres Hundes an Blutkörperchen in der 1. Portion des am 23. August entleerten Blutes war, so war der entsprechende Ausdruck für den Blutkörperchengehalt des transfundirten fremden Blutes (vom grossen rothen Hunde) nur

14,1; das Verhältniss war also wie 100 : 59. Hierdurch sank der Gehalt des Blutes unseres kleinen Hundes an Blutkörperchen schon während des Versuches so, dass die Differenz der spezifischen Gewichte des gequirten Blutes und des Serums in der 4. Portion des entleerten Blutes nur 16,4 betrug. Schon hiermit war also ein Sinken um 31,4 pCt. gegeben. Ein ferneres Sinken musste demnächst noch daraus resultiren, dass die 4. Portion des dünnen gequirten Blutes injicirt wurde. Da jedoch beim Tode am 28sten die Differenzzahl bis auf 7,4 herabgekommen war, so muss noch eine andere Ursache hinzu gekommen sein, durch welche der Blutkörperchengehalt wesentlich herabgesetzt wurde. Als diese Ursache tritt uns aber sogleich die starke Entzündung im ganzen Umfange der grossen nekrotisch gewordenen Knochenpartien, die Amputation und die dieser folgende Eiterung entgegen. Denn es war schon längst durch die Untersuchungen Andral-Gavaret's und ihrer Nachfolger bekannt, dass die Blutkörperchenmenge durch Entzündungen und Eiterungen mächtig herabgesetzt wird. Wodurch dieses geschieht und was dabei aus den rothen Blutkörperchen wird, ist in solchen einfachen Fällen ebenso unbekannt wie in unserem complicirteren Falle. Die vermehrte Harnstoffausscheidung, die Abnahme des Körpergewichts, die Verminderung der Nahrungszufuhr und die Eiterbildung dürften hierbei wesentlich in Betracht kommen, ohne dass es aber zur Zeit möglich wäre, den specielleren Zusammenhang anzugeben. Soviel steht jedoch fest, dass weder bei der Abnahme des Blutkörperchengehalts des Blutes in unserem Falle vom 23. bis zum 28. August, noch bei der Abnahme desselben in anderen Fällen einfacher Entzündungen und Eiterungen eine solche Zersetzung der Blutkörperchen statthatte, dass sie in einfach aufgelöstem Zustande, als Eiweissstoffe, durch den Harn ausgeschieden wurden. Ferner ist es aber klar, dass die vom 23. bis zum 28. August beobachtete bedeutende Abnahme des Blutkörperchengehalts durch die angeführten Umstände hinreichend erklärt ist, und dass durchaus kein Grund ist anzunehmen, dass ihre Eigenschaft als „fremde“ oder transplantirte Blutkörperchen ihr Zugrundegehen befördert oder beschleunigt habe. Es ist vielmehr auch durch die Lebenserscheinungen des

Thieres vom 23. bis zum 28. August und durch den Befund bei dem Tode zur Evidenz erwiesen, dass die fremden, transplantirten Blutkörperchen bleibend und wie die dem Thiere ursprünglich eigenen Blutkörperchen functionirt haben müssen, da dem Thiere nach Beendigung der Operation am 23sten nur etwa $\frac{1}{2}$ Grm. oder 3 pro mille seines ursprünglichen Blutes verblieben war. Eine andere Frage ist es, in welcher Beziehung die Knochennekrose nebst der Entzündung im Umfange der nekrotirten Partien zur Transfusion stand? Da weder diese noch eine analoge Erscheinung in den vorhergehenden Fällen zur Beobachtung gekommen war, wird man gewiss mit mir geneigt sein, dieselbe als rein accidentell, durch Nebenumstände herbeigeführt, zu betrachten. Hierfür spricht sehr entschieden auch noch der Umstand, dass die Affection sich an dem Beine entwickelte, dessen Vena und Art. cruralis zuletzt bei der Transfusion benutzt wurde. Es ist möglich, dass ein zu starker Druck bei dem Festhalten der Extremität während des Versuches am 23sten die Localerkrankung veranlasst haben mag; es ist auch möglich, dass die anfängliche Einschliessung des Nerven in die Ligatur daran Anteil gehabt habe. Am allerwahrscheinlichsten ist es aber wohl, dass die Nekrose embolischen Ursprunges war, und dass die Entzündung der umliegenden Theile dann secundär hinzutrat. Indem nämlich die Art. cruralis unterbunden wurde, ist es leicht begreiflich, dass sich, von der Ligaturstelle aus, Pfröpfe gebildet haben, die durch Druck oder Bewegung von dem Orte ihrer Bildung entfernt und mit dem Blutstrom in die Art. nutritiae hineingetrieben wurden. Dass aber die Verstopfung der Art. nutritiae der Knochen die Nekrose derselben veranlassen kann, geht aus früheren, direct auf diesen Punkt gerichteten Experimenten, unter Anderen von Hartmann, hervor.

(Schluss folgt.)
