

# Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin.

Bd. LXIII. (Sechste Folge Bd. III.) Hft. 1 u. 2.

## I.

### Zur Orientirung in der Transfusionsfrage.

Von Dr. med. P. L. Panum,  
Professor der Physiologie in Kopenhagen.

Meine Arbeiten im XXVII. bis XXIX. Bande dieses Archivs haben, den Aeusserungen derjenigen Verfasser zufolge, welche sich seit 1863 practisch und theoretisch mit der Transfusionsfrage beschäftigt haben, nicht unwesentlich dazu beigetragen, dass die Anwendung des defibrinirten (gequirten) Menschenblutes die Transfusion mit nicht defibrinirtem Menschenblute mehr und mehr verdrängt hat, und sie haben, wie es scheint, wesentlich dazu beigetragen, dass die Anwendung des Blutes vom Lamm, Kalb und anderen Säugethieren, wozu Brown-Séquard einen Impuls gegeben hatte, bis zum Jahre 1873 allgemein als geradezu unzulässig betrachtet wurde. Im Jahre 1873 haben nun die Herren Dr. Franz Gesellius und Dr. Oscar Hasse eine Art Revolution in der Transfusionsfrage hervorgerufen, indem sie durch Wort und That versucht haben, die Transfusion mit gequirtem Menschenblute durch die unmittelbare Transfusion des Blutes gewisser Haussäugethiere, namentlich des Lammes, zu verdrängen, und ihr Beginnen hat unter den Aerzten, vorläufig wenigstens, theilweise grossen Beifall gefunden und zahlreiche Nachfolger gehabt. Ich habe mich bierdurch veranlasst gesehen, die Transfusionsfrage von Neuem einer gewissenhaften Erwägung zu unterziehen, unter Berücksichtigung derjenigen auf

dieselbe bezüglichen Thatsachen, welche mittlerweile einerseits durch die Fortschritte in der Physiologie, andererseits durch die klinischen Erfahrungen ermittelt worden sind. — Die Mittheilungen solcher Erwägungen vom Standpunkt eines Physiologen dürften, selbst wenn sie Manches enthalten, das Manchen wohl bekannt ist, doch vielleicht vielen Aerzten willkommen sein, einerseits, weil diese während der letzten 10 Jahre sich vielfach darüber beklagt haben, dass es ihnen nicht möglich ist, den Fortschritten der Physiologie zu folgen, und andererseits, weil es bei der Beurtheilung der Indicationen der Transfusion, sowohl als bei der Wahl der Operationsmethode, gerade sehr wesentlich und hauptsächlich auf das Verständniss und auf die Kenntniss der physiologischen Bedeutung des Blutes im Allgemeinen und der einzelnen Bestandtheile des Blutes im Besonderen ankommt. — Die bunte Mannichfaltigkeit der Krankheitsfälle, in welchem die Transfusion nicht nur in älterer, sondern auch in neuerer und neuester Zeit in Anwendung gebracht worden ist, zeugt davon, dass viele Aerzte und Operateure bezüglich der Indicationen der Transfusion sehr im Unklaren gewesen sind. So lange eine solche Unsicherheit bezüglich der Indicationen dieser Operation herrscht, kann man von statistischen Zusammenstellungen natürlicherweise keine Ausbeute und keine practische Anleitung erwarten. Denn die Statistik kann ja nur dann Aufschlüsse geben, wenn die zusammengestellten Fälle einigermaassen gleichartig sind. Ich werde hier demnach zunächst diejenigen physiologischen Verhältnisse besprechen, welche sich auf die Indicationen der Transfusion beziehen, und demnächst diejenigen physiologischen Verhältnisse vornehmen, welche für die Wahl der Operationsmethode und für die Ausführung der Transfusion in Betracht kommen.

## 1.

Man darf wohl annehmen, dass die Aerzte der Gegenwart in Allgemeinen darin einverstanden sind, dass das Blut bei seinem Kreislaufe durch die Lungen Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure ausscheidet, dass es vom Darm theils direct durch die Pfortade theils indirect durch die Chylusgefässer Nahrungsstoffe aufnimmt, welche durch den grossen Kreislauf, zugleich mit dem bei der Respiration aufgenommenen Sauerstoffe, den übrigen Geweben des Körpers zugeführt werden, und dass diese stetige Zufuhr von Sauerstoff v.

den Lungen her, und von Nahrungsstoffen vom Darm her für die normale Ernährung der Gewebe, für die Erhaltung ihrer Functionen und für ihre Neubildung nothwendige Bedingungen sind. Sie sind auch, ohne Zweifel darin einverstanden, dass beim Kreislauf durch die Gewebe des Körpers Stoffe aufgenommen werden, welche in den Geweben gebildet werden, und welche als Excretionsstoffe aufgefasst werden können, weil ihre Anhäufung in den Geweben die Functionen dieser beeinträchtigt und weil sie theils unverändert, theils nachdem sie gewisse chemische Veränderungen erlitten haben, durch die als Excretionsorgane thätigen Drüsen, namentlich durch die Nieren ausgeschieden werden. Ebenfalls dürfte es von den Aerzten der Gegenwart allgemein anerkannt sein, dass ein grosser Theil des im Blute enthaltenen Wassers und der in demselben aufgelösten Bestandtheile das Blut in den Capillargefässen als Lymphe verlässt und darauf wieder, mit einem Theil der vom Darm aufgenommenen Stoffe vereinigt, durch den Ductus thoracicus, nach Beendigung eines intermediären Kreislaufs durch die Gewebe, wieder zum Blut zurückkehrt, und dass überdies ein sehr bedeutender intermediärer Kreislauf durch den Darmkanal hindurch stattfindet, indem die von den Speicheldrüsen, von den Magensaftdrüsen, von den Darmdrüsen, von der Leber und vom Pancreas (aus den diesen Drüsen zugeführten Blutbestandtheilen) gebildeten und seernirten Verdauungsflüssigkeiten grössttentheils, mehr oder weniger verändert, durch die Pfortader oder durch die Chylusgefässer dem Blute wieder zugeführt werden, während nur der kleinere Theil ihrer Bestandtheile oder ihrer Decompositionsproducte mit den Excrementen ausgestossen wird.

Einige und zwar, wie es scheint, ziemlich viele Aerzte scheinen aber der Meinung zu sein, dass das Blut nicht nur die Rolle eines Transportmittels spielt, sondern, dass die wesentlichen Bestandtheile desselben, namentlich die theils im Plasma, theils in den Blutkörperchen enthaltenen Eiweissstoffe überdies auch unmittelbar, d. h. ohne Vermittelung der Verdauungsflüssigkeiten und des Darmkanals, zur Ernährung der Gewebe dienen, und dass dieses namentlich während der Inanition der Fall sei.

Diese Meinung erschien vor 20 Jahren wirklich wahrscheinlich, weil Chossat, Bidder und Schmidt angegeben hatten, dass die Blutmenge bei der Inanition in einem viel stärkeren Verhäl-

nisse abnähme, als alle übrigen Gewebe des Körpers, mit alleiniger Ausnahme des in einem noch etwas stärkeren Verhältniss schwindenden Fettgewebes, und weil Chossat, Vierordt und mehrere andere Verfasser angegeben hatten, dass das Blut durch fortgesetzte kümmerliche Ernährung oder Inanition an festen Blutbestandtheilen und namentlich an rothen Blutkörperchen sehr arm würde.

Es war daher vor etwa 20 Jahren nicht so gar unwahrscheinlich, dass bei mangelnder Nahrungszufuhr das Leben eines Thieres oder eines Menschen eine Zeitlang durch wiederholte Transfusionen erhalten werden könnte. Dieser Gedanke hat wirklich mehreren practischen Aerzten und Chirurgen vorgeschwobt und einige der selben veranlasst die Transfusion in solchen Fällen zu unternehmen, wo ein krankes Individuum, z. B. wegen Verschluss des Oesophagus, oder wegen „Inanition e vomitu gravidarum“ u. s. w. keine Nahrung aufnehmen konnte. Nicht nur Blundel, sondern auch einige neuere Experimentatoren, namentlich Eulenburg und Landois, haben überdies mitgetheilt, dass es ihnen gelungen sei, Hunde, denen man die Nahrung entzog, eine Zeitlang durch wiederholte Transfusionen zu ernähren. Durch Versuche, welche ich bereits im Jahre 1854 mit Beziehung auf diese Frage anstellte, habe ich gefunden, dass dieses nicht thunlich ist, und wenn man die Versuche jener Experimentatoren genauer untersucht, so ergiebt es sich, dass sie die Resultate ihrer Versuche falsch gedeutet haben, besonders wie es scheint, weil sie nicht bedacht haben, dass ein Hund oft 4 Wochen lang ohne jegliche Nahrungszufuhr leben kann. Ueber diesen Zeitraum hinaus ist es wohl noch Niemandem gelungen, einen Hund mittelst Transfusionen ohne Nahrungszufuhr am Leben zu erhalten.

Durch meine Versuche fand ich jedoch nicht nur, dass es unmöglich ist, ein hungerndes Individuum durch wiederholte Transfusionen am Leben zu erhalten, sondern auch warum es unmöglich ist. Ich erlaube mir in aller Kürze die Resultate dieser in mehrfacher Beziehung bedeutungsvollen Versuche hier mitzutheilen, um so mehr als sie der historische Ausgangspunkt wurden, sowohl für meine späteren Untersuchungen über die Transfusion, als auch für meine Untersuchungen über die quantitativen Veränderungen der Blutmenge und der Bestandtheile des Blutes. Ich habe hierzu noch eine weitere Veranlassung in dem Umstände, dass diese Versuche

durch ein unglückliches Schicksal vielfach der Aufmerksamkeit derjenigen entgangen sind, welche sich eingehend mit der Transfusionsfrage beschäftigt haben, und welche sonst meine Arbeit über Transfusion sorgsam berücksichtigt haben. Diese Versuche haben nehmlich in meiner Abhandlung über die Veränderungen der Blutmenge u.s.w. ihren Platz gefunden, und es ist Manchen entgangen, dass diese letztere Arbeit ausserdem noch mancherlei für die Transfusionsfrage wichtige Aufschlüsse enthält, auf die ich noch später zurückkommen muss.

Ein Hund, dessen muthmaassliche Blutmenge (mit Bezugnahme auf Erfahrungen, welche wir bald besprechen werden, zu  $\frac{1}{13}$  des Körpergewichts des darmreinen Thiers berechnet) circa 386 Grm. betrug, und dessen feste Blutbestandtheile, der vorgenommenen Blutanalyse gemäss, auf diese Blutmenge berechnet circa 59,5 Grm. betrugen, wurde 10 Tage lang einer completen Inanition unterworfen. Nach 6 tägiger Inanition wurden demselben 160 Grm. Blut, welches 31,15 Grm. feste Blutbestandtheile enthielt, durch unmittelbare Transfusion aus der Carotis eines anderen Hundes in die Jugularvene übergeleitet. 2 Tage später wurden ihm wiederum auf dieselbe Weise noch 260 Grm. Blut, worin 53,75 Grm. fester Bestandtheile enthalten waren, unmittelbar aus der Carotis eines anderen Hundes eingeflösst. Das Versuchsthier bekam also bei diesen beiden Transfusionen 420 Grm. fremdes Blut, worin 84,9 Grm. feste Blutbestandtheile enthalten waren. Es hatte dasselbe aber (beibehalt der Blutanalyse) zu Anfang der Inanition 60,62 Grm., worin 9,35 Grm. feste Bestandtheile vorhanden waren, verloren, und es hatte noch ferner 3,36 Grm. Blut, worin sich 0,574 Grm. feste Blutbestandtheile vorhanden, unmittelbar vor der Transfusion eingebüsst; es hatte somit im Ganzen 63,98 Grm. Blut mit 9,92 Grm. festen Blutbestandtheilen verloren. Der Hund hatte also im Ganzen 365,02 Grm. Blut mit 74,95 Grm. festen Blutbestandtheilen mehr bekommen als verloren. Addirt man diese Mengen zu den ursprünglich vorhandenen, so ergiebt das zusammen 751,02 Grm. Blut, mit 134,47 Grm. festen Blutbestandtheilen. Als der Hund am 10. Inanitionstage getötet wurde, bestimmte ich seine Blutmenge (mit Rücksicht auf die angewandte Methode wohl unzweifelhaft etwas zu niedrig) zu 285,78 Grm., worin 70,25 Grm. feste Blutbestandtheile. Es fehlten also 465,25 Grm. Blut, und darin fehlten 64,22 Grm. feste Blutbestandtheile, welche also aus dem Gefässsystem des Thiers verschwunden sein mussten. Dieses Blut und diese festen Blutbestandtheile hatten indess nicht dazu beigetragen, die unvermeidlichen und steigen Ausgaben des hungernden Organismus (namentlich an Wasser, Kohlensäure und Harnstoff) zu decken, denn die Abnahme des Körpergewichtes wurde keineswegs durch die Transfusionen verringert. Der Hund wog zu Anfang der Inanition 5320 Grm., am Schluss des 1. Inanitionstages 4910, am Schlusse des 2. 4670, des 3. 4490, des 4. 4350, des 5. 4220 und des 6. 4100 Grm. Einen Tag nach der ersten Transfusion hatte der Hund die 160 durch diese gewonnenen Gramm wieder verloren, 2 Tage nach derselben war das Gewicht auf 3960 Grm. gesunken. Durch die 2. Transfusion wurde sein Gewicht freilich

wieder um 260 Grm. erhöht, aber schon am folgenden Tage hatte er davon wieder 120 Grm. eingebüßt und 2 Tage nach der letzten Transfusion wog er nur 3760 Grm. und er hatte in wenig über 24 Stunden 340 Grm. an Körpergewicht verloren. Der Hund wurde nun getötet.

Die Blutanalysen ergaben folgende wichtige Aufschlüsse: Während der 6 ersten Inanitionstage war die relative Menge der festen Blutbestandtheile nicht gesunken, sondern im Gegentheil sehr erheblich, von 154,2 auf 170,7 pro mille gestiegen. Am Schlusse des Versuches aber war die relative Menge der Blutkörperchen reichlich doppelt so gross als zu Anfang desselben. Um vollkommen sicher zu gehen, wurden für die Bestimmung der Blutkörperchenmenge vier verschiedene Methoden in Anwendung gebracht. Die eine Methode ergab ein Steigen von 91,962 auf 187,59 pro mille, die zweite von 97,948 auf 198,34 pro mille, die dritte von 90,574 auf 189,49 pro mille und die vierte von 95,14 auf 196,86 pro mille, also nach allen Methoden übereinstimmend eine Vermehrung um 102—109 pCt. der ursprünglichen relativen Menge. Die relative Menge der festen Blutbestandtheile des ursprünglichen Blutes war 154,2 pro mille, die des fremden, nach 6tägiger Inanition transfundirten Blutes betrug 194,67 pro mille, die des fremden, nach 8tägiger Inanition transfundirten Blutes 206,61 pro mille, diejenige des am Schlusse des Versuches im Thier vorgefundenen Blutes aber 245,82 pro mille. Dahingegen war die Menge der festen Serumbestandtheile von 59,367 auf 54,15 pro mille gesunken, und diese Abnahme traf wesentlich die Eiweißstoffe des Serums, deren Menge von 45,196 auf 39,76 pro mille herabgesunken war. Die Fibrinmenge dahingegen war von 2,886 auf 4,68 pro mille gestiegen. — Es ist also einleuchtend, dass der grösste Theil der mit dem transfundirten Blute dem Versuchsthiere beigebrachten Blutkörperchen erhalten und durchaus nicht als Nahrungsmaterial, zur Deckung der unvermeidlichen und stetigen mit dem Stoffwechsel verbundenen Ausgaben verwandt worden war. Dieser Versuch wurde freilich durch den Umstand complicirt, dass bei der ersten Transfusion einige Blutgerinnse in den Kreislauf gerathen waren, wodurch ein Unwohlsein des Thieres hervorgerufen wurde. Nach der zweiten, übrigens vorzüglich gut gelungenen Transfusion, nahmen die Symptome einen ernsteren

Charakter an, und bei der Section wurden mehrere embolische lobuläre Entzündungsfoci in den Lungen gefunden. Ueberdies enthielt der Darm eine nicht geringe Menge von Eingeweidewürmern und ziemlich viel dunkel blutroth gefärbten Schleim, zugleich mit starker Injectionsröthe der Schleimhaut und einigen Ecchymosen im submucösen Bindegewebe. Diese Complicationen schwächen indess offenbar nicht die Bedeutung der hervorgehobenen Verhältnisse; denn der ausserordentliche Reichthum des Blutes an rothen Blutkörperchen wird ja eben noch mehr auffällig, wenn man berücksichtigt, dass eine nicht ganz geringe Blutmengen in den Darm ergossen worden ist. Die Vermehrung der Fibrinmenge aber findet ihre Erklärung durch die Complication mit der in den Lungen und im Darm beobachteten Entzündung.

Folgender Versuch bot keine solchen Complicationen dar, ergab aber übrigens im Wesentlichen dieselben Resultate:

Ein kleiner Hund, dessen Blutmenge, der oben genannten Voraussetzung zufolge, zu Anfang des Versuches auf 281 Grm. angeschlagen wurde, worin sich nach Maassgabe der angestellten Blutanalyse 59,98 Grm. feste Blutbestandtheile voraufanden, wurde 13 Tage lang einer completen Inanition unterworfen, doch so, dass es ihm gestattet ward, nach Belieben Wasser zu trinken, dessen Menge jedoch genau bestimmt wurde. Er machte jedoch nur 1mal von dieser Erlaubniß Gebrauch, indem er am 9. Inanitionstage 125 Ccm. Wasser trank. Kurz darauf wurden ihm unmittelbar aus der Carotis eines anderen Hundes 270 Grm. Blut, worin sich 59,61 Grm. feste Blutbestandtheile voraufanden, in die Vena jugularis externa transfundirt. An Blut verloren hatte der Hund dahingegen vor dem Anfange der Inanition (behufs der Blutanalyse) 53,5 Grm. Blut, enthaltend 11,42 Grm. fester Blutbestandtheile, und unmittelbar vor der am 9. Inanitionstage vorgenommenen Transfusion verlor er noch 70,47 Grm. Blut mit 14,23 Grm. festen Blutbestandtheilen. Er hatte also nun im Ganzen 146,5 Grm. Blut und 33,96 Grm. feste Blutbestandtheile mehr empfangen als verloren. Man kann demnach annehmen, dass er unmittelbar nach der Transfusion 427,5 Grm. Blut mit 93,94 Grm. festen Blutbestandtheilen gehabt hat, anstatt der ursprünglichen 281 Grm. Blut mit 59,98 Grm. festen Blutbestandtheilen. Als der Hund am 13. Inanitionstage getötet wurde, fand ich nach der auch im vorigen Versuche angewandten Methode (welche, wie gesagt, immer ein etwas zu niedriges Resultat ergeben musste) im Thier 257,79 Grm. Blut mit 66,5 Grm. festen Blutbestandtheilen.

Hiernach würden also 19,81 Grm. Blut und damit 27,44 Grm. feste Blutbestandtheile während des Versuches aus dem Gefässystem des Hundes verschwunden sein. Dieses Blut und diese Blutbestandtheile können jedoch nicht dazu gedient haben die unvermeidlichen und stetigen Ausgaben des hungernden Organismus

(namentlich an Wasser, Kohlensäure und Harnstoff) zu decken. Denn der Gewichtsverlust war nach der Transfusion nicht geringer, sondern im Gegentheil viel grösser als vorher. Denn während der Hund vom 2. bis zum 9. Inanitionstage durchschnittlich in 24 Stunden nur 70—80 Grm. an Gewicht verloren hatte, verlor er während des 1. und 2. Tages nach der Transfusion durchschnittlich in 24 Stunden mehr als 140 Grm. und während des 3. und 4. Tages nach der Transfusion durchschnittlich in 24 Stunden mehr als 135 Grm. an Körpergewicht. — Die angestellten Blutanalysen ergaben folgende Resultate: Nach 9tägiger Inanition wurde die relative Menge der festen Blutbestandtheile freilich nicht, wie im vorigen Versuch, vermehrt, sondern im Gegentheil circa um 6 pCt. niedriger gefunden, als zu Anfang des Versuches. Dieses erklärt sich indess leicht durch den Umstand, dass das Thier ganz kurz vorher 125 Cem. Wasser getrunken hatte, und es kann die Verdünnung des Blutes daher keineswegs als eine Folge der Inanition angesehen werden. Die Abnahme der relativen Menge der festen Serumbestandtheile und der Eiweissstoffe des Serums war dabei weit beträchtlicher, als die Abnahme der relativen Menge der Blutkörperchen. Am Ende des Versuchs war aber die relative Menge der Blutkörperchen auch in diesem Falle sehr beträchtlich vermehrt, nehmlich nach Aussage der verschiedenen angewandten Methoden, übereinstimmend um 29—32 pCt. Dass die Vermehrung der relativen Menge der Blutkörperchen in diesem Falle nicht so beträchtlich war, wie im vorigen Falle, ist schon begreiflich, weil die Vermehrung der Blutmenge in diesem Falle nur circa 52 pCt., im vorigen aber 94 pCt. der ursprünglichen Blutmenge betrug. Vergleicht man die relative Blutkörperchenmenge des transfundirten Blutes des anderen Hundes mit derjenigen des bei der am 13. Inanitionstage vorgenommenen Section vorgefundenen Blutes, so ergab sich, dass letzteres um 24—29 pCt. reicher an Blutkörperchen war, als jenes. Auch in diesem Falle war also offenbar der grösste Theil der dem Versuchsthire durch die Transfusion beigebrachten fremden (d. h. ursprünglich einem anderen Hunde angehörigen) Blutkörperchen noch erhalten, und ihre Substanz war keineswegs als Nahrungsmaterial, zur Deckung der unvermeidlichen Ausgaben des Stoffwechsels verwertet worden, ja ihre Gegenwart im Kreislauf schien

im Gegentheil (vielleicht durch Vermehrung der Sauerstoffaufnahme) den bei der Inanition unvermeidlichen Gewichtsverlust vermehrt zu haben. — Die Fibrinmenge war während des ganzen Verlaufs dieses Versuches fast unverändert geblieben (zwischen 1,135 und 1,74 pro mille schwankend). Auch die festen Serumbestandtheile und die Eiweissstoffe zeigten während des Versuchs verhältnissmässig nur geringe Schwankungen.

Die bei dem erstgenannten Versuche vorgefundene Blutmenge des darmreinen Thieres entsprach 7,9 pCt. seines Körpergewichts, im zweiten Versuche 9 pCt. desselben. Zur Vergleichung wurde nach derselben Methode die Blutmenge bei einem dritten, einfach einer 13tägigen Inanition unterworfenen Hunde bestimmt, und endlich noch bei einem 4. bis zum Tode normal gefütterten Hunde. Bei dem einer einfachen 13tägigen Inanition (ohne Transfusion oder Blutentziehungen) unterworfenen Hunde betrug die Blutmenge nach dieser Methode 8,9 pCt., bei dem normal gefütterten aber 7,9 pCt. des Körpergewichts.

Kurz nachdem ich diese Versuche angestellt hatte, wurde Welcker's verbesserte Methode zur Bestimmung der Blutmenge des Körpers bekannt, und diese benutzte ich mit einigen zweckmässig befindenen Modificationen bei einer zweiten im Jahre 1861 ausgeführten Versuchsreihe.

Hierzu wurden 5 junge Hunde von gleicher Mutter und von gleicher Rasse benutzt. Zwei derselben wurden bis sie getötet wurden normal gefüttert. Die Blutmenge des einen betrug 8,8 pCt., die des anderen 8,2 pCt. des Körpergewichts des darmreinen Thieres. Bei dem dritten, welcher nach 2tägiger completer Inanition getötet wurde, betrug die Blutmenge 8,4 pCt. des Körpergewichts des darmreinen Thieres. Beim vierten betrug dieselbe nach 7tägiger completer Inanition 8,2 pCt. desselben. Beim fünften entsprach die gefundene Blutmenge nach 3tägiger completer und 4tägiger incompleter Inanition 8,8 pCt. des Körpergewichts des darmreinen Thieres. Es ist nun auch von anderer Seite her, und überhaupt von Allen, welche dieses Verhältniss untersucht haben, bestätigt worden und muss als eine feststehende Thatsache betrachtet werden, dass die Blutmenge bei der Inanition nicht in einem stärkeren Verhältnisse abnimmt als das Körpergewicht, und dass die abweichenden älteren Angaben von Chossat und

Bidder-Schmidt geradezu auf einem groben Irrthum beruhten, indem sie bei den der Inanition unterworfenen Thieren nicht die Blutmenge, sondern die Menge der in den Leichen der Thiere vorgefundenen und gesammelten Blutgerinnsel bestimmt hatten.

Aus meinen oben angeführten Versuchen geht nun ferner hervor, dass die durch Transfusionen um resp. 94 und 52 pCt. vermehrte Blutmenge nach Verlauf weniger Tage wiederum auf die ursprüngliche, 8—9 pCt. des Körpergewichts betragende Menge reducirt war. Hieraus folgt also, dass die temporären Veränderungen und Fluctuationen der Blutmenge immer wieder so compensirt werden, dass ein individuell bestimmtes Verhältniss derselben zum Körpergewicht bewahrt wird.

Die Meinung, dass die wesentlichen Blutbestandtheile, namentlich die theils im Plasma, theils in den Blutkörperchen enthaltenen Eiweissstoffe, unmittelbar, d. h. ohne Vermittlung der Verdauungsorgane, als Nahrung, zur Ernährung der Gewebe dienen sollten, wird indessen nicht nur durch die angeführten Versuche widerlegt, sondern auch noch durch Versuche und Beobachtungen über die Mengenverhältnisse der einzelnen Blutbestandtheile während der Inanition und unter verschiedenen anderweitigen Lebensverhältnissen. Es ist sowohl durch meine Versuche, als durch die Versuche Anderer vollkommen bewiesen, dass weder die relative Menge der Blutkörperchen noch des Faserstoffes durch eine während längerer oder kürzerer Zeit fortgesetzte Inanition merklich verändert wird, und dass die Menge der Eiweissstoffe des Serums bei der Inanition in der Regel wohl etwas, aber doch nur unbedeutend und nicht einmal ganz constant abnimmt. Bei den oben besprochenen, an hungern den Thieren vorgenommenen Transfusionsversuchen zeigte es sich, dass die relative Menge der Blutkörperchen nach Verlauf weniger Tage, nachdem die Blutmenge (durch Ausscheidung von Wasser oder durch Uebergang vom Plasma in die Gewebe) wieder auf das ursprüngliche, habituelle Maass zurückgeführt war, in einem den transfundirten Blutmengen ungefähr entsprechenden Verhältnisse zugemessen hatte, dass die Menge des Faserstoffes niemals abgenommen, wohl aber bisweilen (bei hinzutretener Entzündung) vermehrt worden war, und dass die relative Menge der festen Serumtheile jedenfalls nicht bedeutend vermindert worden war. Diese Thatsachen sind offenbar mit obiger Meinung unvereinbar.

Denn wenn irgend einer der genannten Blutbestandtheile bei fehlender Nahrungszufuhr vom Darm her, von den übrigen Geweben als Nahrung verzehrt und verbraucht worden wäre, so müsste seine Menge bei der Inanition offenbar in einem viel stärkeren Verhältnisse geschwunden sein, als die Menge der übrigen Gewebe, die sich der Supposition zufolge auf Kosten desselben ernährt haben sollten. Da dieses nun aber namentlich mit den Blutkörperchen und mit dem Faserstoffe keineswegs der Fall war, so können diese als directes Nahrungsmaterial für die Gewebe nicht in Betracht kommen. Nur bezüglich eines geringen Theils der Eiweisststoffe des Serums könnte diese Meinung vielleicht aufrecht erhalten werden, weil ihre Menge in der That während des Verlaufs der Inanition in der Regel etwas abgenommen hatte. Hieraus folgt: dass die Bedeutung des Blutes für die Ernährung der Gewebe **nicht** darin begründet ist, dass irgend ein Hauptbestandtheil desselben den übrigen Geweben zur Nahrung dient, sondern darin, dass das Blut das Vehikel ist, durch welches die im Darm aus den Nahrungsmitteln durch den Verdauungsprozess zubereiteten und vielleicht auf dem Wege zum Blut oder während des Aufenthaltes im Blute in ihrer Zusammensetzung etwas modifizirten Nahrungsstoffe mit Hülfe des Kreislaufs und der Transsudation den Geweben zugeführt werden, — in ganz ähnlicher Weise wie der beim Atmungsprozess in den Lungen aufgenommene Sauerstoff mit dem Blute unter Beihilfe des Kreislaufs den Geweben zugeführt wird, und hier Verbindungen eingeht, deren stetige Bildung während des Stoffwechsels eine Bedingung für die Erhaltung der Functionen der Gewebe ist.

Hiergegen möchte vielleicht noch Jemand einwenden können, dass die schon oben genannten Angaben von Chossat, Andral, Vierordt und anderen Verfassern mitgetheilten Beobachtungen, denen zufolge das Blut schlecht genährter Individuen an festen Bestandtheilen und namentlich an rothen Blutkörperchen arm ist, nicht durch die scheinbar widersprechenden Beobachtungen widerlegt werden, welche ich und Andere bei Thieren gemacht haben, die einer consequent durchgeföhrten completen Inanition unterworfen wurden. Die practischen Aerzte werden um so mehr geneigt sein auf jene Angaben ein grösseres Gewicht zu legen, weil sie vollständig mit

ihren eigenen Erfahrungen übereinstimmen. Man sieht jedoch leicht ein, dass consequent durchgeführte Inanitionsversuche wesentlich verschieden sind von solchen Fällen, wo ein Individuum in der Weise schlecht genährt worden ist, dass complete oder incomplete Inanition von kürzerer oder längerer Dauer oft von mehr oder weniger reichlicher Nahrungszufuhr unterbrochen wurde um wiederum von Neuem zu beginnen. Denn die absolute Menge des Blutes, der festen Blutbestandtheile und auch der Blutkörperchen nimmt während der Inanitionsperioden allerdings ab, aber freilich nicht (wie man früher gemeint hat) in einem stärkeren Verhältniss als das ganze Körpergewicht. Wenn das Individuum nun nach einer solchen Inanitionsperiode wiederum Nahrung in solcher Menge aufnimmt, dass das Körpergewicht wieder zunimmt, so ist es leicht begreiflich, dass alsdann das Blut mehr verdünnt und ärmer an Blutkörperchen werden muss, wenn die Blutmenge mit dem Körpergewicht proportional zunimmt. Die Verdünnung des Blutes und die Verarmung desselben an rothen Blutkörperchen muss in solchen Fällen nothwendig erfolgen, wenn die Regeneration der Blutkörperchen langsamer zu Stande kommt, als die Regeneration der übrigen Gewebe (Fettgewebe, Muskelgewebe u. s. w.), welche wesentlich zur Vermehrung des Körpergewichts beitragen. Es ist also einleuchtend, dass in der That gar kein Widerspruch besteht zwischen den Erfahrungen, denen zufolge das Blut schlecht genährter Individuen relativ arm an festen Bestandtheilen und speciell arm an rothen Blutkörperchen wird, und den ebenso zuverlässigen Erfahrungen, dass das Blut während der Dauer einer completen Inanition an den genannten Bestandtheilen nicht relativ ärmer wird. Es ist also auch klar, dass man nicht berechtigt gewesen ist, aus jenen Erfahrungen zu schliessen, dass die festen Blutbestandtheile, namentlich die rothen Blutkörperchen, der Faserstoff und überhaupt die Eiweissstoffe des Blutes bei der Ernährung der Gewebe verzehrt werden müssten. Mit dieser Erklärung der verschiedenen Beschaffenheit der Blutveränderung während der completen Inanition und nach einer kümmerlichen Ernährung, bei welcher Inanitionsperioden und im Ganzen ungenügende Nahrungszufuhr wechseln, stimmen die Beobachtungen gut überein, die ich über die Veränderungen der Blutmenge und der Blutmischung ganz junger Hunde gemacht habe. Bei 2 neugeborenen Hündchen, welche un-

mittelbar nach der Geburt, gleich nachdem sie aus den Eihäuten herausgenommen waren, und bevor sie noch irgend welche Nahrung bekommen hatten, fand ich bei No. 1 eine Blutmenge, welche 7,2 pCt. des Körpergewichts des darmreinen Thieres entsprach, und ein Blut, welches 192,6 pro mille feste Blutbestandtheile enthielt. Bei No. 2 betrug die Blutmenge nur 6,1 pCt. des Körpergewichts des darmreinen Thieres, und das Blut dieses Hündchens enthielt 225,6 pro mille fester Blutbestandtheile. Das Blut der Mutter enthielt gleichzeitig nur 138,3 pro mille fester Blutbestandtheile. Bei Vergleichung der Menge des Blutfarbstoffs mittelst Welcker's (von mir etwas modifirter) Methode ergab sich, dass dieselbe, für No. 2 = 100 gesetzt, für No. 1 = 96 und für die Mutter = 53 betrug. Es war also das Blut beider Jungen fast doppelt so reich an Blutfarbstoff (oder an rothen Blutkörperchen) als das Blut des mütterlichen Thieres. Bei einem der Geschwister dieser Hündchen wurde, nachdem dasselbe 7 Wochen und 2 Tage lang von der Mutter gesäugt worden war, und nachdem das Körpergewicht desselben 10 mal so gross geworden war als bei der Geburt, eine 7,2 pCt. des (darmreinen) Körpergewichts entsprechende Blutmenge gefunden; die Menge der festen Blutbestandtheile war aber auf 132,3 pro mille hinabgesunken. Bei 5 zwei Monate alten Hündchen, welche mehrere Wochen lang von der Mutter entfernt und während dieser Zeit mit Kuhmilch als ausschliesslicher Nahrung aufgefüttert waren (wobei ihr Körpergewicht zwischen 770 und 1495 Grm. schwankte, während das von der Mutter gesäugte Hündchen bereits im Alter von 7 Wochen und 2 Tagen ein Gewicht von 2600 Grm. erreicht hatte) wurde, wie bereits oben angeführt, eine zwischen 8,2 pCt. und 8,8 pCt. des (darmreinen) Körpergewichts entsprechende Blutmenge gefunden, einerlei ob sie bis zum Tode in gewöhnlicher Weise gefüttert worden waren, oder ob sie der Inanition unterworfen worden waren. Bei 2 derselben aber, welche bis zum Tode wie bisher mit Kuhmilch gefüttert worden waren, enthielt das Blut nur resp. 104,39 und 109,7 pro mille feste Blutbestandtheile, wohingegen das Blut von 3 derselben, welche einer mehr oder weniger langwierigen Inanition unterworfen worden waren, resp. 123,34 — 113,82 und 152,97 pro mille feste Bestandtheile enthielt.

Es dürfte nun aus Allem dem, was bisher angeführt ist, hervorgehen, dass man bei der Transfusion keine unmittelbar

nährende Wirkung der transfundirten festen Blutbestandtheile erwarten oder verlangen darf, und dass die physiologische Bedeutung, welche das Blut für die Ernährung hat, wesentlich nur darin besteht, dass die Nahrungsstoffe vom Orte ihrer Aufnahme und Zubereitung, durch dasselbe vermittelst des Kreislaufs den Geweben zugeführt werden, nicht aber darin besteht, dass die Gewebe das Transportmittel oder selbst irgend einen seiner wesentlichen Bestandtheile verzehren sollten. Ein Missverständniss dieses Verhältnisses findet man nicht nur bei denjenigen Aerzten, welche ernstlich daran gedacht haben, kranke Menschen, welche vom Darm her keine Nahrung beziehen konnten, durch Transfusion zu ernähren, sondern sie findet sich auch mehr oder weniger deutlich ausgesprochen bei vielen älteren und neueren Verfassern, namentlich bei denjenigen, welche der Transfusion mit nicht defibrinirtem Blute das Wort geredet haben, und wenn man die casuistische Literatur durchgeht, so ist es deutlich genug, dass die besprochene Vorstellung vielen Operateuren vorgeschwobt hat, wenn gleich in einer etwas unklaren Weise, weil dieselben es gar oft versäumt haben, sich die physiologische Bedeutung dieses Eingriffs völlig klar zu machen. Die Meinung, dass man durch Transfusionen direct etwas Wesentliches zur Ernährung des Kranken beitragen könnte, scheint ganz besonders davon abzuhängen, dass man es sich nicht klar gemacht hat, dass von der grossen Stoffmasse, welche in 24 Stunden durch das Pfortaderblut und durch den Chylus vom Darm aufgenommen, und demnächst mit dem Blut in die Gewebe hinein befördert wird, in jedem einzelnen Momenten nur sehr Weniges im Blute vorhanden ist.

Halten wir nun daran fest, dass die wesentliche Bedeutung des Blutes überhaupt (wenigstens so weit wir dieselbe kennen) keine andere ist, als eben diese: **dass es ein besonderes flüssiges Gewebe ist, das mit Hülfe des Kreislaufs zum Transportmittel dient**, für andere Stoffe, welche nicht den eigentlichen constituirenden Bestandtheilen des Blutes angehören, namentlich für die vom Darm aufgenommenen (vielleicht auf dem Wege zum Blute und während des Aufenthaltes im Blute etwas modifizirten) Nahrungsstoffe, für die in den verschiedenen Geweben (zu welchen ja namentlich auch die Drüsen und das Blut selbst gehören) gebildeten Excretionsstoffe, (namentlich Kohlensäure, Harnstoff u. s. w.) und endlich für den

in den Lungen aufgenommenen Sauerstoff, so müssen wir nunmehr näher untersuchen, in welcher Weise die einzelnen Blutbestandtheile sich an diesem Transporte betheiligen.

Die neuere Physiologie kann nun im Ganzen genommen hierüber bestimmte Aufschlüsse geben, von denen man vor etwa 10 bis 20 Jahren zum Theil keine Ahnung hatte. Wir wissen jetzt, dass die rothen Blutkörperchen die Aufnahme des Sauerstoffs in den Lungen und den Transport desselben zu den Geweben besorgen, dass dagegen das Plasma des Blutes das Transportmittel abgibt, für die theils im Blute selbst durch die Thätigkeit der rothen Blutkörperchen, besonders aber in den Geweben (namentlich im Muskelgewebe) gebildete Kohlensäure, sowohl als für die vom Darmkanal aufgenommenen Nahrungsstoffe und für sämmtliche Excretionsstoffe, welche in den Geweben gebildet und vom Blute den Drüsen zugeführt werden, um durch diese ausgeschieden zu werden.

Wir wollen zunächst die respiratorischen Functionen des Blutes, d. h. die Aufnahme, den Transport und die Ausscheidung des Sauerstoffs und der Kohlensäure etwas näher betrachten. Das Serum sowohl als das Plasma des Blutes vermag durch physikalische Absorption nur etwa so viel Sauerstoff aufzunehmen als das Wasser bei gleicher Temperatur. Diese Menge ist aber sehr gering circa 2—3 Vol. pCt. Die Menge des in dieser Weise aufgenommenen Sauerstoffs steht in einem gesetzmässigen Abhängigkeitsverhältnisse zur Temperatur und ist dem Drucke, unter welchem die Absorption erfolgt, proportional. Ein eigenthümlicher Bestandtheil der rothen Blutkörperchen, das Hämoglobin, verbindet sich aber chemisch mit dem Sauerstoff und bildet damit Oxyhämoglobin. Die Sauerstoffmenge, welche das Blut aufzunehmen vermag, richtet sich daher wesentlich nach seinem Reichthum an rothen Blutkörperchen oder richtiger gesagt, an Hämoglobin, und dieselbe ist nicht in der Weise vom Luftdruck und von der Temperatur abhängig, wie es mit derjenigen geringen Sauerstoffmenge der Fall ist, welche durch einfache physikalische Absorption vom Wasser, vom Serum oder vom Plasma aufgenommen werden kann. Der Sauerstoff kann jedoch durch Kochen im luftleeren Raume aus seiner Verbindung mit dem Hämoglobin ausgetrieben werden, und durch Benutzung dieses Verhaltens kann man die Menge des im Blute enthaltenen disponibeln Sauerstoffs quantitativ bestimmen. Das Oxyhämoglobin wird auch

durch Koblenoxydgas decomponirt, weil die chemische Affinität dieses Stoffes zum Hämoglobin stärker ist als diejenige des Sauerstoffs. Hierauf beruht bekanntlich die giftige Wirkung des Kohlenoxydgases auf den Organismus. Weil die Affinität zwischen Hämoglobin und Sauerstoff so schwach ist, kann ein Theil des Oxyhämoglobins seinen Sauerstoff den Bestandtheilen der Gewebe mittheilen, während das Blut das Capillarnetz passirt. In Uebereinstimmung hiermit kann man aus dem Venenblute durch Auskochen im luftleeren Raume nicht soviel Sauerstoff austreiben als aus dem Arterienblute. Das Arterienblut ist unter normalen Verhältnissen mit Sauerstoff vollkommen gesättigt; je nach seinem Reichthum an rothen Blutkörperchen (oder an Hämoglobin) kann durch Auskochen im luftleeren Raume aus demselben 10—18 Vol. pCt. freier Sauerstoff ausgetrieben werden. Dieses ist selbst der Fall, wenn der Reichthum der eingeathmeten Luft an Sauerstoff nur etwa halb so gross ist als gewöhnlich, und das Hämoglobin des Arterienblutes nimmt auch nicht mehr Sauerstoff auf, wenn die eingeathmete Luft aus reinem Sauerstoff besteht als wenn gewöhnliche atmosphärische Luft geathmet wird. Auch ist der 24 stündige Sauerstoffverbrauch beim Athmen in reinem Sauerstoff nicht grösser als beim Athmen in gewöhnlicher atmosphärischer Luft. Erst wenn die Sauerstoffmenge auf etwa  $\frac{1}{3}$  des in der gewöhnlichen atmosphärischen Luft vorhandenen Quantums hinabgesunken ist, wird das Athmen beschwerlich, und erst wenn dieselbe auf 3—5 (statt der gewöhnlichen 21) Vol. pCt. reducirt wird, tritt schnell Erstickung wegen Sauerstoffmangels auf. Das Venenblut enthält gewöhnlich 2,9 bis 8,5 Vol. pCt. Sauerstoff weniger als das Arterienblut. So viel Sauerstoff ist also beim Durchgange des Blutes durch das Capillarnetz an die Gewebe abgegeben worden. Das Venenblut enthält also in der Regel eine nicht geringe Menge disponibeln Sauerstoffs. Nur wenn durch Verschluss der Luftwege bis zum Eintritt des Todes Erstickung bewirkt worden ist, verschwindet aller Sauerstoff aus dem Venenblute. In solchen Fällen enthält dann auch die in den Luftwegen zurückgebliebene Luft kaum eine Spur Sauerstoff.

Das Transportmittel für die Kohlensäure ist das im Blutplasma enthaltene Wasser und die in diesem gelösten Salze. Das Arterienblut ist nie frei von Kohlensäure, aber es enthält gewöhnlich nur 26—30 Vol. pCt. Kohlensäure, während das Venenblut 2,5 bis

6,3 Vol. pCt. mehr Kohlensäure enthält als das Arterienblut. So viel (durchschnittlich etwas über 4 Vol. pCt.) Kohlensäure hat das Blut also bei seinem Durchgange durch die Capillargefässer aus den Geweben aufgenommen. Das Venenblut ist indess niemals mit Kohlensäure gesättigt; denn es kann bei gewöhnlichem Barometerdruck und bei mittlerer Temperatur 150—180 Vol. pCt. Kohlensäure aufnehmen, also mehr als Wasser, welches unter gleichen Verhältnissen nur etwa 100 Vol. pCt. aufnimmt. Dass das Blut mehr Kohlensäure aufnehmen kann als das Wasser, das röhrt von den im Blute enthaltenen Salzen her, namentlich von den kohlensauren und phosphorsauren Alkalien des Blutes. Selbst wenn die bis zum Tode fortgesetzte Erstickung durch Zuschnürung der Luftwege bewirkt wird, steigt der Kohlensäurerreichthum des Venenblutes nie über 53 Vol. pCt. und die in den Luftwegen zurückbleibende Luft enthält alsdann niemals über 15 Vol. pCt. Kohlensäure. Das Blut wird also selbst unter diesen Verhältnissen bei Weitem nicht mit Kohlensäure gesättigt. Einen grösseren Reichthum an Kohlensäure kann das Blut freilich enthalten, wenn eine Mischung von Kohlensäure und Sauerstoff eingethmet wird, wie es geschieht, wenn ein lebendes Thier oder ein Mensch in einem anfangs mit reinem Sauerstoff oder mit atmosphärischer Luft gefüllten grossen Raume hermetisch eingesperrt wird. Der Erstickungstod, welcher hierbei erfolgt, ist wesentlich verschieden von demjenigen, welcher durch Zuschnüren oder Absperrung der Luftwege erfolgt. Der Tod erfolgt nehmlich unter solchen Verhältnissen durch Kohlensäurevergiftung. Die Luft, welche alsdann beim Eintritte des Todes im Luftraume zurückgeblieben ist, kann, wenn ursprünglich reiner Sauerstoff geathmet wurde, selbst ebenso reich, ja noch reicher an Sauerstoff sein als gewöhnliche atmosphärische Luft. Dieser von Kohlensäurevergiftung abhängige Erstickungstod erfolgt ohne Krämpfe, unter immer steigender Betäubung und Mattigkeit, während die andere Art von Erstickungstod, welche (bei Verschluss der Luftwege) vom Mangel an Sauerstoff abhängt, immer von Krämpfen begleitet ist. Wenn die Erstickung von einer Kohlensäurevergiftung abhängt, kann das Blut viel reicher an Kohlensäure werden als bei derjenigen Art der Erstickung, welche vom Sauerstoffmangel abhängt, aber selbst in solchem Falle ist das Blut beim Eintritte des Todes niemals mit Kohlensäure gesättigt.

Ein Theil der Kohlensäure des Blutes ist als freie, einfach absorbirte Kohlensäure vorhanden, ebenso wie in reinem Wasser. Nur dieser Theil der Kohlensäure entweicht beim Athmen, weil er in die gewöhnlich sehr kohlensäurearme atmosphärische Luft durch Diffusion aufgenommen wird. Ein anderer Theil der Kohlensäure ist in lose gebundenem Zustande im Blute vorhanden. Derselbe entweicht beim Kochen des Blutes im luftleeren Raume zugleich mit der vorhandenen freien Kohlensäure. Er findet sich im anderthalb- und doppeltkohlensauren Natron des Blutes. Ein dritter Theil der Kohlensäure des Blutes befindet sich in fester chemischer Verbindung, und dieser kann selbst nicht durch Kochen des Blutes im luftleeren Raume, sondern nur mittelst einer stärkeren freien Säure ausgetrieben werden. Er ist im Blute als einfach kohlensaures Natron vorhanden. Das Arterienblut enthält nicht nur weniger freie und locker gebundene Kohlensäure als das gleichzeitig bei demselben Individuum vorhandene Venenblut, sondern es enthält auch constant weniger fest gebundene Kohlensäure. Untersuchungen, auf die wir hier nicht weiter eingehen können, beweisen, dass dieses davon abhängt, dass das Oxyhämoglobin wie eine freilich nur sehr schwache Säure wirkt, und dadurch einen grösseren Theil der locker gebundenen und einen geringeren Theil der fest gebundenen Kohlensäure aus ihrer Verbindung austreibt, und dadurch die Spannung der freien Kohlensäure im Blute vermehrt. In luftdicht abgesperrtem Blute, welches mehr oder weniger mit Sauerstoff gesättigt ist, wird die Sauerstoffmenge, welche durch Auspumpen im luftleeren Raume ausgetrieben werden kann, nach und nach geringer, während umgekehrt sein Reichthum an Kohlensäure in einem ähnlichen Verhältnisse zunimmt. Diese Kohlensäurebildung scheint in den rothen Blutkörperchen vor sich zu gehen, die gebildete Kohlensäure wird aber, wie es scheint, sogleich an das Plasma oder Serum abgegeben.

Wenn man das Blut gleich nach seiner Entleerung gequirlt oder anhaltend und stark geschüttelt hat, und alsdann durch Filtern z. B. durch Leinewand (oder noch besser durch vorher ausgespülten weissen Atlas) den ausgeschiedenen Faserstoff (das Fibrin) entfernt hat, so enthält das sogenannte „gequirte“ oder „defibrierte“ Blut, dessen Coagulationsfähigkeit nun aufgehoben ist, bekanntlich Blutkörperchen, welche in Serum statt ursprünglich in Plasma suspendirt sind. Die Blutkörperchen bewahren hierbei voll-

kommen ihre Form und ihre ursprüngliche Fähigkeit durch Aufnahme von Sauerstoff Oxyhämoglobin zu bilden, und das „gequirlte“ oder „defibrinierte“ Blut verhält sich rücksichtlich der respiratorischen Functionen ganz und gar ebenso wie das ursprüngliche, „fibrinhaltige“ Blut. Wenn das defibrinierte Blut mit atmosphärischer Luft geschüttelt wird, so nimmt es dadurch nicht nur die hellrothe Farbe des arteriellen Blutes an, sondern es wird auch wie dieses mit Sauerstoff gesättigt. Es ist kein anderer Unterschied vorhanden zwischen der Sauerstoffmenge, welche beim Auskochen im lustleeren Raume aus dem ursprünglichen Arterienblute und aus dem defibrinierten, mit einer hinreichenden Menge atmosphärischer Luft geschütteltem Blute ausgetrieben und gewonnen werden kann, als derjenige, welcher von einer etwaigen Verschiedenheit der relativen Menge der rothen Blutkörperchen (oder des Hämoglobins) abhängt. Ich habe indessen bereits in meiner Doctordissertation nachgewiesen, dass es von der Art und Weise, wie das Blut gequirlt wird, abhängt, ob die relative Menge der Blutkörperchen beim Defibriniren mehr oder weniger erheblich abnimmt oder unverändert bleibt. Eine Abnahme findet statt, wenn so schwach und langsam gequirlt wird, dass eine verhältnissmässig grosse Menge Blutkörperchen mit in den gerinnenden Faserstoff eingeschlossen und mit demselben entfernt wird. Durch längeres Stehen nimmt die Sauerstoffmenge des gequirlten Blutes langsam ab und die Kohlensäuremenge nimmt langsam zu, vollkommen ebenso wie im Arterienblute. Durch Beührung mit freier Kohlensäure steigt auch der Kohlensäuregehalt des gequirlten und des ungequirlten Blutes in ganz gleicher Weise. Defibriniertes Blut, welches so durch Aufbewahren oder durch Beührung mit Kohlensäure relativ kohlensäurereich und sauerstoffarm geworden und dadurch dem Venenblute ähnlich geworden ist, wird durch Schütteln mit einer hinreichenden Menge atmosphärischer Luft sogleich wieder vollständig mit Sauerstoff gesättigt, und es verliert hierbei zugleich seinen Ueberschuss an Kohlensäure. Diese Veränderung, welche ganz und gar derjenigen entspricht, welche beim Durchströmen des venösen Lungenarterienblutes durch die Lungencapillaren erfolgt, und wodurch dieses in das mit dem Arterienblute identische Lungenvenenblut umgewandelt wird, erfolgt ausserhalb des Körpers mit

dem gequirten oder defibrinirten Blute ebenso schnell und in ganz gleicher Weise wie mit dem ursprünglichen nicht defibrinirten Blute. Zwischen defibrinirtem Blute, das aus arteriellem Blute dargestellt ist, und solchem, das aus venösem, dem rechten Herzen entnommenen Blute bereitet ist, ist durchaus kein Unterschied vorhanden, und es ist bisher auch nicht gelungen, irgend merkliche Unterschiede zwischen dem verschiedenen Venen entnommenen Blute unzweifelhaft nachzuweisen. Dieses ist leicht begreiflich, wenn man berücksichtigt, dass die ganze Blutmasse des Körpers in etwa 23 Secunden das Herz passirt, so dass die Veränderungen, welche das Blut bezüglich der Wassermenge und der aufgenommenen verschiedenen Excretionsstoffe bei jedem einzelnen Durchgange durch ein Gewebe erleidet, ganz ausserordentlich geringfügig sein müssen, selbst wenn die im Laufe von 24 Stunden dadurch zu Wege gebrachte Summe bedeutend ist. Wir können daher ganz unbedenklich defibrinirtes Blut aus den Arterien und aus den verschiedenen Venen des Körpers für Bewerkstättigung der respiratorischen Functionen als gleichwertig betrachten, und es als entschieden ansehen, dass das defibrinirte Blut bezüglich dieser Function ganz dieselben Dienste zu leisten vermag, wie das ursprüngliche, nicht defibrinirte Blut.

Halten wir nun die oben gestellte Frage über den Anteil der einzelnen Blutbestandtheile an der allgemeinen Bedeutung des Blutes als Transportmittel fest, so müssen wir unzweifelhaft das Wasser des Plasma als das gemeinsame Transportmittel für die Nahrungsstoffe und für die bei der Ernährung und dem Stoffwechsel der Gewebe gebildeten Decompositions- und Excretionsstoffe und endlich auch noch für die im Plasma gelösten Salze auffassen. Dabei erscheint es wahrscheinlich, dass die Function der im Plasma enthaltenen Eiweissstoffe wenigstens zum Theil darin besteht, dass sie das Wasser aufsaugen und festhalten, und sie würden alsdann das wesentliche Transportmittel für das sämmtliche Wasser sein, das fortwährend mit der Nahrung aufgenommen und das theils in Dampfform, theils in tropfbar flüssiger Form mit den Excreten ausgeschieden wird.

Mit Rücksicht auf die im Plasma enthaltenen Eiweissstoffe muss

man freilich einräumen, dass ihre physiologische Bedeutung keineswegs klar ist, selbst wenn man annimmt, dass sie wahrscheinlich eine wesentliche Bedeutung für den Transport des circulirenden Wassers haben. Es finden sich nehmlich wenigstens 3 verschiedene Albuminstoffmodificationen im Plasma des Blutes, nehmlich Faserstoff (Fibrin), welcher spontan beim Quirlen oder bei der Coagulation ausgeschieden wird, Serumcasein, welches nach Entfernung des Faserstoffs durch Verdünnung und Neutralisation des Serums (durch Kohlensäure oder durch andere höchst verdünnte Säuren) ausgeschieden wird, und Serumalbumin, welches nach Ausfällung des Faserstoffs und des Serumcaseins zurückbleibt, und welches alsdann dadurch zu erkennen ist, dass es durch Kochen, Alkohol u. s. w. ausgeschieden wird. Es ist, aus Gründen, auf die ich hier nicht näher eingehen will, nicht unwahrscheinlich, dass es zunächst wohl nur das Serumalbumin ist, dessen wesentliche Function darin besteht, dass es als Transportmittel für das circulirende Wasser und für die im Plasma gelösten Salze dient, und dass das Serumcasein, an dessen Bildung die Blutkörperchen betheiligt zu sein scheinen, vielleicht zunächst als unmittelbarer Nahrungsstoff für die Gewebe und als das Material, woraus dieselben regenerirt werden, angesehen werden kann. Rücksichtlich desjenigen Plasmabestandtheils oder derjenigen Plasmabestandtheile, aus welchen bei der Coagulation ge-ronnener Faserstoff oder Fibrin entsteht, ist es wahrscheinlich, dass derselbe (oder einer seiner wesentlichen Bestandtheile) ursprünglich ausserhalb der Blutgefässe, in den Geweben, als ein Nebenproduct der Zellenbildung entsteht, und dass diese fibrinogene Substanz (oder der sogenannte flüssige Faserstoff) das Material für gewisse Secretionsproducte liefert. Hierfür spricht besonders der Umstand, dass die Fibrinmenge nicht abnimmt, sondern im Gegentheil ganz constant zunimmt bei einer jeden Entzündung, solange diese mit vermehrter Zellenbildung verbunden ist, und ferner auch der Umstand, dass die relative Menge des Fibrins während des normalen Verlaufs der Inanition nicht abnimmt, sondern unverändert bleibt. Hierzu kommt noch hinzu, dass die Fibrinmenge durch unmittelbare Transfusion ganzen, nicht defibrinirten Blutes nicht zunimmt, sondern unverändert bleibt, dass seine ursprüngliche Menge sehr bald restituirt wird, wenn man einen grossen Theil des Blutes des Thieres nach vorhergeganger Entleerung defibrinirt und dann wieder als

defibriniertes Blut injicirt hat und endlich dass die relative Fibrinmenge durch Blutentleerungen unverändert bleibt, namentlich nicht abnimmt. Aber selbst wenn man annehmen wollte, dass der Faserstoff als unmittelbares Nahrungsmaterial für die Gewebe diente, so ist die Menge desselben in normalem Blute ja so geringfügig, dass das Quantum desselben, welches bei unmittelbarer Transfusion transfundirt werden könnte, unmöglich eine wesentliche Bedeutung haben kann. In einem Pfund normalen Blutes ist ja nicht mehr als etwa 1 Grm. Faserstoff enthalten, dessen Stickstoffmenge etwa 0,3 Grm. Harnstoff entspricht, während ja in 24 Stunden normal etwa 30 Grm. Harnstoff ausgeschieden werden: 1 Grm. Fibrin würde also nur für etwa 20 Minuten genügen können!

Wenn man auf Alles dasjenige, was im Vorhergehenden angeführt worden ist, Rücksicht nimmt, so muss man zu dem Resultate kommen, dass wir durch die Transfusion dem Organismus weder dadurch helfen können, dass wir ihm mit dem transfundirten Blute unmittelbar Nahrungsmaterial zuführen, noch auch dadurch, dass wir denselben durch eine mit Depletion verbundene Transfusion von schädlichen Excretionsstoffen oder von solchen giftigen Substanzen befreien können, welche immerfort im Organismus gebildet und reproduciert werden, sondern dass wir durch die Transfusion nur dem Mangel an functionstüchtigen rothen Blutkörperchen abzuhelfen im Stande sind.

Dass die Transfusion bei vorhandenem Mangel an functionstüchtigen rothen Blutkörperchen von einem physiologischen Standpunkte aus indicirt ist, das ist ja klar erwiesen durch die oben angeführten, späterhin, wie wir sehen werden, vielfach wiederholten und variirten Versuche, welche beweisen, dass man Blutkörperchen von einem Individuum in ein anderes Individuum derselben Art so transplantiren kann, dass sie fortfahren normal zu functioniren, d. h. immerfort Sauerstoff aus den Lungen aufzunehmen und denselben den lebendigen Geweben zuführen, welche dieser Zufuhr für die Erhaltung ihrer Functionen nothwendig bedürfen. Wir haben gesehen, dass man durch Bluttransfusion, ohne Entleerung einer entsprechenden Menge des ursprünglichen Blutes die absolute und relative Menge der rothen Blutkörperchen sehr bedeutend vermehren

kann, indem die vorübergehende Vermehrung der Blutmenge bald, wenigstens nach Verlauf von wenig Tagen, wieder ausgeglichen wird. Wir können den absoluten und relativen Reichthum des Blutes an rothen Blutkörperchen auch dadurch vermehren, dass wir demselben anstatt eines Theils des ursprünglichen, an Blutkörperchen allzu armen Blutes bei einer mit Depletion verbundenen Transfusion eine gleiche Menge an rothen Blutkörperchen reichen Blutes mittheilen. Wir würden auch bei der Vergiftung mit Kohlenoxydgas, welche ja darauf beruht, dass die rothen Blutkörperchen grossen Theils ihre Fähigkeit Sauerstoff aufzunehmen verloren haben, dem Betreffenden dadurch helfen können, dass wir ihm durch Transfusion eine hinreichende Menge functionsfähiger rother Blutkörperchen beibrächten, und die Wirkung der Transfusion würde alsdann nicht vermindert werden, wenn wir gleichzeitig einen Theil der durch die Vergiftung unwirksam gemachten ursprünglichen Blutkörperchen entfernen — vorausgesetzt, dass die Zufuhr des Gifts aufgehört hat.

Aber eben so wenig als man, dem oben Mitgetheilten zufolge, dem Organismus fehlendes Nahrungsmaterial durch Transfusion in solcher Menge zuführen kann, dass ihm dadurch irgend welche wirksame Hülfe geleistet wird, ebenso wenig kann man dem Organismus durch eine mit Depletion verbundene Transfusion von schädlichen Excretionsstoffen oder von solchen giftigen Substanzen befreien, welche immerfort im Organismus gebildet und reproduciert werden. Dieses hat man naimentlich bei Ausführung der Transfusion gegen Pyämie, Erysipelas, Diphtheritis u. s. w. beabsichtigt. Man hat hierbei aber nicht bedacht, dass das in diesen Krankheiten wirksame Gift, wie man es sich auch vorstellen mag, ganz gewiss immerfort im kranken Organismus producirt und reproduciert wird, und dass dieses wahrscheinlich nicht nur im Blute, sondern auch ausserhalb des Blutes in den Geweben geschieht und man hat sich offenbar nicht klar vorgestellt, mit welcher Schnelligkeit der Kreislauf vor sich geht und wie gering die Menge des in jedem einzelnen Momente im Blute befindlichen und mit demselben transportirten schädlichen Stoffes wahrscheinlich ist, und wie schnell diese kleinen Mengen von anderen kleinen aber stetig nachrückenden Mengen abgelöst werden, und wie ihre Masse nur durch Summirung an den Endpunkten gross wird. Die Giftmenge, die man in solchen Fällen

bei der Depletion entfernen kann, wird daher verschwindend klein sein, im Vergleich mit der während eines Tages producirten Menge, und nachdem die ganze Blutmasse das Herz einige Male (im Laufe einer Minute oder weniger Minuten) passirt hat, wird die Menge des im Blute vorhandenen Giftstoffes wahrscheinlich wieder ebenso gross sein, wie vor der Transfusion. Ich betrachte es daher als ein unglückliches Missverständniss der mit Depletion verbundenen Transfusion, die ich einst zur Sprache gebracht habe, wenn man gemeint hat, dieselbe sei in den genannten Krankheiten rationell indicirt.

Man hat aber freilich in vielen Fällen die Transfusion ohne irgend welche rationelle Indication ausgeführt, und es würde eine weitläufige und undankbare Arbeit sein, wollte man den Gedankengang untersuchen, welcher manchen derjenigen Aerzte vorgeschwobt haben mag, welche diese Operation ausgeführt haben. In den Jahren 1667 bis 1668 wurden, wie Scheel berichtet, Transfusionen (mit Lammmblut) gegen Geisteskrankheiten, Lepra, „Fluxus hepaticus et lienalis“, Paralyse, Skorbut u. s. w. ausgeführt, ja in 3 von 14 Fällen war keine andere Indication für die Operation vorhanden als die, dass es den Kranken an Geld fehlt. Dass es Aerzten vor 200 Jahren einfallen konnte, die Transfusion ohne rationelle Indication auszuführen, erscheint jedoch sehr viel weniger auffallend, als dass manche Aerzte noch in der neueren und allernewesten Zeit die Transfusion in Krankheitsfällen in Anwendung gebracht haben, in welchen sie kaum mehr rationell indicirt war als bei jenen mittelalterlichen Operationen. So hat man in neuerer Zeit mehrfach im Stadium algidum der Cholera Transfusion gemacht, ohne zu bedenken, dass der relative Reichthum des Blutes an Blutkörperchen, welcher hier so gross wird, dass dadurch ein wesentliches Hinderniss für den Kreislauf desselben entsteht, durch die Transfusion eben noch grösser gemacht wird. Man hat die Transfusion auch gegen Choleratypoid angewendet, ohne zu bedenken, dass die (durch die hierbei vorhandene Nierenaffection hervorgerufene) Anhäufung des Harnstoffs im Blute und in den Geweben, welche hier Gefahr bringt, unmöglich durch die Transfusion aufgehoben werden kann, weil sich der Harnstoff immer von Neuem wieder bildet, und in wenig Minuten im Blut die vorige Höhe wieder erlangen wird. Man hat in unseren Tagen die Trans-

fusion auch gegen Tetanus, gegen Melancholie und Eratomanie, sowie gegen Eclampsie in Anwendung gebracht. Herr Dr. Oscar Hasse in Nordhausen, welcher auf den Herrn Dr. Franz Gesellius als theoretische Autorität gestützt, die Lammbluttransfusion wieder in Aufnahme gebracht hat, hat dieselbe angewendet um Paralysis agitans zu heilen, und er hat dieselbe als Heilmittel gegen Phthisis geradezu en vogue gebracht. In sehr vielen Fällen ist die Transfusion gegen allerlei moribunde Zustände oder gegen Gefahr anzeigenende Kleinheit und Schwäche des Pulses angewandt worden, ohne dass man auf die Krankheiten Rücksicht genommen hat, bei welchen diese Zustände und Symptome auftreten, und ohne darauf Rücksicht zu nehmen, dass dieselben ebenso wohl von einer primären Schwächung des Herzens und der Herzcontraktionen abhängen können, als von Mangel an Blut oder rothen Blutkörperchen. Dass in einigen Fällen, wo die Transfusion durchaus nicht rationell indicirt war, dennoch von den Verfassern angegeben worden ist, dass der Ausfall „günstig“ war, ist natürlicherweise ganz bedeutungslos. Denn die Aerzte wissen ja aus täglicher leidiger Erfahrung, wie oft ein Medicament, dessen Unwirksamkeit später unzweifelhaft bewiesen ist (ich erinnere hier nur an die von Aerzten und Laien hoch gepriesenen Pariser Pepsinpastillen, welche ich bei sorgfältiger chemischer Untersuchung stickstofffrei, also auch pepsinfrei fand), in hohen Tönen wegen therapeutischer Wirkungen gepriesen worden ist, während es sich bei näherer Untersuchung ergiebt, dass dieselben theils auf gemeinem Humbug beruhen, theils, und gewiss viel häufiger, auf dem gewöhnlichen Trugschluss, post ergo propter! In vielen der sogenannten „günstigen“ Fälle findet man denn auch bei näherer Untersuchung, dass der sogenannte „günstige“ Ausfall nur darin bestand, dass der Kranke nicht während oder kurz nach der Operation starb, oder dass der Ausfall so bezeichnet wurde, weil der Kranke endlich, nach Verlauf langer Zeit, wieder gesund wurde, vielleicht nicht wegen, sondern trotz der vorgenommenen Operation. Es würde von einem beklagenswerthen Mangel an Kritik zeugen, wenn Jemand auf solche aus den verschiedenartigsten Krankheitsfällen componirte statistische Zusammenstellungen, wie sie z. B. Herr Dr. Franz Gesellius geliefert hat, irgend welches Gewicht legen wollte. Denn eine Statistik hat ja nur dann etwas zu bedeuten, wenn mit

einigermaassen gleichartigen Grössen gerechnet wird, und selbst wenn eine gewisse Gleichartigkeit vorhanden ist, kann man ja nur durch sehr grosse Zahlen die Chancen des Zufälligen ausschliessen, falls die Gleichartigkeit nicht ganz vollkommen ist.

Ich meine also, dass man getrost die Transfusionsstatistik bei Seite legen kann, bis eine grosse Anzahl solcher Fälle vorliegt, wo die Transfusion auf Grund der einzigen rationellen Indication, die meines Erachtens zur Zeit anzuerkennen ist, nehmlich wegen unzweifelhaften hochgradigen Mangels an functionstüchtigen rothen Blutkörperchen, ausgeführt worden ist. Das Gebiet, auf welches die Transfusion durch diese Indication hingewiesen wird, ist keineswegs ein geringes. Zur Diagnose eines solchen Mangels an functionstüchtigen rothen Blutkörperchen genügt es aber nicht auf Puls, Gesichtsfarbe, Temperatur u. s. w. Rücksicht zu nehmen, sondern es ist dazu eine Blutuntersuchung nothwendig, wenn nicht die Anamnese eine vollkommen sichere Anleitung giebt, durch Nachweis starker Blutung oder stattgefunder Kohlenoxydvergiftung. Zur Vornahme der zur Sicherung der Diagnose nöthigen Blutuntersuchung braucht man bei **Sorgsamer** Anwendung der von Malassez<sup>1)</sup> neuerdings sehr wesentlich verbesserten Blutkörperchenzählung, welche in etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde ausführbar ist, nur ein kleines Bluttröpfchen, das auch der an Blut ärmste Kranke ohne jeglichen Schaden verlieren kann.

Ob aber die Transfusion überhaupt in Anwendung zu bringen ist, und ob dieselbe auch in solchen Fällen zu verwenden ist, wo der Mangel an functionsfähigen rothen Blutkörperchen nicht das eigentliche Wesen der Krankheit ausmacht, sondern auch in solchen Fällen, wo sie secundär als Folgekrankheit oder Complication hinzutreten ist, das muss natürlicherweise von der Beantwortung der Fragen abhängen, inwiefern die Operation selbst gefährlich ist, und inwiefern die Verhältnisse übrigens ihre Ausführung gestatten. Wenn zur Transfusion brauchbares Blut leicht und reichlich zu haben wäre, so könnte man vielleicht veranlasst sein diese Operation öfter als symptomatisches Heilmittel anzuwenden, bei Gegenwart einer mit hochgradigem Mangel an rothen Blutkörperchen

<sup>1)</sup> L. Malassez, *De la numération des globules rouges du sang*. Paris 1873.  
u. *Archives de Physiologie*. Deuxième Serie. Vol. I. 1874. IV—V.

complieirten Krankheit, vielleicht auch bei gewissen Vergiftungen, wo sie sich (namentlich bei Phosphorvergiftung) in einzelnen Fällen (bei gleichzeitiger Depletion) wirklich bewährt zu haben scheint. Je schwieriger es aber ist, zur Transfusion wirklich brauchbares Blut zu erhalten, desto mehr Veranlassung ist vorhanden, diese Operation auf solche Fälle zu beschränken, in welchen die Indication ganz unzweifelhaft vollkommen rationell ist, d. h. wo der Mangel an functions-fähigen rothen Blutkörperchen die primäre und wesentliche Krankheitsursache ist.

Als Contraindication gegen Anwendung der Transfusion muss ich, meinen, an Thieren gemachten, seiner Zeit ausführlich besprochenen und im Folgenden noch zu berührenden Erfahrungen zufolge, eine grosse Schwächung des Nervensystems, und speciell der Herznerven, welche den Eintritt einer Paralyse des Herzens während der Operation befürchten lässt, bezeichnen. Die Schwäche der Herzbewegungen kann primär sein, und sie kann ein so bleiches Aussehen, ein solches Sinken der Temperatur und einen so kleinen und schwachen Puls veranlassen, dass der Arzt dadurch leicht zu der Annahme verleitet werden kann, es sei ein überaus grosser Mangel an rothen Blutkörperchen vorhanden, ohne dass dieses wirklich der Fall ist. In solchen Fällen ist natürlicherweise nicht Transfusion, sondern die Anwendung incitirender Mittel indicirt, und hier ist ganz besonders die Blutuntersuchung mittelst der von Malassez angegebenen Methode von grosser Bedeutung für die Feststellung der Diagnose und der Indication. Muss man sich entscheiden, ohne die Blutuntersuchung vorher vornehmen zu können, so ist in solchen zweifelhaften Fällen jedenfalls die grösste Vorsicht anzurathen, indem man das Blut noch langsamer transfundirt als gewöhnlich.

## 2.

Unmittelbare Transfusion durch eine dem blutgebenden (gesunden) Individuum angehörige Arterie in eine dem das Blut empfängenden (kranken) Individuum angehörige Vene, wobei also das Blut durch eine die Arterie des einen mit der Vene des anderen verbindende Canüle direct überströmt, ist eine Operation, welche ohne grosse Schwierigkeit bei Versuchen an Thieren oder bei Trans-

fusion aus der Arterie eines Thieres in eine Vene eines Menschen ausgeführt werden kann. Dieselbe ist aber mit drei wesentlichen Misslichkeiten verbunden. Man kann nehmlich 1) die transfundirte Blutmenge nur dadurch bestimmen, dass man beide die betreffenden Individuen, vor und nach der Transfusion, auf einer hinreichend grossen und fein ziehenden Waage wägt; man ist also ausser Stande, die Transfusion gerade dann zu unterbrechen, wenn eine vorher bestimmte Blutmenge transfundirt ist. Man kann aber auch 2) bei dieser Transfusionsweise niemals sicher sein, dass nicht Blutgerinnsel mit transfundirt werden. Man kann endlich 3) die Schnelligkeit des Ueberströmens des Blutes nicht reguliren, und es kann die Transfusion aus diesem Grunde lebensgefährlich werden.

Es ist mit Rücksicht auf den erstgenannten Uebelstand einleuchtend, dass die Bestimmung der transfundirten Blutmenge um so ungenauer werden muss, je grösser die betreffenden Individuen sind, und dass die Bestimmung für Individuen von der Grösse eines Menschen ganz illusorisch wird, wenn man nicht über eine hinreichend grosse und sehr fein ziehende Waage disponirt. Wenn während der Tranfusion irgend eine Entleerung erfolgt, so kann dadurch selbstfolglich die Bestimmung der transfundirten Blutmenge vereitelt werden. Bei den in neuester Zeit auf Vorschlag des Herrn Dr. Franz Gesellius von Herrn Dr. Oscar Hasse und seinen Nachfolgern ausgeführten Lammbluttransfusionen hat man freilich die transfundirte Blutmenge dadurch zu bestimmen gesucht, dass man ermittelt hat, wie viel Blut in einer gegebenen Zeit, z. B. in einer Minute, aus der offenen, in der Arterie befestigten Canüle bei freiem Ausströmen in ein Maassgefäß hineinfliest. Hierbei hat man aber nicht bedacht, dass das Blut bei der Transfusion einem Widerstande in der Vene begegnet, und dass dieser Widerstand je nach der Höhe des Blutdrucks in der Vene steigt und dass dieser gerade in den zur Transfusion benutzten oberflächlichen Venen der Extremitäten sehr grossen Schwankungen unterworfen ist. Es ist also einleuchtend, dass die Blutmenge, welche in gegebener Zeit in die Vene hinüberströmt, immer geringer wird, als diejenige, welche durch die offene Canüle in das Maassgefäß hineinfliest, und dass es unmöglich ist diesen Unterschied zu berechnen. Der Blutdruck in der Vene kann unter Umständen selbst ebenso hoch werden, wie in der Arterie des blutgebenden Individuums, und es ist daher

sehr wohl möglich, dass bei manchen derartig ausgeführten Transfusionen gar kein Blut transfundirt worden ist. Die modernen Lammmbluttransfuseurs nehmen es aber mit der überströmenden Blutmenge nicht so genau. Sie glauben ein practisches Zeichen gefunden zu haben, welches ihnen angeben soll, wann eine hinreichende Blutmenge übergeströmt ist. Das blutempfangende Individuum soll nehmlich, wenn es soviel erhalten hat „als es vertragen kann“, unruhig werden, indem heftige Dyspnoë entsteht, und die Unterbrechung der Transfusionen verlangen. Herr Dr. Oscar Hasse hat in der Regel die Reactionsphänomene bis zur Ohnmacht und Bewusstlosigkeit des Individuumus steigen lassen, aber er findet es doch ratsam mit der Transfusion inne zu halten, wenn die Dyspnoë sehr gross wird oder wenn der Kranke es verlangt. Ich habe aber bei meinen Transfusionsversuchen an Thieren gefunden und bei der Veröffentlichung derselben es sehr stark betont, dass die hier besprochenen Erscheinungen viel mehr von der Schnelligkeit, mit der man transfundirt, abhängen, als von der Blutmenge, welche transfundirt wird, und ich habe gezeigt, dass die genannten Erscheinungen durch Ueberfüllung des rechten Atriums mit Blut hervorgerufen werden, und dass man das betreffende Individuum hierdurch sehr leicht und schnell tödten kann, indem die rhythmischen Bewegungen des Herzens sogleich gelähmt werden, wenn die Wandung des Atriums durch einen starken Druck von innen her ausgespannt wird. Dieses von Herrn O. Hasse benutzte practische Zeichen, „dass die Kranken soviel Blut empfangen haben, als sie vertragen können und als ihnen dienlich ist“, bedeutet demnach nichts Anderes, als dass das Leben des Kranken durch Ueberfüllung des rechten Herzens bedroht ist, es zeigt aber nicht an, ob die Blutmenge, welche der Kranke bekommen hat, gross oder gering ist, indem man durch schnelle und forceirte Injectionen die genannten Erscheinungen schon mittelst einer verhältnissmässig sehr geringen Blutmasse hervorrufen kann. Man kann dieser Gefahr allerdings dadurch vorbeugen, dass man die Oeffnung der Canüle sehr klein und fein macht; hierdurch verlängert man aber die Dauer der Transfusion und erhöht die Gefahr der Gerinnung des Blutes in der Canüle, welche entweder zur Folge hat, dass kein Blut transfundirt wird (obgleich der Arzt vielleicht vermutet etwas transfundirt zu haben), oder dass mit dem Blute Gerinnsel transfundirt

werden, welche Embolie mit allen ihren hämischen Folgen hervorufen können. Wenn man die Arterie mit der Vene verbindet, so muss man natürlich dafür Sorge tragen, dass die Canüle keine Luft enthält. Diese kann leicht ausgetrieben und vom Blute verdrängt werden, wenn die Canüle zuerst in die Arterie hineingebracht wird. Bevor man aber das andere Ende der mit Blut gefüllten Canüle in die Vene angebracht hat, ereignet es sich oft, dass das Blut bereits geronnen ist, und die Transfusion wird alsdann entweder illusorisch oder durch Embolie Gefahr bringend. Man hat deshalb auch vorgeschlagen, die Canüle mit einer Lösung von kohlensaurem Natron zu füllen, um dadurch die Coagulation zu verhindern. Als dann transfundirt man aber ausser dem Blute selbstverständlich auch noch eine gewisse Menge kohlensaures Natron, und das ist nicht ganz ohne Gefahr. In den meisten Fällen gelingt es freilich, das Blut ohne Gerionsel zu transfundiren, wenn es gelingt die Canüle zuerst schnell in der Arterie zu befestigen und sie alsdann, nachdem sie mit Blut gefüllt und darauf mit einer passenden kleinen Klemme versehen war, schnell in die Vene anzubringen. Es ist dann zweckmässig, eine Canüle von schwarzem Gummi mit passenden Endröhren von Glas oder Metall zu benutzen, nachdem man die Canüle vorher sorgfältig gereinigt und mit einer Lösung von kohlensaurem Natron ausgespült hat. Die von Gesellius aufgestellte Behauptung, dass das Blut im Gummirohr besonders schnell coaguliren sollte, ist völlig unbegründet, wenn das Gummirohr rein ist. Vollkommen sicher kann man jedoch niemals die Gerinnung des Blutes in der Canüle während der Herstellung der Verbindung zwischen Arterie und Vene verhindern. — Ausser diesen Misslichkeiten, welche immer mit der unmittelbaren Transfusion verbunden sind, kommt aber bei der Ausführung der Operation an Menschen noch der sehr wichtige Umstand in Betracht, dass die Arteriotomie eine zu ernsthafte und bedeutende Operation ist, als dass man von einem gesunden Menschen erwarten oder verlangen könnte, dass er sich derselben zum Besten eines kranken Mitmenschen unterwerfen sollte.

Versuche, das Blut aus dem peripherischen Ende einer Vene des blutgebenden Individuums in das centrale Ende einer dem blutempfängenden Individuum angehörige Vene überströmen zu lassen, misslangen mir immer, weil die Kraft, welche das Blut hinübertreiben

soll, in der Regel nicht gross genug ist. Wenn man nicht über einen kräftigen arteriellen Blutdruck disponirt, so bedarf man einer Hülfskraft. Gewöhnlich hat man sich hierzu einer Spritze bedient. Diese muss einen dicht schliessenden Stempel haben, welcher jedoch so leicht beweglich sein muss, dass man bei der Bewegung desselben sogleich einen jeden Widerstand fühlt, welcher auf das entgegengesetzte Ende des Stempels einwirkt, so dass man den Druck reguliren und nach der Grösse des Widerstandes abpassen kann, ohne einen etwa vorübergehend auftretenden starken Widerstand zu forciren. Eine solehe Spritze, welche am zweckmässigsten circa 100—200 Cem. fasst, muss aus einer gläsernen Röhre bestehen, damit man nach ihrer Füllung sehen kann, ob sie noch Luft enthält, welche alsdann durch Vorschieben des Stempels, bei aufwärts gerichteter Spitze, ausgetrieben werden muss. Die Canüle, welche in die Vene eingebunden wird, muss der stumpfen Spitze der Spritze so angepasst sein, dass letztere luft- und wasserdicht in ersterer schliesst. Der im Blutgefässe angebrachten Canüle giebt man zweckmässiger Weise eine solche Biegung, dass das weitere, für Aufnahme der Spritzen-spitze bestimmte Ende nach oben gewandt ist. Wenn man dieselbe alsdann mit dem in der Spritze enthaltenen Blute vollständig füllt, so kann man die Spitze der Spritze ohne Einschluss irgend eines Luftbläschens in die Canüle hineinbringen und fest andrücken. Es versteht sich von selbst, dass die Dicke der Canüle nicht grösser sein darf, als dass sie je mit Leichtigkeit in das betreffende Blutgefäß eingebracht werden kann; es schadet aber nicht, wenn sie bedeutend dünner ist, als es hierzu nöthig ist, weil die Transfusion des Blutes doch immer sehr langsam hewerkstellt werden muss. Um das Einbringen der Canüle zu erleichtern, ist es zweckmässig, die Wand des Blutgefäßes mit einer feinen Scheere schräge so einzuschneiden, dass dabei ein kleines dreieckiges Läppchen entsteht. Man kann, falls man nicht Depletion mit der Transfusion verbinden will, dasjenige Ende des Gefäßes unterbinden, aus welchem das Blut ausströmen würde (falls es eine Vene ist, das peripherische Ende derselben). Man kann aber statt einer Ligatur natürlicherweise auch eine kleine Klemmpincette benutzen, oder man kann einen Gehülfen die Compression besorgen lassen, und dieses dürfte bei der Ausführung der Operation am Menschen in der Regel vorzuziehen sein, um die Veranlassung zu einer Entzündung der Ge-

fässwand der Vene zu vermeiden. Man kann auch die Canüle mit Hülfe einer Ligatur befestigen, man kann aber (um Entzündung der Gefässwand zu vermeiden) in der Regel auch diese Ligatur entbehren, wenn man einen zuverlässigen Assistenten hat, der die Canüle festhält und die Compression besorgt. Braucht man mehr als eine Spritze voll, so kann man selbstverständlicher Weise die Spitze der Spritze von der Canüle trennen, sie wieder füllen und von Neuem, wie vorhin, appliciren. Während die Spritze wieder gefüllt wird, comprimirt der Gehülfen das Blutgefäß auch an derjenigen Seite, nach welcher hin transfundirt wird. Bei Anwendung einer Spritze ist es natürlich eine Hauptsache, dass dieselbe vorher auf das Sorgfältigste gereinigt worden ist, und dass sie ganz trocken ist, weil ein jedes Wassertröpfchen eine entsprechende Menge der Blutkörperchen auflöst, wodurch gelöster Blutfarbstoff in das Blut gebracht wird. — Man hat zur Vermeidung der Spritze mancherlei Vorschläge gemacht, weil der Spritzenstempel aus porösen Stoffen zu bestehen pflegt. Man hat deshalb vorgeschlagen, den nöthigen Druck durch die eigene Schwere des Blutes zu bewirken und diesen Druck dadurch zu erhöhen, dass man den mit Blut gefüllten, graduirten Behälter in die Höhe hebt, nachdem man das untere Ende desselben mittelst eines langen Gummischlauches mit der in der Vene angebrachten Canüle verbunden hat. Man wird hierbei den nöthigen Druck nur dann erreichen, wenn man eine bedeutend grössere Blutmenge zur Verfügung hat, als diejenige, welche transfundirt werden soll. Dieser Rath ist daher unpractisch. Demnächst hat man gerathen, die Luft über dem Blutbehälter mit Hülfe einer kleinen Compressionspumpe (die von Gummi construirt sein kann) zu comprimiren. Dieser Rath ist aber sehr gefährlich, besonders wenn die Blutmenge, die man zur Disposition hat, nur gering ist, und ganz besonders, wenn nicht defibrinirtes Blut zur Transfusion benutzt wird. Denn es ereignet sich oft bei Transfusionen, dass der Druck, welcher nöthig ist um das Blut hinüberzutreiben, plötzlich sehr bedeutend abnimmt, namentlich bei einer tiefen Inspiration (oder wenn Blutgerinnel plötzlich aus der Canüle ausgetrieben werden), und alsdann kann Luft in den Kreislauf dringen und plötzlichen Tod durch Luftembolie bewirken, wie dies schon wirklich geschehen ist. Mit geringerer Gefahr würde man freilich, wenn man eine hinreichende Blutmenge zur Verfügung hätte, die

Luftcompression mit Hülfe des Ludwig'schen Injectionsapparates anwenden können, weil der Luftdruck hier genau bekannt ist und genau regulirt werden kann, und weil man bei Zeiten den Strom unterbrechen kann, bevor Luft in die Röhre gelangt. Hierzu würde aber nicht nur eine Blutmenge nöthig sein, die etwas grösser sein müsste, als diejenige, die transfundirt werden soll, sondern man müsste auch eine der Blutmenge wenigstens entsprechende Menge Quecksilber zur Verfügung haben. Alle diese Apparate sind aber ganz unnöthig, da man ja sehr wohl seinen Spritzenstempel sorgfältig reinigen kann, indem man denselben jedesmal mit neuen Lederscheiben versieht, etwas das ja doch gar nicht so sehr schwierig ist. Das bisher Gesagte gilt begreiflicher Weise ebenso wohl, wenn das Blut in gewöhnlicher Weise in eine Vene injicirt wird, als bei der von Hüter empfohlenen Transfusion in eine Arterie (ein Verfahren das doch wohl nur ganz ausnahmsweise in Betracht kommen dürfte, wenn der Operateur nicht im Stande sein sollte eine passende Vene aufzufinden), und es gilt ebenso wohl von der Anwendung defibrinirten als nicht defibrinirten Blutes. Die Ausführung, welche bei Anwendung defibrinirten Blutes leicht, sicher und gefahrlos ist, wird aber schwierig, unsicher und gefährlich, wenn man nicht defibrinirtes Blut benutzen wollte, weil es gewöhnlich nicht möglich ist, alle die nöthigen Manipulationen in den wenigen Minuten zu bewerkstelligen, binnen welcher das Blut gerinnt und dadurch unbrauchbar und schädlich wird. Man hat das Armamentarium der Chirurgen mit manchen zum Theil sehr künstlichen und curiosen Apparaten bereichert, welche den Zweck haben, die Transfusion mit nicht defibrinirtem Blute zu erleichtern oder zu ermöglichen, welche aber selten oder niemals zur Anwendung gekommen sind, weil sie vollkommen unpractisch sind. Unter Anderen hat der Herr Dr. Franz Gesellius, dessen Name als die theoretische Autorität des modernen Lammbluttransfuseurs O. Hasse nun in weiten Kreisen bekannt geworden ist, einen solchen Transfusionsapparat erfunden und sich mit der Beschreibung desselben in die literarische Welt introducirt. Er behauptete, dass man mit Hülfe dieses Apparats zu jeder Zeit, schnell, sicher und ohne Gefahr, sowie ohne Schmerz für das Blut hergebende Individuum, Capillarblut transfundiren könnte, das viel besser sein sollte als Venenblut, weil es noth-

wendiger Weise an Sauerstoff reicher sein müsste, als dieses. Er übersah hierbei freilich, dass dieses doch etwas zweifelhaft sein muss, weil das durch seinen Schröpfapparat gesammelte Capillarblut sehr viel länger in den Haargefäßen stagnirt hat, als Venenblut bei gewöhnlicher Passage durch die Capillaren, und er bedachte auch nicht, dass ein geringer Unterschied der Sauerstoffmenge des transfundirten Blutes bei dem ersten Kreislaufe des Blutes durch die Lungen ausgeglichen werden muss, weil das Venenblut hier ja vollständig mit Sauerstoff gesättigt wird. Das Alles hat aber hier gar keine Bedeutung, weil er später selbst zur Einsicht gelangte, dass sein Apparat vollkommen unbrauchbar ist, aus dem einfachen Grunde, weil, seinem eigenen Eingeständnisse gemäss, nur einmal und zwar bei einem an Hämophilie leidenden Blutspender mehr als 2 Unzen Blut mit diesem Apparate zu erlangen war, obgleich „das Fleisch des Schulterblattes faustartig straff, und so peinlich spannend in den Schröpfkopf schwillt, dass dem humanen Blutgeber sogar Schmerzenslaute ausgepresst werden“. Dessen ungeachtet beschreibt Herr Gesellius diesen Apparat in seiner Hauptschrift („Studie“) noch ausführlicher und illustriert denselben mit viel schöneren Abbildungen, als in seinem ersten Schriftchen, wie er sagt, um Anderen die Mühe zu ersparen, ihre Zeit mit dergleichen unnützen Erfindungen zu vergeuden. Selbst in seiner dritten und allerneuesten Schrift kann Herr Gesellius nicht umhin dieser seiner Erfindung wieder zu erwähnen und sich sehr zornig darüber zu äussern, dass einem gewissen Dr. Roussel aus Genf auf der Wiener Weltausstellung ein Preis für einen nach seiner Meinung noch schlechteren Transfusionsapparat ertheilt worden ist.

Man hat vielfach gemeint, dass die Coagulation durch Vermeidung der Abkühlung bedeutend aufgehalten werden könnte. Die Erfahrungen, die ich selbst und viele Andere gemacht haben, zeigen dahingegen, dass die Gerinnung dadurch oft kaum merklich verzögert wird, jedenfalls aber wohl kaum jemals mehr als eine Minute. Der völlige Ausschluss der Luft verzögert dieselbe wohl etwas mehr, gewöhnlich aber doch kaum mehr als ein paar Minuten, was aber nicht in Betracht kommt, weil die Luft bei der Operation gar nicht völlig ausgeschlossen werden kann, und weil ein unvollkommener Abschluss der Luft die Coagulation durchaus nicht merklich verzögert.

Man kann freilich die Gerinnung des Blutes durch Zusatz von kohlensaurem Natron in hinreichender Menge verhindern. Herr Rautenberg hat 1867 angegeben, dass 2 Gran Natron carbonicum in 2 Drachmen Wasser gelöst, ausreichen sollte um die Coagulation von 4 Unzen Blut zu verhindern. Solche chemische Zusätze zum Blut dürften aber gefährlich sein. Braxton Hicks, welcher auf Pavy's Anrathen dem Blute phosphorsaures Natron beimischte, um die Gerinnung zu verhindern und um die Defibrination durch Quirlen zu vermeiden, war so unglücklich, dass alle die 6 Kranken, die er operirte, starben, obgleich die von ihm transfundirte Blutmenge äusserst gering war und nur 2 Unzen betrug, und obgleich er  $\frac{3}{4}$  Stunden (!) gebrauchte um diese geringe Menge zu transfundiren. Ob es wahr ist, weiss ich nicht, aber Herr Dr. Franz Gesellius erzählt es in seiner „Studie“, dass Herr Richardson in London im Jahre 1871 vorgeschlagen habe, die Gerinnung des Blutes durch folgende Mischung zu verhindern: 20 Tropfen Liquor Ammonii und 30 Gramm Wasser, oder eine Lösung von 6 Gramm Natron carbon. und 9 Gramm Natron phosphoric. in 60 Gramm Wasser zu 5 (?) Gramm Blut, ja dass man im Nothfalle sogar getrocknetes, dann pulverisiertes und darauf mit Wasser vermischt Blut (sic!) zur Transfusion verwenden könne — ein Vorschlag, den jedoch Herr Gesellius nicht befolgen möchte, „weil er ihn doch stark sanguinisch findet“. Herr Gesellius unterlässt jedoch nicht bei Veranlassung dieses Vorschlagtes Herrn Richardson im vollen Ernste seine ausgezeichnete Hochachtung zu bezeugen.

Nach diesen Erörterungen dürfte es nun wohl einleuchtend sein, dass die Transfusion mit defibrinirtem Blute mit Rücksicht auf die leichte und sichere Ausführung der Operation unbedingt den Vorzug verdient vor der Transfusion mit nicht defibrinirtem venösen oder arteriellen Blute, ja, dass die Transfusion mit Menschenblut beim Menschen niemals mit Sicherheit wird ausgeführt werden können und niemals irgend welche wesentliche Bedeutung erlangen würde, wenn die Anwendung defibrinirten Blutes aus anderen Gründen unstatthaft wäre, und wenn die Absicht durch dasselbe nicht vollständig erreicht werden könnte.

Bei der Ausführung der Transfusion mit defibrinirtem Blute

kann und muss die Bereitung desselben (am liebsten ausserhalb des Operationslocals) beendigt sein, bevor man die Canüle in das Blutgefäß bringt. Dass beim Quirlen des Blutes „viel kostbare Zeit verloren gehen sollte“, wie Martin meint, und wie viele Andere es ihm nachgesprochen haben, ist ein Irrthum, der nur durch Unbekanntschaft mit der höchst einfachen Technik der Transfusion erklärlich ist. Ein Assistent kann in circa 5 Minuten nach Beendigung des Aderlasses das Blut gequirlt und durch Leinewand (oder besser noch durch weissen Atlas, dessen Appretur entfernt worden ist), welche über einen grossen Glastrichter ausgebreitet war, in ein in Wasser von  $40^{\circ}$  C. gestelltes, reines und trockenes Gefäß hinein filtrirt haben. Der Operateur kann indessen die Vene präpariren, und er wird kaum hiermit fertig sein können, bevor der Assistent ihm das bereitete Blut präsentiren kann. Nachdem die vorher wohl gereinigte und getrocknete Spritze dann mit dem Blute gefüllt ist, wird die Canüle in das Blutgefäß gebracht und ihre nach oben gewandte weitere Mündung mit einigen Tropfen Blut aus der Spritze gefüllt. Diese wird alsdann, nachdem die Luft vollständig ausgetrieben ist, in die Canüle gesteckt, und die Transfusion wird nun durch einen gleichmässigen Druck so langsam bewerkstelligt, dass pro Minute nicht mehr als höchstens etwa 100 Ccm. hinübergetrieben werden, ja noch langsamer, wenn man einen temporären Widerstand gegen das Einströmen des Blutes fühlt oder wenn die geringste Dyspnoë auftritt. Es giebt nur wenige chirurgische Operationen, welche leichter auszuführen sind, als eine Transfusion mit defibrinirtem Blute unter gewöhnlichen Umständen. Ich will nur noch hinzufügen, dass das gequirte Blut, falls die Umstände es wünschenswerth machen, meinen Erfahrungen zufolge, ohne Schaden mehrere, ja selbst 24 Stunden vor der Operation bereitet sein kann, wenn das Gefäß, worin das gequirte Blut aufgehoben wird, wohl verdeckt und mit Eis umgeben ist. Es versteht sich von selbst, dass so abgekühltes Blut vor dem Gebrauche durch Hinstellen in circa  $40^{\circ}$  C. haltendes Wasser wieder bis auf circa  $36^{\circ}$  C. erwärmt werden muss, und dass es zweckmässig ist, es mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu sättigen, was einfach durch wiederholtes Einsaugen in die Spritze und wieder Austreiben des Strahls in das zum Aufwärmen benutzte Gefäß geschehen kann. Wenn Herr Dr. Franz Gesellius gemeint

hat, dass die Blutkörperchen hierdurch nach Rollet's Angabe aufgelöst werden müssten, so beruht das auf einem Missverständnis; die Blutkörperchen werden nehmlich nicht durch Hinstellen des Blutes in Eis aufgelöst, wohl aber wenn das Blut selbst zu Eis gefriert; hierzu ist aber ein weit stärkerer Kältegrad nötig, als derjenige, welcher in der angegebenen Weise erreicht wird.

Da wir oben gesehen haben, dass die rothen Blutkörperchen des defibrinirten Blutes sich bezüglich der Fähigkeit Sauerstoff aufzunehmen und Kohlensäure zu bilden, sowie bezüglich der Veränderungen ihrer Farbe, ihrer Form u. s. w. in jeder Beziehung genau ebenso verhalten, wie das ursprüngliche, nicht defibrinierte Blut, und da der Mangel funktionstüchtiger rother Blutkörperchen die einzige wirklich rationelle Indication für die Transfusion ist, so ist es allerdings selbstverständlich, dass die Anwendung gequirlten Blutes rationell ist. Das ist heutzutage viel besser und viel vollständiger demonstriert, als es vor 15—20 Jahren möglich war. Bevor ich es indess wagte, den Aerzten die Anwendung des defibrinirten Blutes statt des bis dahin üblichen nicht defibrinirten „ganzen“ Blutes, zu empfehlen, hielt ich es für meine Pflicht, durch zahlreiche, sorgfältig und genau ausgeführte Versuche an Hunden, zu untersuchen, ob die Anwendung des defibrinirten (gequirlten) Blutes nicht doch vielleicht mit irgend einer versteckten Gefahr verbunden sein sollte, und ob die practische Anwendung desselben beim physiologischen Experimente den Erwartungen entsprechen würde, zu welchen man von einem theoretischen, physiologischen und chemischen Standpunkte aus berechtigt zu sein schien. Ich hielt eine solche experimental-physiologische Untersuchung um so mehr für nötig, als Magendie angegeben hatte, dass er bei seinen Defibrinationsversuchen gefunden habe, dass durch Mangel des Blutes an Faserstoff blutige Transsudate im Darm, Injectionsröthe der Capillaren besonders des Darmes und blutig-ödematöse Infiltration der Lungen entstände. Magendie hatte hieraus geschlossen, dass der Faserstoff die Function habe, den Durchgang des Blutes durch die Capillaren zu befördern. In gutem Glauben an diese Angaben und an die Richtigkeit dieser Behauptungen habe ich, bevor ich die Transfusion zum specielleren Gegenstand einer Untersuchung machte, in den Fällen, wo ich die Transfusion behufs der Durchführung anderer Experimente benutzte,

immer die unmittelbare Transfusion nicht defibrinirten Blutes aus der Carotis eines Hundes in die Vena jugularis des anderen Hundes benutzt — so z. B. bei meiner Untersuchung über die Wirkung des Nervus vagus auf die Coronararterien des Herzens und auf die Herzbewegungen und bei den oben im Auszuge mitgetheilten, im Jahre 1854 angestellten Versuchen über die Möglichkeit, einen hungernden Hund durch Transfusion zu ernähren.

Durch zahlreiche, an Hunden mit defibrinirtem Hundeblut vorgenommene Transfusionen fand ich nun:

1) Dass man einen durch Verblutung getöteten Hund durch Transfusion mit defibrinirtem Hundeblute sicher wieder in's Leben zurückrufen kann, wenn man nicht zu lange über den Zeitpunkt hinaus wartet, da die Reflexbewegungen der Augenlider aufgehört haben. Nach Eintritt dieses Zeichens erholt ein verblutetes Thier sich erfahrungsmässig niemals, wenn man es nicht durch Transfusion rettet. Ich habe diesen Versuch oft wiederholt, in meinen Vorlesungen gezeigt und manchen Collegen auf Verlangen vorgemacht, ohne dass er mir jemals misslungen wäre. Die Wiederbelebung gelingt viel sicherer bei Anwendung defibrinirten Blutes als bei Anwendung der unmittelbaren Transfusion, weil man bei ersterer es viel besser in seiner Macht hat, die Transfusion rechtzeitig zu bewerkstelligen und die Schnelligkeit des Einströmens zu reguliren. Ich fand ferner:

2) Dass sämmtliche Functionen, namentlich die Functionen des vegetativen Lebens, speciell die Harnsecretion, die Respiration, die Perspiratio insensibilis, die Verdauung und die Ernährung des Körpers durch eine mit den nöthigen Vorsichtsmaassregeln ausgeführte Transfusion mit defibrinirtem (gequirlten) Blute nicht gestört werden, selbst wenn die transfundirten Blutmengen im Verhältniss zum Körpergewichte sehr viel grösser sind, als diejenigen, die man jemals beim Menschen in Anwendung bringen wird. Es sei mir hier erlaubt nach meiner ursprünglichen Mittheilung einen ganz kurzen Auszug einiger dieses erläuternder Beispiele anzuführen:

Ein 7370 Grm. schwerer Hund wurde der completen Inanition unterworfen um Gleichmässigkeit der in 24 Stunden producirten Harn- und Harnstoffmengen zu erzielen. Nachdem diese Gleichmässigkeit erreicht war, wurden 64 Cem. gequirltes Blut eines anderen Hundes transfundirt, nachdem vorher 100 Cem. des eigenen Blutes entleert waren. Die transfundirten 64 Cem. entsprachen etwa  $\frac{1}{3}$  der

Blutmenge des Thieres, und sie würden für einen erwachsenen Mann etwa 1 Pfund und 3 Loth Menschenblut entsprechen. Das Befinden des Thieres wurde hierdurch nicht im Geringsten gestört, die Beschaffenheit des Harns blieb völlig normal und die Menge des in 24 Stunden secernirten Harnstoffs blieb ganz unverändert, nehmlich 7,5 Grm. am Tage vor, 7,3 Grm. am Tage nach der Transfusion, bei fortgesetzter Inanition. Auch die Abnahme des Körpergewichts und die Grösse der 24stündigen Perspiratio insensibilis blieb ganz unverändert, der Inanitionsstufe entsprechend. Als der Hund nun Nahrung erhielt, stieg die Harnstoffsproduction mit gewöhnlicher Schnelligkeit zu der der genossenen Menge und Beschaffenheit der Nahrung und der vorhergegangenen Inanition entsprechenden Höhe. Das Befinden des Hundes blieb auch fernerhin vollkommen normal, und er gewann bei normaler Fütterung sehr bald sein durch die Inanition vermindertes Körpergewicht wieder. 3 Wochen später wurde der Versuch in der Weise wiederholt, dass ihm für 205 Ccm. ihm entzogenes Blut nur 80 Ccm. defibrinirtes Blut eines anderen Hundes transfundirt wurde. Ausser den gewöhnlichen Folgen eines nicht unbedeutenden Blutverlustes (125 Ccm. d. h. mehr als  $\frac{1}{3}$  seiner Blutmenge) trat durchaus keine Störung ein und es blieb namentlich auch der Harn normal. Der Hund erlangte bald sein vollkommenes Wohlbefinden wieder und bewahrte es auch künftig hin.

Mit zwei Hunden A und B, deren Körpergewicht zu Anfang des Versuches ungefähr gleich gross war (gegen 9000 Grm.), wurden vom 8. Juni bis Mitte August 1861 folgende Versuche ausgeführt:

Dem älteren, erwachsenen Hunde A wurden am 8. Juni 190 Ccm. Blut entzogen, und am folgenden Tage wurden ihm noch 200 Ccm. Blut abgezapft. Nach diesen grossen Blutverlusten, wodurch der Hund etwa die Hälfte seines Blutes verloren hatte, war das Thier natürlich sehr matt und traurig. Eine Stunde nach der letzten Blutentleerung wurden ihm 120 Ccm. defibrinirtes (gequirites) Blut eines anderen Hundes durch die Jugularvene transfundirt. Hierdurch wurde der Hund viel kräftiger und munterer, und am folgenden Tage befand er sich vollkommen wohl und frass mit starkem Appetit. Es wurden ihm nun wieder 140 Grm. Blut abgezapft und dafür 120 Grm. defibrinirtes Blut eines anderen Hundes injicirt. Das Wohlbefinden und die Functionen des Thieres erlitten bierdurch keinerlei Störung, wenn man davon absieht, dass sein Körpergewicht sich längere Zeit hindurch auf einer etwa 800 Grm. niedrigeren Stufe hielt als früher. Dieses ist, wie ich durch zahlreiche Versuche gefunden habe, eine constante Folge starker Blutverluste bei erwachsenen Individuen, und unser Hund hatte ja 290 Grm. Blut mehr verloren, als ihm durch die Transfusionen zu Theil geworden war. Uebrigens war sein Appetit, seine Verdauung, seine Harnsecretion, sowie alle seine anderen Functionen vollkommen normal.

Bei B, einem jungen, noch nicht ausgewachsenen Hunde grosser Race, wurden am 9. Juni 1861 200 Ccm. Blut entleert und dafür 128 Ccm. defibrinirtes Blut, das dem Hunde A entzogen war, injicirt. Dieses defibrinirte Blut war 24 Stunden lang in einem mit Eis umgebenen Cylinderglase aufgehoben worden, und es war vor der Transfusion wieder auf 36° C. erwärmt worden. Nach der Blutentziehung war der Hund sehr schwach, nach der Transfusion aber befand er sich eben so wohl wie vor der Blutentziehung und es trat

keinerlei Störung ein, wenn man davon absieht, dass der übrigens normale Harn schwach alkalisch wurde, Etwas, das bisweilen ohne bekannte Veranlassung beim Hunde beobachtet wird. Am folgenden Tage wurden ihm wieder 160 Ccm. Blut entzogen und dafür 150 Ccm. defibriniertes Blut des Hundes A injizirt. Auch diesmal war das defibrinierte Blut 24 Stunden lang in einem mit Eis umgebenen Cylinderglase aufgehalten und darauf auf 36° C. erwärmt worden. Auch nach dieser Transfusion befand der Hund sich in jeder Beziehung eben so wohl wie vor der Blutentziehung. Dass alle diese Transfusionen, bei welchen die Menge des transfundirten und 24 Stunden lang in Eis aufbewahrten defibrinierten Blutes auf mehr als  $\frac{1}{3}$  der ganzen Blutmenge des Thieres veranschlagt werden muss (für einen erwachsenen Mann einer Blutmenge von mehr als 3 Pfund entsprechend), das Wohlbefinden des Thieres wirklich gar nicht gestört hatten, davon zeugt auf das Schlagendste der Umstand, dass sein Körpergewicht ununterbrochen zunahm, und zwar selbst an den unmittelbar nach den Transfusionen folgenden Tagen. Der Hund wog nehmlich vor der ersten Transfusion, am 9. Juni, vor der Mahlzeit 9020 Grm., nach derselben 9950 Grm. Am 10. Juni (dem 2. Transfusionstage) wog der Hund nach der Mahlzeit 10450 Grm., am 11. 10520 Grm. vor, 11200 Grm. nach der Mahlzeit, und am 30. Juni wog er vor der Mahlzeit 12430 Grm.

Am 30. Juni wurde im Laufe von 4 Stunden ein Bluttausch dieser beiden Hunde durch 4mal wiederholte, abwechselnd vorgenommene Blutentziehungen und Transfusionen des gequirten Blutes des anderen Hundes in der Weise ausgeführt, dass der Hund A nach und nach 542,5 Ccm. seines Blutes verlor und dafür 592 Ccm. defibriniertes Blut des Hundes B erhielt, während der Hund B 627 Ccm. seines eigenen Blutes verlor und dafür 520 Ccm. gequirtes Blut des Hundes A erhielt. Berechnet man die ursprüngliche Blutmenge, wie gewöhnlich, zu  $\frac{1}{3}$  ihres Körpergewichts, so muss der Hund A, welcher damals 8250 Grm. wog, circa 634 Grm. Blut besessen haben, der Hund B, welcher 12430 Grm. wog, dahingegen 956 Grm., so dass beim Hunde A 93 pCt., beim Hunde B 54 pCt. der ganzen ursprünglichen Blutmenge mit gequirtem, einem anderen Individuum derselben Art entnommenen Blute vertauscht worden waren. Ich hatte bei diesem ganzen Versuche die Erwärmung des defibrinierten Blutes unterlassen. In Folge dessen wurde jedesmal bei der Transfusion ein Kälteschauer beobachtet. Dieses verhinderte jedoch nicht, dass beide Hunde 4 Stunden nach der ganzen Operation tüchtig frasssen, dass sie sich am folgenden Tage vollkommen wohl befanden, dass sie immerfort vollkommen normalen Urin secernirten und dass sie überhaupt fortfuhrten durchaus normal zu functioniren. Der junge Hund, welcher vor der Operation 12430 Grm. gewogen hatte, wog am Morgen nachher, nachdem er seine tägliche Mahlzeit verzehrt hatte, 14450 Grm. — ein Zeichen guten Appetites. — Am folgenden Tage wog er vor der Mahlzeit 12760 Grm., und so nahm er fernerhin stetig an Gewicht zu, so dass er 4 Wochen später vor seiner täglichen Mahlzeit 15640 Grm. wog. Auch das Wohlbefinden des älteren Hundes blieb immer ungetrübt, und 6 Wochen nach der Operation wog er vor seiner täglichen Mahlzeit 8490 Grm., also mehr als vor dem Versuche.

Diese Versuche beweisen unwidersprechlich, dass Magendie's Theorie von der Bedeutung des Faserstoffs für den Durchgang des Blutes durch die Capillaren unrichtig ist, und sie widerlegen zu gleicher Zeit auch jedwede andere Hypothese, die irgend Jemand über „vitale“ d. h. unerklärte, nützliche oder nothwendige Kräfte des im Blute gelösten Fibrins oder der sogenannten fibrinogenen Substanzen aufstellen mag. Die Versuche beweisen aber, dass die Defibrination des Blutes der Ernährung nicht schadet, dass das defibrinierte Blut eines anderen Individuums derselben Art überhaupt vollkommen im Stande ist, denjenigen Dienst zu leisten, den man von seiner Anwendung zur Transfusion verlangt, und dass namentlich die Blutkörperchen des defibrinirten Blutes in einem fremden Organismus derselben Art ganz so fortfunctioniren, wie die Blutkörperchen des ursprünglichen Blutes, oder mit anderen Worten, dass sie effectiv in den fremden Organismus transplantirt werden können.

Dass Magendie's theoretischer Schluss von der Function des Faserstoffes falsch war, das ist ja klar; schwieriger ist es zu erathen, welche störende Nebenumstände zu den Wahrnehmungen Veranlassung gegeben haben mögen, die ihn irre geführt haben. Ist das defibrinierte Blut, das er benutzte, vielleicht nicht frisch gewesen, so dass sein Versuch durch putride Infection complicirt war? Oder ist sein defibrinirtes Blut nicht gut filtrirt worden, so dass sein Versuch durch Embolie complicirt wurde? Oder hat Magendie bei Angabe der genannten pathologisch-anatomischen Veränderungen vielleicht vorzugsweise diejenige Blutveränderung vor Augen gehabt, welche durch sehr grosse Dosen kohlensaurer Alkalien hervorgebracht werden, und welche er auch wirklich als „eine Art Defibrination“ bezeichnet hat? Oder hat er dabei diejenigen pathologisch-anatomischen Veränderungen vor Augen gehabt, welche, meinen Beobachtungen zufolge, ebenso wohl bei Anwendung nicht defibrinirten als bei Benutzung des defibrinirten Blutes eintreten können, wenn das Gefässsystem im Ganzen oder ein einzelner Abschnitt desselben mit Blut überfüllt wird, und wobei es, vermeintlich wegen der eigenthümlichen Anordnung des Pfortadersystems, oft gerade in

der Schleimhaut des Darms zu starker Blutansammlung und zur Blutung kommt? Ich gestehe, dass ich ausser Stande bin dieses Räthsel zu lösen, es scheint mir aber auch kaum der Mühe werth zu sein, den Grund eines Irrthums dieser Art weiter zu untersuchen, wenn der Irrthum bewiesen ist.

Für die practische Medicin würde es nun zunächst kein unmittelbares Interesse darbieten, zu untersuchen, ob es möglich sein würde, die Substitution des Blutes eines Thieres durch defibriniertes (gequirtes) Blut eines anderen Thieres derselben Art noch weiter zu treiben, als es im oben angeführten Versuche geschehen ist, da ja doch kein Arzt jemals daran denken wird, so weit zu gehen, als es namentlich bei dem Bluttausche der zuletzt besprochenen Hunde geschehen ist. Aber in physiologischer Beziehung war es nicht ohne Interesse zu versuchen, ob man nicht noch weiter gehen könnte, und es würde für den practischen Arzt doch auch interessant sein, dadurch vielleicht mit den Gefahren bekannt zu werden, welche ja doch wahrscheinlich endlich einmal eintreten müssen, wenn man den Versuch auf die eine oder andere Weise über alle Grenzen therapeutischer Indication weit hinaus fortsetzt.

Aus diesen Gründen stellte ich folgende Versuche an:

Bei einem ganz jungen, nur 2460 Grm. schweren Hunde, dessen ursprüngliches Blut ein specifisches Gewicht von 1,041 darbot und 2,7 pro mille Faserstoff und 151,5 pro mille feste Blutbestandtheile enthielt, suchte ich im Laufe von 4 Stunden durch 4mal wiederholte, abwechselnd vorgenommene Blutentziehungen und Transfusionen, so weit als möglich das eigene Blut des Thieres durch defibriniertes Blut anderer grosser Hunde zu verdrängen. Das angewendete fremde defibrinierte Blut hatte ein höheres specifisches Gewicht, theils von 1,052, theils von 1,0628. Bei der ersten Blutentleerung verlor das Hündchen 122,4 Ccm. Blut (d. h. ungefähr 64 pCt. seiner supponirten Blutmenge). Danach floss kein Blut mehr aus der geöffneten Carotis, und der Hund wurde von den bekannten Krämpfen befallen, welche bei schneller Verblutung dem Eintritte des Todes unmittelbar vorangehen. Der Hund wurde jedoch durch Transfusion von 96 Ccm. defibrinierten Blutes vollständig wieder in's Leben zurückgerufen. Bei der zweiten Blutentleerung wurden darauf 100 Ccm. Blut entleert, und danach hatten die Respirationsbewegungen sowohl als die Reflexbewegungen bei Berührung der Hornhaut aufgehört, welches, wie gesagt, bei Verblutungen ein untrügliches Zeichen ist, dass das Leben ohne Anwendung der Transfusion nicht zurückkehren wird. Das Thier wurde auch dieses Mal durch Transfusion von 80 Ccm. defibrinierten Blutes wieder in's Leben zurückgerufen, und zwar obgleich die Transfusion, wegen eines eingelaufenen Versehens, 5 — 10 Minuten über die bestimmte und angemessene Zeit nach erfolgter Blutentleerung verzögert wurde. Mit unerbittlicher Consequenz wurden nun aber

zum dritten Male 40 Cem. Blut entleert und dafür 32 Cem. des defibrinirten Blutes eingespritzt, und dann noch zum vierten Male 63,4 Cem. Blut entleert und 32 Cem. defibrinirtes Blut injicirt. Dieses rücksichtslose Verfahren war nun begreiflicher Weise mehr als das junge Thierchen vertragen konnte, und es starb dann auch  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der letzten Transfusion. Schon nach der zweiten Transfusion trat ihm blutiger Schaum vor das Maul; nach der dritten Transfusion trat auch blutig gefärbter Schleim aus dem Aster hervor und es erfolgte Erbrechen einer blutig gefärbten Flüssigkeit.

Es ist klar, dass ein so weit getriebener Versuch in keiner Weise als Argument gegen die Anwendung des defibrinirten Blutes angeführt werden kann, und dass man, wenn man die oben besprochenen Versuche vor Augen hat, unmöglich der Defibrination die Schuld für den Ausfall des Versuches beizumessen kann. Man braucht nicht der Behauptung des Herrn Gesellius beizutreten, welcher überraschender Weise angiebt, dass der Hund sich vor dem Menschen durch eine weit geringere Widerstandsfähigkeit und durch eine grössere Empfindlichkeit auszeichnet, um zu finden, dass es doch etwas zu viel verlangt sein würde, wenn man erwarten wollte, dass ein 6 Wochen altes Hündchen, dessen Blutmenge nur auf circa 190 Cem. veranschlagt werden konnte, es sollte vertragen können, dass ihm 325 Cem. Blut im Laufe weniger Stunden entleert und dafür 240 Cem. defibrinirtes Blut anderer Hunde (also 85 Cem. weniger als er verlor) transfundirt würden, und dass er überdiess noch sollte vertragen können, im Laufe dieser wenigen Stunden 2mal durch Verblutung zu sterben und 2mal wieder durch Transfusion defibrinirten Blutes in's Leben zurückgerufen zu werden, bevor er endlich zum dritten Male definitiv starb.

In physiologischer Beziehung ist dieser Versuch aber namentlich dadurch interessant, dass die ursprüngliche Fibrinmenge des Blutes, „2,7 pro mille bei der zweiten Blutentleerung auf 0,108 pro mille reducirt war, in der letzten Blutportion, die bei dem vierten Aderlasse entleert wurde, aber wieder auf 0,77 pro mille gestiegen war, während, der Berechnung zufolge, falls während des Versuchs kein Fibrin in das Blut hineingekommen wäre, beim letzten Aderlasse, jedenfalls nicht mehr als 0,1 pro mille hätte vorhanden sein können. Hieraus scheint also zu folgen, dass im Laufe der wenigen Stunden so viel Fibrin im Blute des Thieres entstanden oder demselben zugeführt sein musste, dass das transfundirte

Blut, falls das Thier gelebt hätte, wahrscheinlich sehr bald den durch das Quirlen entfernten und fehlenden Faserstoff vollständig wieder erlangt haben würde.

In pathogenetischer Beziehung erschien dieser Versuch mir namentlich deshalb interessant zu sein, weil die bei demselben aus der Schleimhaut des Darmkanals aufgetretene Blutungen (welche denen ähnlich waren, die ich bei starker Ueberfüllung des Blutgefäßsystems, vielleicht unter Mitwirkung von Embolie, bei meinen früheren, mit unmittelbarer Transfusion nicht defibrinirten Blutes ausgeführten Versuchen beobachtet hatte) in recht befriedigender Weise durch die Einwirkung der abwechselnden Lähmung des Herzens nach den Verblutungen und der heftigen Arbeit desselben nach den Transfusionen erklärläich waren. Beim Stillstande des Herzens wird nehmlich bekanntlich der Blutdruck so vertheilt, dass er in den Venen steigt, während er in den Arterien fällt. Wenn das Herz nun, nachdem es eine Weile still gestanden hat, wieder heftig zu arbeiten beginnt, so muss der Druck schnell und stark in den Arterien steigen, und da der Blutdruck in den Venen erhöht ist, müssen die Capillaren unter der weiteren heftigen Herzarbeit stark ausgedehnt werden, und es ist dann leicht begreiflich, dass es besonders in der Schleimhaut des Darmes leicht zu Blutungen kommen kann, weil das Arterienblut, das in seine kleinen Arterien einströmt, den Widerstand zweier Capillarnetze, desjenigen des Darms und desjenigen der Leber zu überwinden hat. Es wäre übrigens auch nicht undenkbar, dass die Erscheinung wenigstens zum Theil von einer theilweisen Blutgerinnung in den Capillaren des Darms während der anhaltenden, an Stillstand grenzenden Schwächung der Herzbewegungen hervorgerufen war. Hierfür könnte man die auffallend geringe Fibrinmenge anführen, welche bei der zweiten Blutentleerung gefunden wurde. Es wäre übrigens auch noch denkbar, dass der, im Vergleich mit dem ursprünglichen Blute des Thieres, sehr grosse Reichthum des transfundirten Blutes an Blutkörperchen einen Einfluss auf die Erscheinungen gehabt haben könnte.

Um diese in physiologischer und pathogenetischer Beziehung interessanten Verhältnisse weiter zu verfolgen stellte ich folgenden Versuch an:

Ein ganz junger Hund, welcher vor seiner Mahlzeit 2420, nach derselben 2550 Grm. wog, also von fast gleicher Grösse mit dem vorigen, wurde in ähnlicher

Weise behandelt, nur mit dem Unterschiede, dass die Blutentleerungen nicht bis zur Ohnmacht oder bis zum Tode des Thieres getrieben wurden. Im Laufe von  $2\frac{1}{2}$  Stunden wurden am 18. August 5 Male nach einander abwechselnd Blutentleerungen und Transfusionen in der Weise vorgenommen, dass nach und nach 330,8 Grm. Blut entleert und dafür 301,8 Grm. defibrinirtes Blut anderer Hunde transfundirt wurde. Die ursprüngliche, wie gewöhnlich zu  $\frac{1}{13}$  des darmreinen, zu 2360 Grm. berechneten Thieres, angenommene Blutmenge, konnte nur zu 182 Grm. veranschlagt werden. Das spec. Gewicht des ursprünglichen defibrinirten Blutes war 1,041, dasjenige des transfundirten Blutes 1,0459. Nachdem diese Operation überstanden war, entleerte der Hund dünnflüssige, ein wenig blutig gefärbte Excremente, und der während des ersten Tages entleerte Harn enthielt ein wenig Blut und reagierte schwach alkalisch. Das waren aber auch die einzigen Störungen, welche nach diesem Eingriffe beobachtet wurden. Die Munterkeit und der Appetit des jungen Hündchens blieb ungestört, und Harn und Excremente waren schon am nächsten Tage wieder vollkommen normal. Von seinem ursprünglichen eigenen Blute konnte das Thier nun nicht mehr als circa 9 pCt. bewahrt haben, während 91 pCt. seines Blutes nunmehr aus dem ursprünglich fremden, in defibrinirtem Zustande transfundirten Blute bestehen musste. Das Blut enthielt ursprünglich 2,4 pro mille Fibrin, und die ganze im Blute enthaltene Fibrinmenge wurde danach zu 0,436 Grm. berechnet. Beim 1. Aderlasse wurden 0,156 Grm., beim 2. 0,103, beim 3. 0,069, beim 4. 0,064, und beim 5. 0,0205 Grm. Fibrin entleert, zusammen also 0,4125 Grm. Berechnet man nun die Fibrinmengen, die man hätte erwarten müssen, falls die ursprünglich vorhandene Fibrinmenge keinen Zuwachs erfahren hatte, so kommt man zu dem Resultat, dass das Blut des Thieres zwischen dem 1. und 2. Aderlass 0,032 Grm., zwischen dem 2. und 3. 0,017 und zwischen dem 3. und 4. 0,035 Grm. neues Fibrin erhalten haben musste. Im Laufe von 2 Stunden wäre demnach das in defibrinirtem Zustande transfundirte Blut mit 0,084 Grm. Fibrin bereichert worden. Wenn diese Zunahme des Faserstoffs fortduerte, so würde die ursprüngliche Fibrinmenge in etwa  $12\frac{1}{2}$  Stunden restituirt sein.

Beide oben ausgesprochenen, in physiologischer und pathogenetischer Beziehung bedeutungsvollen Vermuthungen wurden also durch diesen Versuch bestätigt.

Zwei Tage später, am 20. August, wurde dieser Versuch mit demselben Hündchen wiederholt. Dasselbe war indessen vollkommen gesund gewesen, und dasselbe wag vor seiner Morgenmahlzeit 2210 Grm., nach derselben 2400 Grm. Durch abwechselnde Blutentleerungen und Transfusionen wurden in 4 Reprisen im Laufe von  $1\frac{1}{2}$  Stunden 265 Grm. Blut entleert und statt desselben 253 Grm. defibrinirtes Blut eines anderen Hundes transfundirt. Das bei der 1. Blutentleerung abgezapfte Blut enthielt 2,528 Grm. Fibrin. Die Faserstoffmenge war also selbst etwas grösser als im ursprünglichen Blute des Thieres, wo sie ja nur 2,4 pro mille betragen hatte. Der Ausdruck für die relative Menge der Blutkörperchen, welchen man durch Subtraction der Decimalen des spec. Gewichts des Serums von den Decimalen des spec. Gewichts des gequirten Blutes erhält, war vor 2 Tagen in der zuletzt untersuchten Blutportion 194 gewesen, und dieselbe wurde nun in der zuerst untersuchten Blutprobe gleichfalls zu 194 gefunden. Hier-

aus folgt, dass der Reichthum des Blutes an rothen Blutkörperchen im Laufe zweier Tage nicht abgenommen hatte, und dass also die transplantirten fremden Blutkörperchen im Blute bewahrt sein und in demselben normal functioniren mussten. Nach Beendigung dieses Versuchs konnte der Hund nicht mehr als 2 oder höchstens 3,5 Grm., d. h. 1,14 oder höchstens 1,88 pCt. seines ursprünglichen Blutes besitzen, der ganze Rest, also 98—99 pCt. des Blutes, womit er jetzt functionirte, musste von den Transfusionen des defibrinirten Blutes der fremden Hunde herrühren.

Dessen ungeachtet gingen die Functionen vollkommen normal von statten. Unmittelbar nach der Operation lief das Hündchen munter im Zimmer herum und frass und trank wie ein gewöhnliches gesundes junges Hündchen. Harn und Excremente blieben fortwährend normal, namentlich ohne Spur von Blut, und das Körpergewicht erhielt sich während der folgenden 3 Tage ungefähr auf gleicher Höhe.

Am 23. August, da das Hündchen vor dem Fressen 2300 Grm. und nach demselben 2520 Grm. gewogen hatte, wurde demselben, wie früher, abwechselnd Blut entzogen und defibrinirtes Blut transfundirt, und zwar so, dass ihm in 4 Reprisen 267,7 Grm. Blut entzogen und dafür 265,9 Grm. defibrinirtes Blut zweier grossen Hunde transfundirt wurde. Im Ganzen war nun diesem Hündchen, dessen ursprüngliche Blutmenge auf etwa 182 Grm. veranschlagt werden musste, nicht weniger als 863,5 Grm. Blut entzogen und es war ihm dafür 820 Grm. defibrinirtes Blut anderer Hunde transfundirt worden, also  $4\frac{1}{2}$  mal so viel als seine habituelle Blutmenge betrug oder etwa  $\frac{1}{3}$  seines Körpergewichts. Von seinem ursprünglichen Blute konnte er nur noch 0,139 bis höchstens 0,548 Grm., d. h. 0,7 pro mille bis höchstens 3 pro mille! besitzen. Das beim 1. Aderlass entleerte Blut war reicher an rothen Blutkörperchen als am Schluss des 1. und zu Anfang des 2. Versuches; der relative Ausdruck für die rothen Blutkörperchen war nehmlich von 194 auf 239 gestiegen. Die relative Faserstoffmenge betrug beim 1. Aderlass dieses Versuches 2,57 pro mille. Sie war also vom Neuen vollkommen restituiert. Auch nach diesem Versuche war das Hündchen vollkommen munter und gesund an diesem und dem folgenden Tage, und es konnte an ihm durchaus nichts Abnormes beobachtet werden. Aber nach 2 Tagen entstand Fieber und Appetitmangel, zugleich mit einer schmerzhaften Geschwulst am Fussgelenk desjenigen Beines, dessen Cruralvene zuletzt für die Blutentleerung und Transfusion benutzt worden war. Es entwickelte sich hier ein Abscess, durch welchen das Fussgelenk destruirt wurde, zugleich mit Nekrose des unteren Endes der Tibia. Ob dieses Ereigniss eine Folge der Benutzung der Cruralvene oder die Folge einer unzarten Behandlung des Fussgelenks bei der Fixation des Thieres während der letzten Operation war, oder ob eine Embolie einer Arteria nutritia der Tibia mit im Spiel war, konnte nicht entschieden werden. Am 27. August amputirte ich das Bein, und am 28. lief das Hündchen wieder ganz munter auf seinen 3 Beinen herum, frass wieder mit Appetit, und alle Gefahr schien überstanden zu sein, da das Gewicht des Thieres, welches während der Krankheit natürlich gesunken war, sich nun wieder gut hob. Da aber der Versuch doch einmal abgeschlossen werden musste, wurde das Thier nun behufs der schliesslichen Bestimmung der Blutmenge

getötet. Das Körpergewicht des darmreinen Thieres (ohne das 4. Bein) betrug 1958 Grm., die Blutmenge wurde = 153,2 Grm. gefunden, also = 7,8 pCt. des Körpergewichts, mithin gerade so, wie wir es bei gesunden Hündchen gefunden hatten! Die Fibrinmenge im Blut, das am 28. August entleert wurde, war (wegen der Entzündung) auf 4,53 pro mille gestiegen.

Hiermit war also doch gewiss mehr als zur Genüge bewiesen, dass die mit dem defibrinirten fremden Blute transfundirten Blutkörperchen wirklich so transplantirt worden waren, dass sie dem Thiere eigenthümlich gehörten, und dass sie ganz wie die ursprünglichen Blutkörperchen functionirten, deren Menge ja bereits vor 10 Tagen auf 9 pCt., vor 8 Tagen auf 1,14—1,88 pCt. und vor 5 Tagen selbst auf höchstens 0,3 pCt. reducirt war.

Das Vorurtheil, das viele, besonders ältere Practici lange gegen die Anwendung defibrinirten Blutes zur Transfusion genährt hatten, schien nun fast überwunden zu sein, indem dieselbe während des letzten Decenniums immer mehr Eingang gefunden hat, während die Transfusion mit nicht defibrinirtem Blute immer mehr ausser Gebrauch gekommen ist. Dieses Vorurtheil ist jedoch noch nicht überall ganz überwunden, und es schien mir daher zweckmässig zu sein den Leser an die angeführten, fundamentalen Versuche zu erinnern, um so mehr, als die Form, in der sie ursprünglich mitgetheilt worden sind, gewöhnlichen Lesern den Ueberblick über den Zusammenhang durch die ausführliche Mittheilung des Details gar sehr erschwerete. Ich würde mich jedoch schwerlich dazu verstanden haben, dieselben hier in verkürzter Form zu reproduciren, wenn nicht die Art und Weise, in welcher dieselben von Herrn Gesellius berührt worden sind nothwendig denjenigen seiner Leser, welche meine Versuche nur aus seinem Berichte kennen, eine sehr geringe Meinung von ihrer Beweiskräftigkeit beibringen müsste, und wenn nicht Herr Gesellius durch den sehr wesentlichen Antheil, den er an der Entstehung der von Herrn Dr. Oscar Hasse in Nordhausen inauguirten neuen „blutspenden“ Aera“ gehabt hat, unter den Aerzten zu einer Art Berühmtheit gelangt wäre. Herr Gesellius trat natürlicherweise schon damals, als er seinen merkwürdigen Capillarblut-Transfusionsapparat dem ärztlichen Publicum empfahl, als eifriger Gegner der Defibrination auf, sonst würde sein unpractischer Apparat ja ganz sinnlos gewesen sein.

Die Gründe, die er bei dieser Gelegenheit gegen die Defibrination anführte, konnten jedoch keinen grossen Eindruck machen, weil sie nur eine Wiederholung alter Redensarten waren: vom „Leben des Blutes“, welches absterben müsste, wenn „das Blut zu Tode gepeitscht“ würde, alter, unmotivirter Vorstellungen von der „nährenden“ Wirkung des Faserstoffes und dgl. In seiner zweiten Schrift sucht er aber das Vertrauen zu denjenigen Verfassern zu untergraben, die er als die Autoritäten der Defibrination betrachtet, und er erweist mir die Ehre, mich als eine solche zu bezeichnen, und zwar als eine der vornehmsten.

Er eröffnet seinen Angriff mit der unrichtigen Behauptung, dass ich überhaupt nur Versuche mit defibrinirtem Blute angestellt habe, und dass ich deshalb den Unterschied der Wirkung des defibrinirten und des nicht defibrinirten Blutes gar nicht beurtheilen könne. Er hat also unter Anderm diejenigen Versuche übersehen oder ignorirt, welche ich oben zuerst referirt habe, und er hat es nicht für gut befunden meiner ausdrücklichen Versicherung Glauben zu schenken, wenn ich angegeben habe, dass ich bei Vergleichung der mit defibrinirtem und der mit nicht defibrinirtem Blute von mir angestellten, aber nicht weiter specificirten Versuche, keinen anderen Unterschied wahrnehmen konnte, als denjenigen, dass die letztgenannten, nicht aber die erstgenannten, oft mit Embolie complicirt waren.

Demnächst versucht er die Magendie'sche Hypothese über die Bedeutung des Faserstoffes (zur Erleichterung der Blutpassage durch die Capillaren) aufrecht zu erhalten indem er meine Beweise für die Unschädlichkeit des defibrinirten Blutes dadurch zu entkräften sucht, dass er diejenigen Versuche, durch welche ich Magendie's Hypothese widerlegt habe, und durch welche ich bewiesen habe, dass der Fibrinmangel des gequirten Blutes keine verborgene Gefahren bringt, seinen Lesern verschweigt. Er begnügt sich jedoch nicht hiermit, sondern nimmt sich auch noch die Freiheit zu behaupten, dass ich, dasjenige, was ich durch die von ihm verschwiegenen Versuche bewiesen habe, durch die beiden Versuche hätte beweisen wollen, bei welchen ich, wie man sich erinnern wird, das eigene Blut des Thieres so vollständig als möglich durch das Blut fremder Hunde zu verdrängen suchte. Der Zweck dieser Versuche war ja, theils durch quantitative Versuche näher zu er-

mitteln, wie schnell der Faserstoff regenerirt wird, inwiefern die mit dem defibrinirten Blute transfundirten rothen Blutkörperchen conservirt würden und wie die ursprünglichen zu functioniren fortfahren, und theils die pathologischen Veränderungen zu untersuchen, welche erwartet werden mussten, wenn der Versuch auf eine oder andere Weise zu den äussersten möglichen Grenzen getrieben würde, in einer Art, wie man sie ja beim Menschen niemals ausführen kann und niemals ausführen will. Nachdem er auf diese Weise seine Leser rücksichtlich des Zweckes und Ziels dieser Versuche irre geführt hat, drückt er sie wörtlich ab, jedoch, wohl zu bemerken, mit Ausslassung alles dessen, was ihre Pointe betrifft! Alles was ich über die quantitativen Bestimmungen der Blutbestandtheile angeführt habe, und der ganze Commentar, den ich diesen Versuchen gegeben habe, wird durch einen russischen Censurstrich aus der Welt geschafft. Die auf solche Weise verstümmelten Versuche müssen nun seinen Lesern in der That ganz unverständlich, meinungslos und schlecht dargestellt erscheinen. Die Erklärungen, die ich nach dem ersten dieser Versuche für die bei demselben beobachtete Blutung der Darmschleimhaut, und nach dem zweiten für die Entstehung des Abscesses und der Entzündung des Fussgelenkes gegeben habe, fertigt er in einer sehr flotten Manier ab, indem er sagt, dass die von mir angeführten Gründe, „welche weder stichhaltig noch haltbar sind“, im Original nachgesesehen werden müssen (falls der Leser es übrigens der Mühe werth findet und gerade meine Arbeit zur Hand hat), und er ruft dann aus: „Wem fällt bei Durchlesung dieser Versuche nicht die Magendie'sche Angabe ein: Das Fehlen des Faserstoffes giebt zu serösen und sanguinolenten Transsudaten in Lunge und Darmkanal Veranlassung,“ und macht mir in einer Parenthese den durch ein Ausrufungszeichen verstärkten Vorwurf, dass ich es unterlassen habe, den Sectionsbefund dieser beiden Fälle mitzutheilen. — Wozu sollten aber die Sectionsbefunde bei diesen Versuchen dienen, deren wesentliche Bedeutung eben in den quantitativen Daten liegt, welche Herr Gesellius für seine Meinung so unbequem findet, dass er sie auszulassen für gut befunden hat? Da ich noch im Besitze der Journale über die besprochenen Versuche bin, kann ich übrigens gern noch nachträglich die Sectionsresultate mittheilen, obgleich dieselben schwerlich von Jemandem, der meine Versuche im Zusammenhange gelesen hat,

vermisst worden sind. Der Darmkanal enthielt im erstgenannten dieser Versuche — natürlicherweise — blutig gefärbte Schleimmassen und zeigte Injectionsröthe der Schleimbaut; das ist ja ganz selbstverständlich, da das Thier kurz vor dem Tode durch Erbrechen und Stuhlentleerung blutige Flüssigkeit entleert hatte. Die Lungen aber waren ganz blass, ohne seröse oder sanguinolente Infiltration, und alle die übrigen Organe waren normal. Im zweiten Falle ist nur bemerkt, dass alle inneren Organe ganz normal waren. — Nachdem er die beiden genannten Fälle, wie gesagt mit Auslassung dessen, worauf es bei denselben gerade ankommt, abgeschrieben hat, sagt Herr Gesellius weiter: „Vorstehender, auf drei verschiedene Zeiten verheilter Fundamental-Versuch, soll also nun beweisen, dass das defibrinierte gleichartige Blut dem blutempfangenden Thiere gar nichts schadet, selbst wenn das ursprüngliche eigene Blut des Thieres völlig ausgezapft sei.“ Der Zweck dieser zum Excess getriebenen Versuche war ja aber, wie gesagt, theils durch quantitative Blutanalysen die genannten physiologischen Aufschlüsse zu erlangen, theils die pathologischen Veränderungen kennen zu lernen, welche erwartet werden mussten, wenn die mit Depletion verbundene Transfusion — zum Excess getrieben würde, und welche, wie andere Versuche lehren (vergl. S. 6), ebenso wohl bei Anwendung nicht defibrinierten als defibrinierten Blutes auftreten, keineswegs aber, wie Herr Gesellius insinuirt, den schon vorher zur Evidenz bewiesenen Satz zu beweisen, dass das defibrinierte Blut bei der Transfusion unschädlich sei. Er schliesst seine Polemik gegen mich mit dem Ausspruche: „Mir scheinen diese „classischen“ Panum'schen Fundamentalversuche gerade das Gegenteil zu beweisen.“ Man weiss nun also wie Herr Gesellius die Classiker liest.

Im Gegensatz zu meinen Versuchen führt Herr Gesellius einen Versuch von Mittler an, den er auch als classisch bezeichnet, aber ohne Anführungszeichen hinzuzufügen. Dieser Versuch, der einzige, den Mittler überhaupt detaillirt mitgetheilt hat, und den Herr Gesellius auch abgedruckt hat, besteht darin, dass er durch unmittelbare Transfusion Blut aus der Carotis eines Hundes in die Cruralvene eines anderen Hundes überströmen liess, nachdem das Blut des letzteren so weit abgeflossen war, dass Puls und Respiration aufgehört hatten. Nach  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Minuten waren Puls und Respiration zurückgekehrt. Durch Wägen fand man, dass der Hund

doppelt so viel Blut wiederbekommen hatte als er verloren hatte, und nach einer, nach den bekannten Daten ausgeführten Berechnung, wird angenommen, dass der Hund  $\frac{1}{6}$  Blut mehr erhalten hatte als er ursprünglich besass. Der Hund zeigte nach der Operation starke Plethora, war unruhig und angriffslustig, aber frass und trank und bot nach 24 Stunden keine auffallenden abnormen Verhältnisse dar. Mittler fügt ganz bescheiden hinzu, dass ein Bluttausch durch Infusion defibrinirten Blutes ihm nicht in gleichem Umfange gelungen sei. Hiernach ruft Herr Gesellius aus: „Da spreche nun noch Einer von einer Gleich- oder gar Höherstellung des defibrinirten Blutes, respective von einer Schädlichkeit des ganzen Blutes.“ Wer aber lesen und rechnen kann und ernstlich meine Versuche mit demjenigen Mittler's vergleichen will, der muss doch finden, dass es mir gelungen ist, den Blutaustausch bei Anwendung von defibrinirtem Blute sehr viel weiter zu treiben, als es Mittler bei Anwendung unmittelbarer Transfusion gelang, und dass es mir auch gelungen ist, die Blutüberfüllung bei Anwendung der unmittelbaren Transfusion sehr viel weiter zu treiben, als es ihm gelang. Während er die Blutmenge nur um  $\frac{1}{6}$  der ursprünglichen Menge steigerte, vermehrte ich dieselbe in den zuerst angeführten Versuchen um resp. 52 und 94 pCt. der ursprünglichen Blutmenge, und bei Anwendung des defibrinirten Blutes gelang es mir selbst, bei gleichzeitiger Depletion, nach und nach eine solche Menge fremden defibrinirten Blutes an die Stelle des ursprünglichen Blutes zu transfundiren, dass die Menge endlich  $4\frac{1}{2}$  mal so gross war als die ursprüngliche Blutmenge des Thieres. Das ganze Resultat des „classischen“ Experimentes von Mittler reducirt sich also darauf, dass seine Transfusionsversuche überhaupt weniger weit getrieben wurden als die meinigen, und dass besonders seine Versuche mit defibrinirtem Blute ihm nicht so gut gelangen, wie mir die meinigen. Dieses Letztere kann ja mancherlei verschiedene Gründe gehabt haben. Ist vielleicht bei seinen Versuchen durch zu langsames Quirlen ein an rothen Blutkörperchen ärmeres defibrinirtes Blut erlangt worden? Oder ist vielleicht seine Spritze weniger zweckmässig gewesen? (Diese war nehmlich, wie er angiebt, eine ganz kleine, nur 22 Cem. fassende Mittelspritze, während die meinige mehr als 4 mal so gross, und mit einem gläsernen Cylinder versehen war.)

In Veranlassung der Versuche Mittler's, auf welche Herr

Gesellius einen so grossen Werth legt, muss ich mir noch erlauben ein Paar Bemerkungen zu machen. Mittler bespricht mit keinem Worte die rätselhaften pathologisch-anatomischen Veränderungen, welche nach Magendie's Angabe bei Benutzung des defibrinirten Blutes entstehen sollten. Wenn er etwas Aehnliches gesehen hätte, so würde er schwerlich unterlassen haben es anzuführen, als Stütze für die von ihm vertheidigte Meinung, dass die direkte Transfusion von der Arterie des einen Individuums zur Vene des anderen günstigere Resultate gäbe als Transfusion mit defibrinirtem Blute. Mittler sagt, dass Depletion nothwendig sein sollte bei Transfusion mit defibrinirtem Blute, nicht aber bei unmittelbarer Transfusion von der Arterie zur Vene. Wenn ich Mittler's Meinung aus seiner sehr kurzen und summarisch abgefassten Mittheilung in den Wiener Sitzungsberichten richtig aufgefasst habe, so hat er selbst gar keine Versuche über eine durch Transfusion defibrinirten Blutes hervorgebrachte Plethora angestellt, sondern gemeint, dass es durch meine Untersuchungen festgestellt sei, dass dieselbe schädlich und gefährlich sei. Dieses ist jedoch alsdann aber ein Missverständniss. Es war gerade bei Anwendung der unmittelbaren Transfusion, dass ich auf die plethorischen Krankheitserscheinungen und auf die excessive Vermehrung der relativen Menge der Blutkörperchen aufmerksam wurde, und die Warnung, die ich mit einer vielleicht etwas übertriebenen Vorsicht in meinem Resumé gegen Ueberfüllung des Gefässsystems bei der ohne gleichzeitige Depletion vorgenommenen Transfusion aussprach, sollte ebenso wohl für die unmittelbare Transfusion, als für die Transfusion mit defibrinirtem Blute gelten. Versuche, welche Professor Worm-Müller aus Christiania neulich (zum Theil im hiesigen Laboratorium) ausgeführt hat, haben mich überzeugt, dass die Gefahr, welche mit einer gewissen Blutüberfüllung des Gefässsystems verbunden ist, nicht so gross ist als ich gemeint habe, und ich habe insbesondere durch seine Versuche erfahren, dass Hunde oft eine sehr bedeutende Vermehrung ihrer Blutmenge vertragen können, wenn man ihnen defibrinirtes Blut ohne Depletion injizirt. Dieses, die Angaben Mittler's widersprechende Resultat, geht auch aus den neulich von Lesser in Ludwig's Laboratorium ausgeführten Versuchen hervor; ihm gelang nehmlich die Ueberfüllung des

Gefässsystems gerade mit defibrinirtem Blute besser, als bei unmittelbarer Transfusion. Herr Gesellius sagt zwar (S. 59), dass er auch selbst „eine Menge eingehender Experimente angestellt habe, durch die er die Angaben Mittler's im vollsten Umfange bestätigte“ und er sagt auch (S. 105): „Mittler und ich waren niemals im Stande mit defibrinirtem (gleichartigem) Blute in sochem Umfange und gleichem Erfolge den Blutaustausch zu bewerkstelligen, wie mit ganzem Blute. Die Thiere starben einfach.“ Aber diese Worte „die Thiere starben einfach“ sind buchstäblich Alles, was Herr Gesellius über diese „Menge eingehender Experimente“ mitzutheilen hat. Es wird nun dem Leser überlassen, über diese Versuche zu denken, wie er es für gut befinden mag.

Wie mich, so behandelt Herr Gesellius übrigens auch die späteren „Autoritäten“, welche auf Grund ihrer klinischen Erfahrungen die Anwendung des defibrinirten Blutes bei Transfusionen empfohlen und angewendet haben, namentlich auch seinen „früheren Lehrer“ Professor Hüter und Professor Jürgensen, den er als meinen Nachfolger in Kiel bezeichnet. Letzterem nimmt er es ganz besonders übel, dass er gesagt hat, „Niemand habe Panum's kritische Beleuchtung der gegen die Defibrination erhobenen Einwürfe im Ernst widersprochen“. Die Autoritäten kommen aber doch verhältnissmässig glimpflich davon, trotz des Abscheus, den Herr Gesellius gegen den Autoritätsglauben an den Tag legt, und der ihn so sehr empört, dass er ausruft: „da möchte man ja invectiv werden“! Dr. Hertzberg aus Pommern aber, welcher sich die Freiheit genommen hat, die Brochüre, worin Herr Gesellius seinen Capillarbluttransfusionsapparat empfahl, zu kritisiren, muss geradezu als Prügeljunge herhalten. Die Polemik gegen diesen Unglücklichen füllt 13 mit Ausrufszeichen, mit Beschuldigungen der Fälschung und der Arroganz, mit Injurien, Schimpfworten und Exclamationen reichlich gespickte Seiten. „Schwach! Herr Doctorandus! Sehr schwach!“ „Bravo Herr Doctorandus aus Pommern, nur immer: jurare in verbis magistri!“ u. dgl. ruft ihm Herr Gesellius von seinem erhabenen Standpunkte aus zu. So ist Herr Gesellius als Polemiker. — Als kritischer Sammler alles dessen, was er in der Literatur an Aussprüchen gegen die Defibrination hat auffinden können, ist er nicht glücklicher gewesen. Ein ganz besonderes Gewicht legt er auf

einige von einem physiologischen Standpunkte aus ganz unverständliche Vorstellungen, die Herr Dr. Rautenberg über die Oxydation des Blutes in den Lungen zum Besten gegeben hat, wonach die dem venösen Blute anhaftenden, aus den verbrannten Körpertheilen stammenden Schlacken in den Lungen ganz anders destruirt werden sollten, als wenn das durch Quirlen defibrinirte Blut mit atmosphärischer Luft geschüttelt wird. — Demnächst wird auf die Meinung Gewicht gelegt, dass die Defibrination darum schädlich sein sollte, weil der Faserstoff eines der Hauptmittel ist, durch welche die Natur Blutungen stillt. Es wird ja aber die Faserstoffmenge in dem Blute, welches zurückbleibt, nicht vermindert, und das transfundirte defibrinirte Blut wird, wie wir gesehen haben, sehr bald ebenso reich an Faserstoff als das ursprüngliche Blut. Dazu kommt noch hinzu, dass die Faserstoffmenge auch nicht durch unmittelbare Transfusion gesunden arteriellen Blutes vermehrt wird, und dass etwa vorhandene Blutungen durch diese ebenso wenig gestillt werden können, wie durch Transfusion defibrinirten Blutes. Wollte man die Fibrinmenge vermehren, so könnte man dieses überhaupt nicht durch Transfusion erreichen, wohl aber durch Hervorrufen einer Entzündung, z. B. durch ein grosses Vesicatorium. Ueberdies lehrt die Erfahrung bei den physiologischen Versuchen und in klinischen Fällen, dass diese Furcht ganz unbegründet ist. — Die übrigen kritischen Lesefrüchte, welche Herr Gesellius gegen die Defibrination gesammelt hat, beschränken sich auf eine Wiederholung der längst widerlegten Behauptung, dass bei der Defibrination kostbare Zeit verloren gehen sollte, und auf allgemeine Redensarten als: die Transfusion sei keine rechte und wahre Transfusion, wenn nicht das ganze Blut, sondern nur ein Theil des Blutes, d. h. Blut minus Fibrin, injicirt würde — das Leben und die Gesundheit des Blutes oder des Faserstoffes oder der Blutkörperchen müsse durch eine so unsanfte Behandlung, wie das Peitschen es sei, gefährdet werden — das Blut werde zu Tode gepeitscht — und endlich — und das ist das Schlussargument: „Das Defibriniren ist naturwidrig, und alles Naturwidrige ist schon a priori verwerflich.“

Aber Herr Gesellius hat wirklich eine eigene Beobachtung gemacht, die ihn überzeugt hat, dass es ganz unverantwortlich ist defibriniertes Blut zur Transfusion zu verwenden, und dass die An-

wendung desselben nothwendiger Weise embolische Verstopfung aller feinen Blutgefässe des Körpers bewirken muss. Er hat nehmlich einmal — freilich wie es scheint auch nur ein einziges Mal — gequirtes Blut eines Menschen unter dem Mikroskop betrachtet. Das Material, das ihm hierbei zu Gebote stand, war sehr reichlich, 10 Unzen Venenblut „käuflich entnommen von einem 54jährigen robusten periodischen Blutlasser“. Indem er sich dieses Blut zuerst mit einer Loupe und dann unter dem Mikroskop ansah, beobachtete er, dass die Blutkörperchen sich in Rollen ordneten und dadurch Klümpchen bildeten, die er als Gerinnsel bezeichnet, und die viel grösser waren als die Lumina der Capillaren. Auch sah er, dass die wenigen isolirten Blutkörperchen, die er endlich glücklich aufgefunden hatte, nicht so schön rund waren, wie er es nach den Abbildungen, die er gesehen, erwartet hatte. Die Beschreibung aller der wunderbaren Dinge, die Herr Gesellius bei dieser Gelegenheit unter dem Mikroskop gesehen hat, die Mittheilung der höchst wichtigen Gründe, die er hierdurch gegen die Desfibrination entdeckt hat, und die Abschrift der Aufklärungen, die er darüber in dem den medicinischen Studirenden wohl bekannten physiologischen Werke seines Lehrers Budge gefunden hat, füllen 3 Seiten. Wenn Herr Gesellius sich öfter die Mühe genommen hätte, Blut unter dem Mikroskope zu untersuchen, wozu ja das kleinste Tröpfchen vollkommen ausreicht, so würde er sich leicht überzeugt haben, dass die Ordnung der Blutkörperchen in Rollen, sowohl als ihre Formveränderungen durch Osmose und durch Verdampfen, vom Mangel oder von der Gegenwart des Faserstoffes im Blute ganz unabhängig ist, und wenn er sich etwas besser mit der physiologischen Literatur bekannt gemacht hätte, so würde er nicht nur gefunden haben, dass diese Phänomene sehr wohl bekannt sind und sehr oft Gegenstand der Untersuchung und Discussion waren, sondern er würde zugleich erfahren haben, dass diese Verhältnisse factisch den Durchgang des Blutes durch die Capillaren nicht im Geringsten verhindern. Die zahlreichen mit desfibrinirtem Blute an Menschen und Thieren glücklich ausgeführten und verlaufenen Transfusionen hätten ja überdies Herrn Gesellius bei einigem Nachdenken überzeugen müssen, dass die von ihm aus seinen Wahrnehmungen gemachten Schlüsse ganz falsch sein müssten.

Nachdem Herr Gesellius nun die Hoffnung ausgesprochen

hat: „jetzt mit allen möglichen Defibrinationsautoritäten für alle Zeiten fertig zu sein“, tritt er noch zu allerletzt mit demjenigen Argumente hervor, durch welches er wohl eigentlich den allerstärksten Eindruck auf die Aerzte zu machen hofft, nehmlich mit einer Statistik über die am Menschen mit nicht defibrinirtem und mit defibrinirtem Blute ausgeführten Transfusionen, in der Weise, dass die Fälle, in welchen die Kranken starben, denjenigen gegenüber gestellt werden, in welchen sie nicht starben. In den 4 so zusammengestellten Tabellen werden 68 Fälle von Transfusion mit nicht defibrinirtem Blute aufgeführt, in welchen die Kranken nicht starben (darunter seit 1863 nur 10), und 52 Fälle, in welchen sie bei gleicher Operationsweise starben (darunter seit 1863 13). Dahingegen sollen bei Anwendung defibrinirten Blutes nur 36 Fälle vorgekommen sein, in welchen die Kranken nicht starben (darunter 32 nach 1863), aber 66 Fälle, in welchen sie starben (darunter seit 1863 54). Hiermit scheint es doch nicht ganz übereinzustimmen, wenn er S. 109 und 110 sagt, dass von 128 Transfusionen mit ganzem Blute 71 einen glücklichen und nur 57 „ohne Erfolg“ gewesen seien, und dass nur 18 von 70 Transfusionen mit defibrinirtem Blute einen glücklichen Ausfall gehabt hätten. Diese letzteren, im Text respective 3mal und 2mal wiederholten Zahlen, werden zwar unter Errata dahin berichtigt, dass es statt 18: 36 und statt 70: 115 heissen soll. Aber auch diese Zahlen stimmen nicht mit den Specialtabellen überein, sondern nur mit der summarischen Uebersichtstabelle, in welcher noch 39, weder mit Angabe der transfundirten Blutmenge noch mit Namen der operirenden Aerzte, noch mit Jahreszahlen versehene, also ganz uncontrolirbare Fälle hinzugefügt sind, welche so vertheilt werden, dass hier angegeben wird, von 146 Transfusionen mit nicht defibrinirtem Blute seien 79 nicht gestorben, während 67 Fälle tödtlich verliefen, und von 115 mit defibrinirtem Blute ausgeführten Transfusionen seien 79 gestorben und nur 36 geheilt. Zweifel an der Zuverlässigkeit dieser Zahlen veranlasste mich in Hirsch-Virchow's Jahresbericht von 1867 bis 1873 nachzusehen, und hier fand ich noch 21 unzweifelhaft günstige, mit Heilung endigende Fälle von Transfusion mit defibrinirtem Blute, welche Herr Gesellius nicht mit aufgenommen hat (1 von Aversa, 1 von Fabbri, 2 von Friegerio, 1 von Esmarch, 1 von Ullersperger, 1 von Friderici und Albanese,

1 von Otto, 1 von Mossler, 1 von Hütter und 11 im Kriegs-lazareth zu Rastatt). Dazu kommen dann noch 5 glücklich ver-laufene Fälle von Hasse hinzu ausser dem einen von Gesellius aufgeföhrten Falle von demselben Arzte. Das verbessert nun ja schon die Statistik der mit defibrinirtem Blute ausgeführten Trans-fusion nicht unerheblich, indem die Zahl der glücklichen Fälle hier-durch schon auf 62 anstatt der von Gesellius in seinen Tabellen aufgeföhrten 36, und anstatt der im Text (mittelst eines Druckfehlers) angegebenen 18 Fälle steigt. Ich muss aber hier wiederholen, was ich schon oben ausgesprochen habe, dass eine solche Statistik, bei welcher die Art der Krankenfälle nicht angegeben ist, ganz werthlos und nichtig ist. Die weit grössere Leichtigkeit und Sicherheit, womit die Transfusion mit defibrinirtem als mit nicht defibrinirtem Blute ausgeführt werden kann, und das erhöhte Interesse, welches die Transfusionsfrage bei den Aerzten erregt hat, hat bewirkt, dass man dieselbe in den späteren Jahren in vielen Fällen versucht hat, in welchen man sie früher nicht anwandte, und darunter finden sich denn leider auch eine nicht geringe Anzahl von Fällen, in welchen die Transfusion durchaus nicht rationell indicirt war. Während man früher, als man mit nicht defibrinirtem Blute trans-fundirte, die Transfusion fast ausschliesslich gegen durch Blutung entstandene Anämie anwandte, hat man in der neueren Zeit nicht nur auf Eulenburg's und Landois' Rath mit vollem Rechte die Indicationen auf die Kohlenoxydvergiftung und mit einem gewissen, doch schon mehr zweifelhaften Rechte auch auf die Phosphorver-giftung und auf mehrere andere Vergiftungen ausgedehnt, sondern man hat sie auch, wie schon oben bemerkt wurde, in vielen Fällen angewendet, wo die Indication gar nicht als wirklich rationell anerkannt werden kann, z. B. gegen Pyämie, gegen Cholera und gegen manche andere, oben näher bezeichnete Fälle. Wenn man nun diejenigen Fälle ausschliessen wollte, bei welchen keine rationelle Indication vorhanden war, und die Statistik auf diejenigen beschränken wollte, wo wirklich der Mangel an functionstüchtigen rothen Blutkör-perchen constatirt war, so würde die Transfusionsstatistik gewiss ein ganz anderes Aussehen bekommen, zum Vortheil für die Transfusion mit defibrinirtem Blute. Ich finde z. B., dass Albanese, welcher die Transfusion mit defibrinirtem Blute 8 mal ausgeführt hat, in allen denjenigen 4 Fällen, wo die Operation wegen Anämie nach

stattgefunder Blutung vorgenommen wurde, schnelle Heilung erreichte, dass dahingegen in 3 unter 4 Fällen, wo dieselbe gegen Pyämie angewandt wurde, der Tod erfolgte. Aehnliche Verhältnisse bieten überhaupt die Fälle dar, die ich beim Durchgehen von Hirsch-Virchow's Jahresbericht für 1867—1873 vorgefunden habe. In den Fällen, wo die Operation wegen primären Mangels an functionstüchtigen rothen Blutkörperchen ausgeführt wurde, war der Ausfall in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle günstig, wo sie aber ohne diese Indication vorgenommen wurde, war der Ausfall in den allermeisten Fällen unglücklich, unwirksam oder mit Tod endigend. Gewissenhafte Ausarbeitung einer nach den Krankheitsfällen und den Indicationen geordneten Statistik der Transfusionen überhaupt, und der mit defibrinirtem und mit nicht defibrinirtem Blute insbesondere ausgeführten Transfusionen würde eine sehr verdienstvolle Arbeit sein. Eulenburg und Landois haben dazu gute Vorarbeiten geliefert. Unter 97 von ihnen angeführten Fällen von Transfusion bei acuter Anämie endigten 63 mit Heilung, in 3 war der Nutzen zweifelhaft und in 31 Fällen war die Operation erfolglos. Unter 10 Fällen acuter Intoxicationskrankheiten wurden nur 3 geheilt, und unter 38 verschiedenen anderen Fällen war die Operation nur in 9 Fällen nützlich, in 8 Fällen war der Nutzen zweifelhaft und in den übrigen war die Operation erfolglos. Bei der Anwendung der Transfusion gegen Cholera, Pyämie, Erysipelas, Diphtheritis, Variola, Skorbut, Purpura, Tetanus u. s. w. ist dieselbe, so weit es mir ersichtlich ist, immer ganz nutzlos gewesen. Masmann hat 106 Fälle verzeichnet, in welchen die Transfusion nach der Geburt vorgenommen wurde; unter diesen erfolgte 65mal Heilung und 3mal vorübergehende Besserung.

Ich meine nun, dass man, bei Berücksichtigung alles dessen, was im Vorbergehenden angeführt ist, nicht darüber zweifelhaft sein kann, dass die Transfusion, wenn sie am Menschen mit Menschenblut ausgeführt werden soll, unbedingt mit defibrinirtem Blute auszuführen ist.

Es kann indessen nicht geleugnet werden, dass der Umstand, dass es nothwendig ist einen gesunden Menschen zur Ader zu lassen, in manchen Fällen, in welchen man sonst geneigt sein möchte Transfusion vorzunehmen, ein wesentliches Hinderniss für die Ausführung dieser Operation abgiebt. Dieses Hinderniss hat be-

sonders heutzutage eine grosse practische Bedeutung gewonnen, weil die Reaction gegen den Missbrauch, welcher noch lange Zeit nach der Broussais'schen Periode, ja bis zu einem gewissen Grade noch vor 20 bis 30 Jahren, ohne Zweifel mit den Blutentleerungen getrieben wurde, jetzt so weit gegangen ist, dass es nicht wenige Aerzte giebt, welche niemals einen Aderlass indicirt finden, ja dass Einige selbst die Ausführung eines Aderlasses als ein Verbrechen bezeichnet haben! Diese kleine Operation wird jetzt ja auf unseren Hospitalern so selten ausgeführt, dass viele Candidaten der Medicin sich zum Staatsexamen einstellen ohne jemals die Ausführung eines Aderlasses mit angesehen zu haben, geschweige denn selbst einen solchen ausgeführt haben. Die Aerzte, deren Ausbildung in eine fröhliche Periode fällt, können nicht umhin über die ganz gewiss sehr übertriebene Blutscheu der jüngeren Generation zu lächeln. Ich trage kein Bedenken, es als meine volle Ueberzeugung auszusprechen, dass ein von gefübter Hand, nach den Regeln der Kunst ausgeführter Aderlass von 8—10 Unzen, bei gesunden, besonders aber bei robusten, als vollblütig bezeichneten Menschen, wenn derselbe nicht gerade in einem von Hospitalkrankheiten inficirten Local ausgeführt wird, nicht in 1 unter 1000 Fällen dem Blutgeber irgend welche Gefahr oder irgend welchen Schaden bringt, und dass selbst die Schwächung und Blutverdünnung, welche durch einen etwas stärkeren Aderlass, von etwa 12 Unzen, veranlasst wird, bei einem gesunden Menschen bei guter und kräftiger Kost und bei gesunder Lebensweise, passender Bewegung in freier Luft u. s. w. in der Regel nach höchstens 14 Tagen bis 3 Wochen vollständig beseitigt ist. Ich stütze diese Ueberzeugung nicht nur auf physiologische Versuche an Thieren, sondern auch auf zahlreiche Beobachtungen, die ich während einer 6jährigen Dienstzeit als Assistent an einem grossen Krankenhouse zu machen Gelegenheit hatte, und auf Selbstbeobachtung, indem ich in dieser Periode meines Lebens mich selbst viele Male zur Ader gelassen habe, um Untersuchungen über das Blut anzustellen, ohne dass ich davon irgend welchen Schaden verspürt hätte. Ich bin davon überzeugt, dass ein Arzt, in den ja nicht gerade so ausserordentlich häufigen Fällen, wo die Indication für die Transfusion klar und unzweifelhaft ist, es nicht nur sehr wohl verantworten kann, einen oder, wenn es nöthig ist, mehrere gesunde Menschen zur Ader zu

lassen, wenn diese sich dazu bereit erklären, sondern auch, dass es in der Regel gar nicht so sehr schwierig sein wird, gesunde Menschen zu finden, welche bereit sind, durch eine fast schmerzlose und fast gefahrlose kleine Operation sich etwas von dem Blute entziehen zu lassen, das sie in reichlicher und oft wohl in überflüssiger Menge besitzen, zum Besten eines Mitmenschen, dessen Armuth an functionsfähigen rothen Blutkörperchen so gross ist, dass er sterben muss, falls sich Niemand dazu verstehen will, ihm etwas von seinem Reichthume und von seinem Ueberflusse mitzutheilen. Auch hat der Gedanke, von Leuten, die an Geld arm, aber an Blut reich sind, Blut zu kaufen, für mich nichts Abschreckendes, und wenn Herr Gesellius sagt: „Blut von der Armuth zu kaufen ist eine rohe Niederträchtigkeit des Reichthums“, so kann er das gar nicht so ernstlich meinen, da er ja selbst von einem periodischen Blutlasser 10 Unzen Menschenblut käuflich erstanden hat. Mit Rücksicht auf die freilich weit grössere Gefahr, welche mit einem in einer von Hospitalscontagien inficirten Atmosphäre vorgenommenen Aderlasse verbunden ist, ist es vermeintlich von nicht geringer Bedeutung, dass der Aderlass und die Herstellung des defibrinirten Blutes sehr wohl in einem fern liegenden Locale ausgeführt werden kann, indem das Blut, bei Beachtung der oben angeführten Vorsichtsmaassregeln, sehr wohl mehrere Stunden lang ohne Schaden aufbewahrt werden kann.

Wenn das Blut irgend eines Thieres dieselben Dienste leisten könnte wie Menschenblut, so würde das allerdings ein sehr wesentlicher Vortheil sein, theils weil man alsdann ja nicht nöthig haben würde, einen gesunden Menschen irgend welcher, wenn auch noch so geringer Gefahr oder Unannehmlichkeit auszusetzen, alsdann es also auch nicht thun dürfte, theils aber auch, weil man alsdann ja auch die Operation vielleicht auf Fälle ausdehnen könnte, in welchen freilich keine radicale Heilung bei drohender Lebensgefahr in Aussicht stände, wo aber vielleicht die Heilung beschleunigt werden könnte, oder wo, bei symptomatischem Blutmangel, bei einer anderen Hauptrkrankheit, nur ein temporärer oder palliativer aber doch wertvoller Nutzen von der Transfusion zu erwarten stände. Wenn sich das machen liesse, so wäre es also für den Arzt sehr angenehm. Die Defibrinationsfrage würde, wenn ein Thier das Blut hergeben sollte, eine weit geringere

Bedeutung haben, weil es ja thunlich ist, das Blut aus einer Arterie des Thieres direct in die Vene eines Menschen überströmen zu lassen, wenn ich gleich, dem oben Mitgetheilten zufolge, auch in diesem Falle der Meinung sein würde, dass die Transfusion mit defibrinirtem Blute vorzuziehen wäre. Wenn man aber Menschenblut benutzen sollte, so könnte man ja, wie gesagt, gar nicht daran denken, die Transfusion aus der Arterie eines gesunden Menschen in die Vene eines Kranken vorzunehmen.

Es war eigentlich diese Frage, welche mich 1861 zunächst veranlasste, die Transfusionsfrage zum specielleren Gegenstande einer experimentellen Untersuchung zu machen. Die Veranlassung dazu war eine von meinem Collegen Professor Esmarch ausgeführte Transfusion, bei welcher er defibrinirtes Kalbsblut benutzte. Die Operation wurde wegen excessiven Mangels an rothen Blutkörperchen nach einer starken Eiterung und darnach erfolgter Exarticulation des Femur ausgeführt. Der Kranke war moribund. Respiration und Puls hatten schon ganz aufgehört, bevor das Blut transfundirt wurde. Die Herzbewegungen wurden kaum noch gehört. Es war also freilich nur sehr geringe Aussicht für Gelingen des Versuches vorhanden, selbst wenn bei demselben Menschenblut benutzt wurde, und ganz frisches, gequirtes Kalbsblut war zugegen. Brown-Séquard hatte kurz vorher an Thieren angestellte Versuche mitgetheilt, bei welchen er zu dem Resultate gekommen war, dass defibrinirtes Blut eines Wirbelthieres, nachdem es mit atmosphärischer Luft gut geschüttelt sei, ohne Gefahr in das Gefässsystem eines anderen Wirbelthieres transfundirt werden könne, vorausgesetzt, dass die Blutkörperchen des zur Transfusion bestimmten Blutes nicht grösser seien als diejenigen des Thieres, das dieselben aufnehmen solle. Die Blutkörperchen des Kalbes sind aber bekanntlich kleiner als diejenigen des Menschen. Die in den Jahren 1666—1668 an Menschen mit Lammbut oder Kalbsblut ausgeführten Transfusionen waren freilich ohne rationelle Indicationen gemacht worden, viele derselben waren so mit Ostentation und Humbug gemischt, dass man zu ihnen kein Vertrauen haben konnte, andere waren eigentlich nur als physiologisches Experiment ausgeführt worden, ohne mit einem therapeutischen Zwecke verbunden zu sein, soviel schien aber doch aus diesen Versuchen hervorzugehen, dass Transfusion von Lammbut oder Kalbsblut in die Vene eines Menschen wenigstens

in der Regel nicht den Tod zur Folge gehabt hatte, wenn nicht allzuviel transfundirt wurde. Ich hatte freilich nicht viel Vertrauen zu der von Brown-Séquard empfohlenen Transfusion mit Thierblut, und noch weniger zu den in den Jahren 1666—1668 von Denis und Anderen an Menschen ausgeführten Experimenten. Ich meinte daher, man sollte lieber zuerst die Versuche an Thieren wiederholen und erweitern, bevor man dieselben am Menschen ausführte, und ich sprach gegen meinen hochverehrten Collegen diese Meinung aus; ich musste aber einräumen, dass der Versuch in diesem speciellen Falle, mit Rücksicht auf alle die vorhandenen Umstände, nicht nur zu verantworten sei, sondern ausgeführt werden müsste, und ich assistirte deshalb gern bei demselben. In physiologischer Beziehung war es nun für mich nicht uninteressant zu sehen, dass die Herzcontractionen während und nach der Transfusion von circa 14 Unzen defibrinirtem Kalbsblute kräftiger wurden, dass der Radialpuls wieder zum Vorschein kam, dass die Respirationsbewegungen wieder in Gang kamen und dass die Pupillen wieder beweglich wurden. Der Kranke lag eine Stunde lang in einem Schlaf ähnlichen Zustande da; darauf aber erfolgte der Tod unter Convulsionen. Der Fall ist in der Dissertation von Dreesen beschrieben.

Als ich nun eine experimentelle Untersuchung der Transfusionsfrage vornahm, welche ja in sehr naher Beziehung zu den bereits 1854 begonnenen Untersuchungen über die Blutmenge standen, fand ich, dass unter den älteren Versuchen, diejenigen, die an Thieren ausgeführt waren, im Ganzen genommen weit mehr Vertrauen verdienen, als diejenigen, die am Menschen vorgenommen waren, weil bei vielen dieser letzteren Charlatanerie an der Ausführung sowohl als an der Darstellung einen so bedeutenden Anteil hatte, dass es in den Berichten oft schwierig ist, Wahrheit und Lüge von einander zu sondern, dass aber doch einige der Berichte über an Menschen ausgeführte Transfusionen ganz das Gepräge der Zuverlässigkeit tragen, während andererseits einige der Thierversuche höchst unglaublich und unzuverlässig erscheinen. Bei kritischer Durchnahme der Versuche wurde ich darauf aufmerksam, dass bei Transfusion von Lammmblut oder Kalbsblut in die Vene eines Menschen, sowohl als in die Vene eines Hundes, oft notirt ist, dass der Harn darnach schwarz oder blutig gefärbt wurde, dass oft heftige Blutung auftrat, dass Mattigkeit, Müdigkeit,

Schmerz oder Schläfrigkeit entstand, und dass bei den Thieren, bei welchen der Tod erfolgt war, Blut in die serösen Höhlen und in die Gewebe transsudirt oder extravasirt war. Die Lammbluttransfusionen beim Menschen kamen indessen bald in Misscredit. Sie wurden wenigstens in Italien verboten, und in Frankreich entging Denis nur durch seine persönlichen Beziehungen zum Könige einer gerichtlichen Verfolgung in Veranlassung einer sehr unangenehmen Transfusionsgeschichte. Darauf ruhte die Transfusionsfrage lange, und die Thierbluttransfusion wurde bis zum Jahre 1873 nur bei einigen physiologischen Versuchen an Thieren berührt, wenn man von ganz vereinzelten, an Menschen mit Lammblut oder Kalbsblut ausgeführten Transfusionen absieht, welche unter den Aerzten keinen Anklang fanden (so namentlich eine vom Chirurgus Russel 1792, eine von Bledung 1839, eine von Esmarch 1860 und eine von einem amerikanischen Arzte 1871 ausgeführte Thierbluttransfusion). Durch Versuche an Thieren kamen Rosa und Scarpa zu dem Resultate, dass der Ausfall wesentlich verschieden ist, je nachdem die Thiere, deren Blut bei der Transfusion vermischt wird, mehr oder weniger verwandten Arten angehören. So konnten Lämmer sehr gut und ohne schädliche Folgen nach einer Verblutung durch Transfusion mit Kalbsblut wieder in's Leben zurückgerufen und am Leben erhalten werden, Hunde aber, welche auf gleiche Weise behandelt wurden, erkrankten, entleerten blutig gefärbten Harn und starben. Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangte später Milne-Edwards, welcher einen durch Verblutung getöteten Esel durch Transfusion mit Pferdeblut wieder belebte. — Demnächst erklärten Prévost und Dumas, ihren Versuchen zufolge, dass das Blut eines Wirbelthieres, das in die Blutgefässe eines anderen Wirbelthieres gebracht wird, das einer anderen Classe, Ordnung oder Familie angehört, oft geradezu wie ein Gift wirkt, ein Resultat, das Rayer, Leeeock und Andere bestätigten. Bei späteren Untersuchungen hoben namentlich Bischoff und Brown-Séquard hervor, dass dieses doch nicht immer der Fall ist, — etwas, das übrigens Prévost und Dumas auch gar nicht behauptet hatten. Die Ursache, wodurch das Blut anderer Thierarten bisweilen giftig wirkt (etwas, das von keinem Physiologen geläugnet worden ist), suchte Bischoff zuerst theils in der Ge-

rinnung des Faserstoffs und theils in der Annahme, dass der fremde Faserstoff giftig wirke, weil er fand, dass das defibrinierte Blut oft unschädlich war, während das entsprechende Venenblut giftig wirkte. Da er aber später fand, dass Arterienblut unter denselben Verhältnissen ebenso wenig giftig wirkte, als das defibrinierte, mit atmosphärischer Luft geschüttelte Blut, so schloss er, dass es nur die venöse Beschaffenheit des Blutes sei, welche giftig wirkte. Es war eigentlich dasselbe Resultat, zu dem Brown-Séquard später gelangte, nur von ihm näher dahin präcisirt, dass die Kohlensäure das eigentliche Gift sei. Wir haben oben gesehen, dass diese Meinung nur in solchen Fällen richtig ist, wo das Blut durch ganz ungewöhnliche Verhältnisse an Kohlensäure viel reicher geworden ist, als gewöhnlich. Von anderen Seiten her wurde mit Recht hervorgehoben, dass die verschiedene Grösse der Blutkörperchen in einigen Fällen die giftige Wirkung des Blutes ferner stehender Arten erklärt. Es ist aber einleuchtend, dass diese Erklärung nicht immer zutrifft, und dass dieses namentlich nicht der Fall sein würde, wenn Lamm- oder Kalbsblut bei Transfusion in die Vene eines Hundes giftig wirkt.

Die Versuche, die ich zur Erledigung dieser Frage anstellte, ergaben nun folgendes Resultat:

Wenn die Menge völlig frischen, noch warmen, defibrinirten Kalbsblutes, welche nach einer entsprechenden Depletion in die Vene eines Hundes transfundirt wurde, 10—11 pCt. der supponirten Blutmenge des Hundes entsprach — also eine Menge, welche für einen erwachsenen Mann etwa 16 Unzen entsprechen würde — so starb der Hund freilich nicht davon, er wurde aber sehr krank, zeigte grosse Mattigkeit, war sehr traurig, entleerte stark blutig gefärbten Harn, und zeigte grosse Neigung zu Blutungen aus ganz unbedeutenden Wunden. Nach und nach, als Blutfarbstoff und Eiweiss aus dem Harn verschwunden waren, besserte sich das Allgemeinbefinden im Laufe von 4—5 Tagen. Der blutig gefärbte Harn enthielt oft kein Blutkörperchen.

Wenn die Menge des völlig frischen, noch warmen defibrinirten Kalbsblutes, welche nach entsprechender Depletion in die Vene eines Hundes transfundirt wurde, 14—16 pCt. der Blutmenge des Hundes entsprach — also eine Menge, welche für einen erwachsenen Mann etwa 1  $\frac{1}{2}$  Pfund entsprechen würde — so erfolgte der Tod nach

30 Stunden. Die Symptome, welche während des Lebens am Hunde beobachtet wurden, waren: eine so grosse Mattigkeit, dass das Thier nicht auf den Beinen stehen konnte, Dilatation der Pupillen, frequenter Puls, sehr heftige Blutung aus kleinen Wunden und völlige Suppression der Harnsecretion, so dass während der 30 Stunden keine Spur von Harnstoff secernirt wurde. In dem Glase, das unter den Observationskasten gestellt war, wurden nur circa 30 Gramm einer ziemlich dickflüssigen, blutgefärbten Flüssigkeit vorgefunden, welche weder Gerinnsel, noch Harnstoff, wohl aber Blutfarbstoff und Eiweiss enthielt. Bei der Section war die Harnblase leer, die Nieren sehr hyperämisch. Das Blut im Herzen und in den grossen Blutgefässen war sehr flüssig. Die Schleimhaut des Darmkanals zeigte Sugillationen, die Lungen zeigten Hypostase und die Muskeln waren auffallend dunkel.

Wenn endlich nach einer Blutentleerung, bei welcher  $\frac{2}{3}$  der Blutmenge des Hundes ausfloss und wonach die Respirationsbewegungen sowohl als die Reflexbewegungen der Augenlider aufgehört hatten, eine etwas mehr als 50 pCt. der ursprünglichen Blutmenge des Hundes entsprechende Menge ganz frischen, defibrinirten Lammblutes transfundirt wurde, so wurde der Hund dadurch freilich wieder lebendig, er starb aber wiederum nach  $3\frac{1}{2}$  Stunden. — Nach seiner Wiederbelebung war der Hund in den Hinterbeinen so schwach, dass er nicht auf den Beinen stehen konnte, aber er bellte ununterbrochen mit starker Stimme und bewegte den Kopf heftig. Er erkannte uns nicht und sah wild aus den Augen. Er war dabei sehr empfindlich. Der Liquor aqueus der Augen wurde nach und nach stark blutroth gefärbt. Der Hund blutete stark aus ganz kleinen capillaren Blutgefässen, und es war sehr schwierig, die Blutungen durch Tamponade zu stillen. Die Temperatur stieg stark. Der Puls wurde anfangs sehr kräftig, nach und nach, als die Kräfte abnahmen, wurde der Hund schwächer und schwächer, bis der Tod erfolgte. Die durch die Harnwege entleerte Flüssigkeit war von Blutfarbstoff sehr dunkel gefärbt, sie enthielt aber nur wenige Blutkörperchen, viel Eiweiss, aber nur Spuren von Harnstoff. Bei der Section hatten die Nieren durch enorme Injection ein fast schwarzes Aussehen bekommen. Im blutig gefärbten Liquor aqueus fanden sich gar keine Blutkörperchen. Die Muskeln waren sehr dunkel. In den Geweben und in den Cavitäten fanden sich

an vielen Stellen Eechymosen, Sugillationen und blutiges Transudat. Das Gehirn war weich, und besonders in der grauen Masse stark injicirt; die Cerebrospinalflüssigkeit war blutig gefärbt.

Das in den Kreislauf des Hundes transfundirte Lamm- oder Kalbsblut hatte also einerseits seine Fähigkeit bewährt, belebend einzuwirken, und, wie es schien, eine Zeitlang durch Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff ebenso zu fungiren, wie das in den ursprünglichen Blutkörperchen enthaltene Hämoglobin. Andererseits hatte es sich aber gezeigt, dass die Blutkörperchen dabei im Kreislaufe des Hundes aufgelöst werden, und dass, wenn die transfundirte Blutmenge einigermaassen gross ist, Krankheit und Tod bewirkt wird, theils dadurch, dass Blut transsudirt und extravasirt, namentlich aber dadurch, dass Niereninfarct, und, wahrscheinlich in Folge dessen, Suppression der Harnstoffsecretion entsteht.

Da nun den hier besprochenen ähnlichen Symptome auch in mehreren derjenigen Fälle besprochen werden, in welchen man im 17. Jahrhundert Lamm- und Kalbsblut in Menschen transfundirt hatte, namentlich Uebergang des Blutfarbstoffs in den Harn, Neigung zu Blutungen und Wirkung auf das Gehirn, so lag es nahe zu vermuthen, dass Lammblut und Kalbsblut im Kreislaufe des Menschen sich in ganz ähnlicher Weise verbhält, wie im Kreislaufe des Hundes, und dass seine Anwendung zur Transfusion bei Menschen daher durchaus nicht rathsam erscheint. Es war nun einleuchtend, dass die Erfahrung, dass Blut eines Thieres oft giftig oder schädlich wirkt, wenn es in den Kreislauf einer anderen, nicht sehr nahe verwandten Art transfundirt wird, von mehreren verschiedenen Ursachen abhängt. Ausser der schon längst anerkannten schädlichen und tödtlichen Wirkung, welche erfolgt, wenn die transfundirten Blutkörperchen zu gross sind oder ihrer Form halber die Capillaren nicht passiren können, und ausser der von mir entdeckten schädlichen und tödtlichen Wirkung, welche erfolgt, wenn die Mischung des eigenen und fremden Blutes eine Auflösung der Blutkörperchen und dadurch Niereninfarct, Suppression der Harnstoffsecretion u. s. w. bewirkt, können vielleicht noch verschiedene andere Verhältnisse unter gewissen Umständen bewirken, dass die Transfusion des Blutes einer anderen Thierart schädlich wirken kann. In dieser Beziehung verdienen die von C. Schmidt mit den Blut-

körperchen und dem Serum des Menschen und verschiedener Säugetiere vorgenommenen Aschenanalysen unsere Aufmerksamkeit. Er fand:

	in 100 Gewichtstheilen Blutkörperchen-Asche				in 100 Gewichtstheilen Serum-Asche			
	Kalium	Natrium	Phosphor- säure	Chlor	Kalium	Natrium	Phosphor- säure	Chlor
	beim Menschen	41	10	18	21	5	38	6
- Schaafe	15	38	9	27	7	39	4	41
- Hunde	6	36	22	25	3	40	7	37.

Ueberdies muss daran erinnert werden, dass das Hämoglobin verschiedener Säugetiere ganz verschiedene Krystallisationsformen darbietet. Vielleicht können auch Verschiedenheiten der im Blute verschiedener Thiere enthaltenen Excretionsstoffe unter Umständen bei Anwendung des Blutes einer anderen Art Gefahr bringen. Es verdiente vielleicht auch näher untersucht zu werden, ob nicht die ursprüngliche Meinung Bischoff's, dass der fremde Faserstoff giftig wirke, bisweilen richtig sein könnte, obgleich es unrichtig war, diese Annahme als die einzige und wesentliche Ursache aufzustellen.

Es ist also einleuchtend, dass man sich bei Anwendung des Blutes einer fremden Thierart zur Transfusion vielen verschiedenen, zum Theil bekannten, zum Theil unbekannten Gefahren aussetzt, welche nicht vorhanden sind, wenn man defibrinirtes Blut derselben Art anwendet. Der Unterschied des Ausfalls der an Hunden ausgeführten und oben mitgetheilten Transfusionsversuche mit defibrinirtem Hundeblut und der zuletzt angeführten mit defibrinirtem Lamm- oder Kalbsblut ausgeführten Transfusionsexperimente, ist so schlagend, dass ich gewiss vollkommen berechtigt war, eine ernstliche Warnung gegen die Anwendung von Thierblut und speciell von Lamm- oder Kalbsblut für Transfusion in die Blutgefäße des Menschen auszusprechen.

Ein practischer Arzt in Nordhausen am Harz, Dr. Oscar Hasse, dessen Name bis dahin in der Literatur, so weit ich weiss, nur durch Mittheilung zweier Transfusionsgeschichten bekannt geworden war, hat nun im Jahre 1874 die medicinische Welt durch Publication von 15 von ihm selbst „mit glücklichem Ausfalle“ an Menschen ausgeführten Lammbut-Transfusionen überrascht. Die kleine, nur 5 Druckbogen umfassende Schrift, worin er diese Mittheilung

macht, ist betitelt: *Die Lammbłut-Transfusion beim Menschen. Erste Reihe: 31 eigene Transfusionen umfassend.*

Hiernach könnte man vielleicht erwarten, Mittheilungen über 31 Lammbłut-Transfusionen vorzufinden; die 16 ersten Transfusionen sind aber nicht mit Lammbłut, sondern mit defibrinirtem Menschenblut ausgeführt. Das Resultat dieser 16, mit defibrinirtem Menschenblute ausgeführten Transfusionen, fasst er so zusammen: „*Die Transfusion mit defibrinirtem, venösen Menschenblute ist einerseits eine leichte und bei gehöriger Vorsicht gefahrlose Operation, andererseits ein lebensrettender Eingriff gegen manches anderweitig unheilbare Uebel.*“

Darauf fährt er aber so fort:

„So stand bei mir die Frage als ich die „*Studie*“ von Franz Gesellius, „*die Transfusion des Blutes*“, St. Petersburg 1873, las. Danach war ich entschlossen, in dem nächsten geeigneten Falle die directe Transfusion mit arteriellem Lammbłute auszuführen. — Die Gelegenheit dazu liess nicht lange auf sich warten.“

Das ist Alles, was als Motiv dafür angeführt wird, dass Herr Dr. Oscar Hasse die durch Theorie und durch practische Erfahrung wohl begründete Transfusion mit defibrinirtem Menschenblute, die ihm selbst Resultate gegeben hatte, mit denen er vollkommen zufrieden war, aufgab, und dass er zu einem anderen Verfahren griff, das weder durch Theorie, noch durch practische Erfahrung gerechtfertigt war, — abgesehen von dem, was in der genannten Schrift des Herrn Dr. Franz Gesellius für dieselbe angeführt wird.

Dieser Dr. Gesellius ist also die theoretische Autorität des dreisten Operateurs in Nordhausen, und wir müssen also die räthselhaften Motive dieser merkwürdigen Frontveränderung in der genannten „*Studie*“ suchen, deren Inhalt rücksichtlich der Defibrinationsfrage wir bereits genügend kennen gelernt haben. Herr Gesellius schliesst seine Studie mit dem Ausrufe: „*Die Lammbłut-Transfusion wird in der Medicin eine neue Aera, die — blutspendende. — inauguriren.*“

Wir müssen also untersuchen, wie er zu diesem Resultate gelangt ist. In seiner ersten kleinen Schrift, worin er seinen Capillarblut-Transfusions-Apparat empfahl, sagt er S. 4: „*Eine Menge physiologischer Versuche an Thieren, besonders von Panum, haben*

dargethan, dass Einspritzungen von Blut, welches anders gestaltete Blutkörperchen enthält, als dasjenige Thier führt, bei dem transfundirt wird, den Tod entweder in kürzester Zeit herbeiführt, oder aber das eingeführte Blut erleidet in dem ihm fremdartigen Organismus alsbald eine Zersetzung und wird in aufgelöstem Zustande durch Se- und Excrete, namentlich durch Harn und Darm wieder ausgeschieden, obgleich es eine vorübergehende Restaurirung zu bewirken vermag. Es liegt auf der Hand, dass man, trotz einiger günstiger Fälle aus älterer Zeit von in Menschen transfundirtem Thierblut, nur Menschenblut beim Menschen nehmen kann und wird. — Das ist eine abgethanen Frage.“ (sic!).

So sprach Herr Gesellius 1868. Im Jahre 1873 ist er aber, wie wir schon oben erfahren haben, zu der Erkenntniß gelangt, dass der Autoritätsglaube sehr schädlich ist, und dass man die Klassiker auf verschiedene Weise lesen kann.

Nachdem er nun die alten, an Menschen mit Lamm- und Kalbsblut vollzogenen Transfusionen nochmals durchgelesen hat, gelangt er zu dem Resultate, dass es ganz unzweifelhaft sei, dass Transfusion mit Thierblut nicht ein einziges Mal den Tod eines Menschen deshalb veranlasst habe, weil Thierblut benutzt wurde, dass dieselbe sich im Gegentheil ebenso vortrefflich erwiesen habe, als in unseren Tagen. Die vielen in diesen Berichten vorkommenden Unwahrscheinlichkeiten geniren ihn nicht, und es fällt ihm gar nicht ein, dass es damals wohl ebenso gegangen sein wird, wie leider heut zu Tage, dass nehmlich die Aerzte es oft unterlassen, die unglücklichen Fälle zu publiciren. Dass die Lammbluttransfusionen vor 200 Jahren ohne Rücksicht auf irgend welche rationelle Indication ausgeführt wurden, das genirt Herrn Gesellius ganz und gar nicht, weil er in dieser Beziehung noch ganz auf demselben Standpunkte steht, den Denis und Consorten einnahmen. Auf dieser subjectiven Grundlage wird nun weiter gebaut. Er behauptet, Esmarch's Krunker sei nur gestorben, weil das transfundirte fremde Blut defibrinirt war. Die Hunde, an welchen ich experimentirte, erkrankten und starben, so behauptet er, ebenfalls nur, weil das transfundirte fremde Blut defibrinirt war, nicht, weil es einer anderen Thierart angehörte. Die Erklärung, welche im Detail meiner Versuche enthalten ist, verschweigt er, ebenso

wie er den sehr grossen Unterschied der Wirkung des defibrinirten fremden Blutes und des ja gleichfalls defibrinirten Blutes derselben Art verschweigt.

Um seine Behauptung, dass nur die Defibrination an der schädlichen oder giftigen Wirkung des fremden Blutes Schuld sei (sofern nicht die Grösse der Blutkörperchen die Störungen bewirkt), zu begründen, sucht er zunächst, wie wir bereits gesehen haben, seinen Lesern die Meinung beizubringen, dass meine Versuche das Vertrauen, das man ihnen geschenkt hat, nicht verdienen, und ihnen den Glauben beizubringen, „dass alle die Schlussfolgerungen, die für die Defibrination bis zum heutigen Tage auf die Panum'schen Versuche gebaut werden, eben falsch sind“! Durch „eine bestechende Sprache“ und durch „eine sehr energische Propaganda“ für die Defibrination, soll ich meine Collegen irre geleitet haben. Wie wenig Vertrauen meine Versuche und meine Darstellungen verdienen, soll nun bewiesen werden 1) dadurch, dass ich unterlassen habe anzugeben, ob das defibrinirte Blut, das ich anwandte, einer Vene oder einer Arterie entnommen war (was, wie wir oben gesehen haben, ganz gleichgültig ist), 2) dadurch, dass ich, wie er behauptet, niemals die unmittelbare Transfusion aus der Arterie, sondern nur defibrinirtes Blut benutzt habe und deshalb beide Verfahren gar nicht zu vergleichen im Stande sei (was aber, wie wir gesehen haben, der Wahrheit nicht entspricht), 3) dadurch, dass er seine Leser über den Zweck der beiden von ihm, mit Auslassung der Pointen und alles auf diese Bezüglichen, unvollständig referirten quantitativen Versuche so irre führt, dass seine Leser dieselben, in der Gestalt, die er ihnen gegeben hat, unverständlich, thöricht und nachlässig finden müssen. Diesen Eindruck sucht er noch wesentlich dadurch zu erhöhen, dass er das Fehlen der Sectionsresultate bei diesen beiden Versuchen tadeln, denn dieses würde in der That ein sehr wesentlicher Mangel gewesen sein, wenn die Versuche wirklich in der von ihm ihnen untergeschobenen Absicht ausgeführt wären, während in der That, mit Rücksicht auf den Zweck, den ich vor Augen hatte, gar kein Grund vorhanden war, die Sectionsresultate anzuführen. Nachdem ich im Vorhergehenden alle diese Punkte ausführlich besprochen und erörtert habe, halte ich es für unnöthig, mich hier nochmals gegen diese

Angriffe zu vertheidigen. Nachdem er mich auf diese Weise abgefertigt hat, und nachdem er denen, die ihm glauben wollen, erzählt hat, dass alle Physiologen auf Johannes Müller's Empfehlung bei allen von ihnen vorgenommenen Transfusionen, ausschliesslich defibrinirtes Blut benutzt haben (!), und dass dieses der Grund sei, warum sie gefunden haben, dass fremdes transfundirtes Blut in einem einer anderen Art angehörigen Thier schädlich wirke. Herr Gesellius behauptet, es wirke nicht schädlich, weil es fremd, sondern weil es defibrinirt gewesen sei, und dieses gelte namentlich auch rücksichtlich der Angaben, denen zufolge Säugethierblut im Kreislaufe der Vögel giftig wirke; Herr Gesellius behauptet nehmlich, es sei ganz unschädlich, wenn es defibrinirt sei. Herr Gesellius giebt freilich S. 59 an, dass er selbst keinen Versuch mit Transfusion von Säugethieren an Vögeln oder Amphibien oder umgekehrt angestellt habe. Er beruft sich aber auf Mittler's Versuche, welche dieses darthun sollen. Wenn man aber die Arbeit von Mittler nachsieht, welche sich in den Sitzungsberichten der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien am 12. Juni 1868 findet, also an einem für die grosse Mehrzahl der Aerzte wenig zugänglichen Orte, so sieht man, dass Mittler eine solche Behauptung nicht ausgesprochen hat. Mittler sagt vielmehr: „Bei dem Blutaustausche zwischen Säugethier und Vogel werden nur geringe Mengen ertragen, auch wenn derselbe unmittelbar von Gefäss zu Gefäss stattfindet. Zwischen Hund und Huhn gelangen mir die Transfusionen, bis zu  $\frac{1}{2}$  des Vogelblutgehaltes, nicht mehr. Ueber den Einfluss der Quirlung auf diesem Gebiete kann ich nichts aussagen.“

Mittler wird auch als Autor folgender Behauptungen in Anspruch genommen: 1) Bei Infusion defibrinirten Blutes ist eine vorbergehende Depletion nothwendig. 2) Diese Vorsicht ist bei unmittelbarer Transfusion nur von geringer Bedeutung. 3) Kleine Mengen direct von Hunden an Kaninchen oder von Kaninchen an Hunde transfundirten Blutes werden ohne entsprechende Blutentleerungen vertragen. 4) Dahingegen werden Hunde und Kaninchen krank, wenn gleich grosse Mengen defibrinirten Blutes von dem einen zum anderen dieser Thiere transfundirt werden. 5) Directe Transfusion vom Schaf zum Hund können in der Regel ohne vorher-

gehende Depletion mit  $\frac{1}{8}$  der Blutmenge des Blut empfangenden Thieres ausgeführt werden, ohne dass die Thiere davon sterben. 6) In einigen Versuchen haben Hunde directe Transfusion von Schaafssblut bis zu  $\frac{1}{5}$ , bisweilen sogar bis fast  $\frac{1}{4}$  ihrer Blutmenge ertragen. 7) Infusion defibrinirten Schaafssblutes tödtet einen Hund schon bei einer Menge, welche  $\frac{1}{8}$  der Blutmenge des Hundes entspricht, wenn die Operation während derselben Zeit ausgeführt wird, wie die directe Transfusion. Ueberhaupt erfolgte der Tod ausnahmslos schneller bei Infusion defibrinirten Blutes, als bei unmittelbarer Transfusion des fibrinhaltigen Blutes, selbst bei Anwendung der grössten Mengen. Bisweilen erfolgte der Tod selbst nach ganz geringen Mengen defibrinirten Blutes, selbst vor Ende des Versuchs. 8) Bei Infusion des Blutes eines anderen Thieres befinden die Thiere sich am besten, wenn die Einströmungsstelle weit vom Herzen entfernt ist (aus der Schenkelvene). Nachdem die 8 Sätze, die Mittler so aufgestellt haben soll, angeführt sind, sagt Herr Gesellius (S. 59): „Diese 8 Angaben Mittler's bestätige ich im vollsten Umfange durch eine Menge eingehender Experimente.“ Herr Gesellius hat also auch selbst Experimente angestellt. Diese müssen wir vor allen Dingen untersuchen. Gleichsam als Einleitung zu seinen Experimenten führt Herr Gesellius an, dass er nur die Frage einer eventuellen Anwendung von Thierblut für am Menschen vorzunehmende Transfusionen vor Augen gehabt habe und dass er deshalb hoffe die Frage definitiv entschieden zu haben. Alle diese Transfusionen wurden mit Lamm- oder Kalbsblut vorgenommen, welches immer unmittelbar aus der Arterie in die Vene transfundirt wurde. Nachdem er erzählt bat, weshalb er gerade diese Thiere gewählt hat, und weshalb er nicht versucht hat Venenblut zu transfundiren, bespricht er ausführlich die Literatur der Operationsmethode, und darauf (S. 65) das von ihm angewandte Verfahren. In dieser Darstellung ist nur neu oder Herrn Gesellius eigenthümlich, dass Hundeblut viel schneller coaguliren soll als Menschenblut, dass die Hunde gegen alle operativen Eingriffe sehr empfindlich seien, viel empfindlicher als Menschen, und dass das Blut bei Berührung mit Kautschuk viel schneller coaguliren soll, als in Berührung mit Glas oder Metall. Diese Angaben stimmen nicht mit den Erfahrungen überein, die ich und Andere gemacht haben; darauf will ich hier jedoch kein weiteres Gewicht legen.

Demnächst nennt er endlich S. 66 die 3 Fragen, die er zum Gegenstande seiner Untersuchung gemacht hat: Die erste Frage lautete: Wie viel Lamm- oder Kalbsblut kann ohne vorhergehende Depletion in einen grossen, starken Hund übergeleitet werden, bevor der Harn blutig gefärbt wird, bevor blutiger Schaum vor das Maul tritt, und bevor parenchymatöse Blutungen oder andere abnorme Erscheinungen auftreten? Zur Beantwortung dieser Frage wurden 22 Versuche an 22 Hunden verschiedener Art angestellt. Als Gründlage der Bestimmung der Blutmenge wurde die veraltete Angabe Valentin's benutzt, wonach die Blutmenge  $\frac{1}{3}$  (!) des Körpergewichts betragen soll. Deshalb wurde jeder Hund genau auf einer Decimalwaage gewogen. Durch Versuche wurde gefunden, dass aus der benutzten Canüle durchschnittlich  $5\frac{1}{2}$  Unzen Lammbut ausfloss (!). Als Einströmungsstelle wurde in 4 Fällen die Jugularis benutzt; in den übrigen die Schenkelvene. Die Arterie des Lammes oder Kalbes war immer die Carotis. Lammbut wurde 20 mal, Kalbsblut 2 mal benutzt. Das Resultat war, dass man immer ohne vorhergehende Depletion Lamm- oder Kalbsblut bis zu  $\frac{1}{24}$  der Blutmenge des Hundes transfundiren kann, bevor die genannten Symptome auftreten (!). — Die zweite Frage ist: ob beim Hunde nach Transfusion mit Lamm- oder Kalbsblut in der genannten Menge ( $\frac{1}{24}$  der Blutmenge des Hundes) eine durch Injektionsröthe etc. bedingte dunklere Färbung der Nieren auftritt, als bei Hunden, bei welchen man zu gleicher Zeit Blut derselben Art (d. h. Hundeblut) transfundirt hat? Hierzu wurden 2 Paar Hunde verwandt. Das eine Paar wurde 10 Stunden, das zweite 2 Tage nach der Transfusion durch Lufteinblasen in die Vena jugularis getötet (!). Die Antwort ist: Herr Gesellius konnte weder durch mikro noch durch makroskopische Untersuchung an Querschnitten (?) der Nieren irgend welchen Unterschied in diesen Fällen wahrnehmen. Die dritte Frage lautet: Kann man schon nach 24 Stunden ohne Depletion die Lammbuttransfusion in gleicher Dosis ( $\frac{1}{24}$  der Blutmenge des Hundes) wiederholen, ohne dass rothgefärbter Harn, blutiger Schaum vor dem Maule oder parenchymatöse Blutungen aus frischen Operationswunden auftreten, und ohne dass die Nieren dunkler gefärbt werden u. s. w.? Es wurden zur Beantwortung dieser Frage sechs Versuche angestellt; die 3 Hunde wurden nach 18 Stunden getötet, die 3 nach 2 Tagen.

Der Harn wurde in einem mit Blech ausgekleideten Observationskasten aufgefangen, und die Thiere lagen während der ganzen Zeit festgeknebelt in diesen Kästen, damit sie nicht durch Lecken, Beissen oder Stossen ihre Operationswunden öffnen sollten. In Harn und Fäces wurde kein Blut gefunden, blutiger Schaum, parenchymatöse Blutungen u. s. w. zeigten sich nicht. Die makro- und mikroskopische Untersuchung der Nieren zeigte keinen Unterschied vom Verhalten gesunder, stark gefütterter Hunde gleicher Art und gleichen Alters.

Man sollte es kaum glauben, aber die drei hier hervorgehobenen Sätze sind in der That Alles, was Herr Gesellius über seine „Menge eingehender Experimente“ mitgetheilt hat, und daraus schliesst er: „Auf Grund dieser Resultate ist unzweifelhaft die Thierbluttransfusion beim Menschen völlig zulässig.“ (!!)

Darauf ertheilt Herr Gesellius noch einige Rathschläge mit Rücksicht auf die Ausführung dieser Operation am Menschen. Er meint, dass die Physiologen nicht recht wüssten, ob sie die Blutmenge des Menschen auf 20 oder 30 oder auf 12 Pfund anschlagen sollen; der Vorsicht halber nimmt er aber nur 12 Pfund an, und schlägt, in Uebereinstimmung mit seinen Versuchen an Hunden, und in ganz merkwürdiger Uebereinstimmung mit denjenigen durchschnittlichen Blutmenge, welche bei den bisher mit glücklichem (darunter verstanden: nicht tödtlichem) Ausgange beim Menschen ausgeführten Transfusionen benutzt wurde, 6 Unzen Lammbut als die passende Dosis für den Menschen vor. Nun ist Herr Gesellius mit dieser Frage ganz fertig und kommt auf dieselbe nicht mehr zurück, bevor er seinen prophetischen Schlussatz von der neuen blutspenden Lammbut-Transfusions-Aera ausspricht.

Wenn man aber bedenkt, was eine Verwendung von  $22 + 4 + 6$  also zusammen 32 grosser kräftiger Hunde und einer entsprechenden Anzahl von Lämmern oder Schaafen und Kälbern zu bedeuten hat, ausser einer nicht genannten Anzahl anderer Thiere, welche nöthig waren zur Anstellung der „Menge eingehender Versuche,“ durch welche Mittler's Angaben constatirt wurden, wenn man ferner bedenkt, dass dazu noch ausserdem mehrere mit Blech ausgekleidete grosse Observationskästen, eine feine Decimalwaage und

dergleichen nöthig waren, so wird man etwas neugierig zu erfahren, ob Herr Gesellius seine Versuche in seinem Studirzimmer, oder in einem Laboratorium angestellt hat, und im letzteren Falle, in welchem Laboratorium? Man erstaunt höchstlich über das Missverhältniss zwischen dem angewandten grossen Material und den höchst kärglichen Resultaten und der noch kärglicheren Mittheilung. Physiologen von Fach werden wünschen zu erfahren, durch welchen Apparat es Herrn Gesellius möglich gewesen ist, diese grossen Thiere ebenso unbeweglich zu fixiren, wie ein Kaninchen mit Hülfe eines Czermak'schen Kaninchenhalters, und das ist ja ganz nothwendig gewesen, um die steife, mit Metallcanülen verbundene Glasröhre gegen Dislocation und Zertrümmerung zu sichern! Man ist ferner berechtigt zu fragen, wie Herr Gesellius hat wissen können, wann der Hund gerade die bestimmte Blutmenge ( $\frac{1}{24}$  seines Körpergewichts) empfangen hatte? War vielleicht eine Decimalwaage auf eine neue ingeniose Weise als Operationstisch eingerichtet? Das ist wohl nicht wahrscheinlich, sonst würde Herr Gesellius einen solchen neuen Apparat ganz gewiss beschrieben haben. Da Herr Gesellius überdies angiebt, dass durch die von ihm benutzte Canüle durchschnittlich  $5\frac{1}{2}$  Unzen Blut in einer Minute ausströmte, so ist es wohl wahrscheinlicher anzunehmen, dass die transfundirte Blutmenge nach der Zeit des Einströmens berechnet worden ist. Wenn das aber die Meinung ist (Herr Gesellius giebt, wie gesagt, keinen Aufschluss darüber), so würde es die Physiologen von Fach sehr interessiren zu erfahren, wie man den hemmenden Einfluss berechnen kann, den der in der Vene vorhandene Blutdruck ja nothwendigerweise auf die aus der Arterie einströmende Blutmenge ausüben muss? In der vorzugsweise benutzten Vena cruralis des Hundes kann der Blutdruck bekanntlich bis auf 100 Mm. Quecksilberdruck steigen und in der Carotis des Lammes variiert derselbe gewöhnlich zwischen 150 und 200 Mm., sinkt aber bisweilen auch unter 100 Mm. Quecksilberdruck. Oder hat Herr Gesellius vielleicht eine für die grossen Thiere modifizierte Ludwig'sche Stromuhr benutzt? Dann aber würde er gewiss nicht unterlassen haben Solches mitzutheilen. Kurz, jedem Sachkundigen müssen diese Versuche wirklich höchst rätselhaft vorkommen! Aber wir wollen einmal annehmen, dass es wirklich auf zuverlässige Weise dargethan wäre, dass Hunde

ohne vorausgegangene Depletion immer vertragen könnten, dass ihnen aus der Carotis eines Lammes durch unmittelbare Transfusion eine bis zu  $\frac{1}{2}$  der Blutmenge des betreffenden Hundes ansteigende Menge Lammmblut in die Cruralvene oder Jugularis beigebracht würde, ohne dass dadurch blutiger Schaum vor's Maul tritt, ohne dass der Harn blutig wird u. s. w., was wird dann dadurch bewiesen? Ausserdem, was der Satz selbst unmittelbar besagt, würde doch zugleich das bewiesen werden, was derselbe indirect ausspricht, nehmlich: dass man bei der unmittelbaren Transfusion Grund hat zu befürchten, dass die genannten gefahrdrohenden Symptome auftreten, wenn die transfundirte Blutmenge  $\frac{1}{2}$  der Blutmenge des Thieres übersteigt.

Hätte man aber nicht auch ohne die Versuche des Herrn Gesellius mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen können, dass ein Hund die Transfusion einer so geringen Lammmblutmenge würde vertragen können, ohne dass solche gefahrdrohende Erscheinungen auftreten würden, wenn man meine mit defibrinirtem Lammblyte an Hunden vorgenommenen Transfusionsversuche berücksichtigt hätte? Als ich eine circa  $\frac{1}{10}$  der Blutmenge des Hundes entsprechende Menge defibrinirte Lammmblutmenge transfundirte, starb der Hund ja nicht, und es trat auch kein blutiger Schaum vor das Maul, wohl aber wurde der Harn blutig und das Thier war 4 Tage lang krank. Es ist also wohl wahrscheinlich, dass durch die  $\frac{1}{2}$  der Blutmenge des Hundes entsprechende Menge unmittelbar transfundirtes Lammmblut, nur eine noch geringere Störung erfolgen würde.

Wo bleibt nun der Beweis für die Behauptung, dass nur das defibrinirte Lammmblut oder Kalbsblut, nicht aber das Lamm- oder Kalbsblut an und für sich schädlich wirkt? Dieses wird nehmlich nicht durch die Resultate bewiesen, zu welchen Herr Gesellius bei seinen Untersuchungen über die zweite und dritte der von ihm aufgeworfenen Fragen gelangte, denn er hat, seiner eigenen Aussage zufolge, bei diesen Versuchen ja ausschliesslich unmittelbare Transfusion benutzt, also defibrinirtes Lammmblut gar nicht versucht.

Diese seine, zur zweiten und dritten Frage hingehörigen Versuchsresultate beweisen aber nicht einmal, dass unmittelbar transfundirtes Lamm- oder Kalbsblut in der genannten geringen Menge keine krankhaften Erscheinungen in den Nieren hervorruft, viel

weniger dass es überhaupt gar nicht schädlich wirkt. Denn 1) ist die Art und Weise, wie er die Thiere getötet hat, nehmlich durch Lufteinblasen, so unpassend, dass dieselbe etwa vorhandene Verschiedenheiten verwischt haben könnte, welche bei einer besser gewählten Todesweise selbst vielleicht Herrn Gesellius aufgesunken wären. Denn, wenn man einen Hund durch Einblasen von Luft in die Venen tödtet, so erfolgt der Tod durch Embolie der Lungenarterien nur wenn die Luftmenge recht bedeutend ist, und ich habe gefunden, dass eine grosse Menge kleiner Luftbläschen dabei die Lungencapillaren passirt und darauf arterielle Embolie bewirken kann, welche alsdann in den Nieren wohl Unterschiede, die sonst vielleicht deutlich gewesen wären, verwischt haben könnte. Herr Gesellius kann aber 2) nach der Probe seiner Uebung im Mikroskopiren, die er bei seinen merkwürdigen Beobachtungen über die Blutkörperchen des Menschen zum Besten gegeben hat, wirklich nicht verlangen, dass man ein besonderes Vertrauen zu derjenigen mikroskopischen Untersuchung der Nieren fasst, die er angestellt hat, um so weniger, als das ganze Detail dieser Untersuchung ein Geheimniß geblieben ist! Nicht einmal das makroskopische Aussehen der Nieren, das, nicht wie gewöhnlich, auf einen Schnitt durch die Länge der Niere, sondern auf einen Querschnitt beobachtet wurde, ist irgendwie beschrieben worden.

Aber selbst wenn bei einer zuverlässigen Untersuchung der Nieren nichts Abnormes gefunden wäre, würde dann daraus folgen, dass das in geringer Menge transfundirte Lammblut gar keine schädliche Wirkung hervorgebracht hatte? Und würde es genügen, bewiesen zu haben, dass das in geringer Menge transfundirte Lammblut nicht schädlich gewirkt hat? Sollte nicht vielmehr der Beweis verlangt werden müssen, dass das transfundirte Blut einer anderen Thierart auch nützlich wirkt, und zwar in gleicher Weise und in gleichem Maasse, als defibrinirtes Blut derselben Thierart? Dieses ist dann ja doch wirklich die eigentliche Pointe der ganzen Frage! —

Herr Gesellius hat also ebenso wenig durch seine Experimente, wie durch sein Raisonnement irgend welche Berechtigung nachgewiesen, das Blut von Thieren zur Transfusion bei Menschen zu verwenden.

Wir müssen aber doch nachsehen, ob sich nicht vielleicht

die vermissten Beweise hierfür bei Mittler befinden sollten, da Gesellius ja die Angaben Mittler's durch „eine Menge eingehender Versuche“ bestätigt, freilich ohne über diese Versuche irgend Etwas zu berichten, nicht einmal die Zahl der zu denselben verbrauchten Hunde.

In der kleinen Mittheilung Mittler's, in den Verhandlungen der Wiener Akademie, finden wir nun zunächst, dass die angeführten, von Herrn Gesellius numerirten und hervorgehobenen Sätze keineswegs das von Mittler gegebene Resumé seiner Untersuchungen ausmachen, sondern aus dem Zusammenhange herausgerissene, vom Verfasser nicht hervorgehobene Sätze sind. Es findet sich bei Mittler überhaupt nur ein einziger etwas specieller detaillirter Versuch, nehmlich der oben besprochene. Bei der Art und Weise, in der Mittler die von Gesellius hervorgehobenen Sätze im Text ausspricht, bleibt man völlig darüber in Zweifel, ob diese Sätze wirklich das Resultat unmittelbarer Beobachtungen Mittler's sind, oder ob es Schlüsse sind, die er abgeleitet hat, aus einer Combination seiner eigenen Beobachtungen, mit den Mittheilungen von Anderen und namentlich von mir, die er übrigens in allen wesentlichen Punkten vollkommen bestätigt. Dahingegen finden wir bei Mittler mehrere andere Resultate, die er selbst viel stärker betont, die aber Herr Gesellius seinen Lesern vorenthält, obgleich sie in der That bei der in Rede stehenden Frage alle Aufmerksamkeit verdienen. Mittler sagt:

„So vollständig wohl, wie nach der Transfusion gleichartigen Blutes, haben sich die Thiere selbst bei geringeren Mengen (Blutes anderer Thierarten) nicht befunden. Die Thiere boten im Beginne der Ueberleitung, bei nahe ausnahmslos das Bild mehr oder minder heftiger, vorübergehender Dyspnoë. Die Unregelmässigkeit in der Respiration schwand jedoch in der Regel noch während des Versuches, oder bald nachher.“

„Zuweilen erfolgten jedoch auch parenchymatöse Blutungen aus den frisch gesetzten Operationswunden, und Ausscheidungen blutigen Harns, selbst wenn die Thiere den Act des Blutumtausches *in toto* überdauerten.“

„Diese Erscheinungen beschrieb schon Denis an Antoine Mauroy .... Panum schildert diese Wirkung in noch ausge-

dehnterem Maasse von der Injection gequirten, fremdartigen Blutes — wie vor ihm Bischoff die Ausscheidungen blutigen Schleimes in die Körperhöhlen der Frösche. Derselbe fügt übereinstimmend mit Rayer hinzu, dass die schädliche Wirkung mit der Entfernung der einzelnen Gattungen von einander in geradem Verhältnisse steige.“

„Meine Erfahrungen bestätigen diese Angaben. Das unmittelbar übergeleitete Blut bringt zwar niemals so intensive Ausscheidungen so plötzlich hervor, wie das gequirte, allein die Ausscheidungen selbst fehlen auch hier nicht, wenn sie gleich bei geringen Mengen fremden Blutes nicht augenfällig zu Tage treten.“

„Sicher ist soviel, dass das Blut der Thiere derselben Gattung sich bei beiden Methoden des Blutumtausches wesentlich anders verhalte, als das fremder Gattungen.“

„Diese Verschiedenheit prägt sich am deutlichsten in den makro- und mikroskopischen Nierenbefunden aus.“

„Bei Transfusion gleichartigen Blutes sind die Nieren des empfangenden Thieres, auch bei strotzender Blutfülle der übrigen Organe, nur stark hyperämisch, sonst in ihren Structurverhältnissen normal. Anders nach Uebertragung fremdartigen Blutes. Sie erscheinen theils von Imbibitionsröthe dunkel gefärbt, theils von abgegrenzten Infaretten durchsetzt .... Unter dem Mikroskope erscheinen die Harnkanälchen auf dicken Schnitten lebhaft roth, auf dünnen tiefgelb. Es ist mir aber nicht gelungen, in den Harnkanälchen solcher Nieren unverzehrte Blutkörperchen aufzufinden. In dem blutigen Harne der Hunde war Hämatin in beträchtlicher Menge enthalten. Jedoch auch hier vermochte ich keine unveränderten Blutkörperchen zu entdecken. Ausserdem fand ich die Leber, die Milz, die Lungen solcher Thiere dunkler roth gefärbt als im Normalen.“

„Die interessante Thatsache, dass nach Einspritzung fremden Blutes ein roth gefärbter Harn abgeht, kann in zweifacher Weise gedeutet werden. Entweder führt der Farbstoff von einer Zerstörung der neu eingeführten Blutkörperchen her, oder es sind durch das neu eingeführte Serum auch die dem Thiere eigenen Blutkörperchen in Mitleidenschaft gezogen. Der letztere Fall wäre namentlich geeignet, die rasch tödtende Wirkung grösserer Mengen gequirlt eingespritzten Blutes zu erklären.“

Das sagt Mittler, auf dessen Autorität sich Gesellius vor Allem beruft!

Herr Dr. Franz Gesellius, die einzige Autorität, auf welche Herr Dr. Oscar Hasse sich stützte, als er, obgleich sehr zufrieden mit den Resultaten, die er bei Anwendung defibrinirten Menschenblutes zur Transfusion erlangt hatte, sich verwegeuen Muthes über die Lammbluttransfusion warf, war also wirklich eine sehr unzuverlässige Autorität, welche ihrem Motto: „Wahrheit in unserer Wissenschaft, in ernster Kunst gewissenhaft!“ nur schlecht entsprach.

Zur Erklärung der sonderbaren Erscheinung, dass Herr Hasse sich dennoch von Herrn Gesellius bestimmen liess, sich kühn auf die neue Operationsmethode einzulassen, könnte vielleicht eine Berücksichtigung folgender Umstände dienen.

In seinem neuesten Schriftchen: „Die Thierbluttransfusion beim Menschen“ erzählt Gesellius, dass O. Hasse ihm im Juni 1873 schrieb, dass er 3 Lammbluttransfusionen ausgeführt habe, „da ich mich gleich nach Lesung Ihrer Schrift zu Ihrer Ansicht bekannte“. Die von Dr. Oscar Hasse in Nordhausen am Harz demnächst herausgegebene bekannte Schrift ist nicht in Deutschland, sondern in St. Petersburg gedruckt und verlegt, und zwar beim Buehdrucker und Verleger der Kaiserlichen Petersburger Theater, Eduard Hoppe — eben demselben, welcher auch die „Studie“ des Herrn Dr. Franz Gesellius gedruckt und verlegt hat. Der Druck der Schrift Hasse's war, wie aus seiner Nachschrift ersichtlich ist, im Anfange des Januar 1874 noch nicht beendigt. Bei derselben Firma erschien aber nun eine von Herrn Dr. Franz Gesellius verfasste, wahrhaft ergötzliche Panegyrik über sich selbst, über Herrn Hasse und über dessen „bahnbrechendes Werk“ unter dem Titel: „Zur Thierbluttransfusion beim Menschen“. Diese Reclameschrift ist am Schlusse, nach dem Satze: „Die Thierbluttransfusion hat in der Medicin eine neue Aera — die blutpendende — inauguriert,“ datirt: St. Petersburg am Neujahrstage 1874, wie Herr Gesellius selbst bemerkt, nur 8 Monate nach dem Erscheinen seiner „Studie“. Die Reclameschrift war also fix und fertig, bevor noch die Schrift des Dr. Hasse, für welche sie Reclame machen sollte, fertig gedruckt, ge-

schweige denn erschienen war! Herr Gesellius ist also für Herrn Hasse nicht nur Autorität gewesen, sondern die Schrift des Herrn Hasse ist unter den Auspicien und unter der Mithilfe des Herrn Gesellius erschienen, und beide Herren scheinen also in einem ähnlichen Verhältnisse zu einander zu stehen, wie zwei Compagnons, oder wie zwei Hände, von denen die eine die andere wäscht.

Nachdem die neue Lammmblut-Transfusions-Aera auf diese Weise schnell und gut in Scene gesetzt war, kam noch ein Nachspiel, und dieses war das Artigste! Herr Gesellius konnte schon in seiner, „Neujahrstag 1874“ datirten, panegyrischen Reclameschrift melden, dass er in Verbindung mit den Herren O. Heyfelder und Rautenberg noch 2, und dass Herr Hasse noch 6 neue Lammmbluttransfusionen gemacht habe, und er hatte Nachricht erhalten, dass auch in Bonn, Köln und Neapel schon Lammmbluttransfusionen ausgeführt seien, theils veranlasst durch seine „Studie“, theils durch die von Herrn O. Hasse auf der deutschen Naturforscherversammlung in Wiesbaden im September 1873 gegebene vorläufige Mittheilung seiner 12 ersten Lammmbluttransfusionen. Darauf breitete sich die Lammmbluttransfusion wie eine Epidemie aus, gegen Westen von St. Petersburg nach Bonn und Strassburg, gegen Süden nach Freiburg i. Br. und nach Italien, gegen Norden nach Kiel und selbst nach Kopenhagen. Es war besonders die Empfehlung des Herrn Hasse, die Lammmbluttransfusion gegen Phthisis (!) in Anwendung zu bringen, welche Glück machte, ausserdem wurde sie aber wie eine Art Universalmittel gegen fast alle möglichen mit Schwächung und vermeintlicher Anämie verbundene Krankheiten in Anwendung gebracht. Bisher unbekannte Aerzte haben mittelst der Wiedereinführung der Denis'schen Lammmbluttransfusion eine grosse locale Berühmtheit erlangt, indem sie sich als Lammmbluttransfuseurs in mit Lämmern gesegneten Dörfern niederliessen, wohin Dutzende und abermals Dutzende von Phthisikern und von anderen Unglücklichen wallfahrteten um sich das symbolische <sup>1)</sup> Lammmblut trans-

<sup>1)</sup> Im 19. Jahrhundert ist das Lammmblut wahrscheinlich wohl darum bevorzugt worden, weil es im 17. Jahrhundert fast ausschliesslich benutzt wurde. Was veranlasste aber im 17. Jahrhundert, dass gerade Lammmblut benutzt wurde? Der Baccalaureus theologiae Arthur Coga, der sich von Lower und King für eine Guinee Blut aus der Carotis eines Lammes transfundiren liess,

fundiren zu lassen. Dieses war aber ziemlich theuer für die Betreffenden — natürlich — denn Lämmer sind ja heut zu Tage theuer. Herr Gesellius hat aber auch für die Armen Rath zu schaffen gewusst. Hunde sind ja besonders in Dörfern viel billiger als Lämmer, und Herr Gesellius hat gesagt, dass Hunde sehr gut dazu zu verwenden sind, ebenso wie Kaninchen und alle anderen Säugethiere, deren Blutkörperchen nicht grösser sind als die des Menschen. Dieser philanthropische Vorschlag ist in der That schon gewissermaassen autorisirt worden, indem auf einer der grössten und berühmtesten chirurgischen Kliniken zur Abwechselung an einem Tage eine Transfusion mit Hundeblood, am nächstfolgenden eine mit Lammblut gemacht worden ist, beide ungefähr mit gleich gutem Resultat. Es sind überhaupt keinesweges bisher unbekannte Aerzte, welche mit einer gewissen Begeisterung die Thierblut- und namentlich die Lammbloodtransfusionen in Anwendung gebracht und befürwortet haben, sondern auch manche berühmte und unbedingt ehrenhafte Männer.

Es ist freilich von verschiedenen Seiten her gegen dieses verwegene Spiel mit dem Leben und der Gesundheit der Menschen gewarnt worden. So hat Dr. O. Leisering die „Studie“ des Herrn Gesellius (die dieser nun mit Vorliebe als seine „Monographie“ bezeichnet) scharf kritisiert. Statt anderer Antwort bezeichnetet aber Herr Gesellius diese Kritik als „das letzte Aufslackern“ der von ihm „tödtlich getroffenen Anhänger der Defibrination und der Anwendung des Menschenblutes zur Transfusion“, und da Leisering den Herrn Gesellius als „falschen Apostel der Transfusion“ bezeichnete, sagt dieser „„ich lebe der sicheren Hoffnung, dass ich aus diesem „ungläubigen Thomas“, diesem „Saulus“, noch einen „Paulus“ machen werde!““ Ueberdies hat Landois im Centralblatt f. m. W. 1873 Nr. 56 und 57 bei einer ausführlichen Untersuchung Hunden das Blut von Menschen, Schaafen, Kälbern, Kaninchen, Schweinen, Katzen und Tauben injicirt; er hat auch Kaninchen das Blut von Hunden, Menschen, Schaafen, Kälbern und Hasen, Schaafen das Blut von Menschen, Fröschen das Blut von Hunden, Kaninchen, Men-

wurde, wie Schieel berichtet, befragt, warum er sich vorzugsweise das Blut eines Lammes habe einflössen lassen? Hierauf antwortete er ernsthaft: „Quia sanguis agni habet symbolicam quandam facultatem cum sanguine Christi. Christus enim est ovis Dei.“

schen, Schafen, Kälbern, Meerschweinchen und Tauben, und bei *Rana esculenta* das Blut von *Rana temporaria* transfundirt. Bei den Versuchen mit Säugethierblut ergab es sich: 1) dass das Blutserum (oder Blutplasma) mancher Säugethiere die Blutkörperchen anderer Säugethiere auflöst (am intensivsten auflösend wirkt das Serum des Hundebloodes, viel schwächer wirkt dasjenige des Kaninchens), und 2) dass die Blutkörperchen der Säugethiere eine sehr verschiedene Resistenz gegen die Einwirkung des Serums anderer Thiere besitzen (so werden die Blutkörperchen des Kaninchens sehr leicht gelöst, während die Blutkörperchen des Hundes viel resistenter sind). In der Blutwärme erfolgt die Auflösung schneller als bei kühler Temperatur. Es ist hierbei gleichgültig, ob defibrinirtes oder nicht defibrinirtes Blut angewendet wird. Die Auflösung erfolgt am schnellsten, wenn die Blutkörperchen des transfundirten Blutes im Serum (oder Plasma) des Blut empfangenden Thieres aufgelöst werden. Durch eine schnelle Auflösung der Blutkörperchen entsteht, je nach der Menge des transfundirten Blutes in verschiedenem Grade: Dyspnoë, Convulsionen und selbst Tod durch Asphyxie, und in entleerten Blutproben findet man alsdann das Serum des Blutes von dem in demselben gelösten Blutfarbstoff (Hämoglobin) rubinroth gefärbt. Wenn das Serum des injirten Blutes die Blutkörperchen des Blut empfangenden Thieres auflöst, so entsteht natürlicher Weise Schaden und Gefahr durch die Abnahme der Menge der letzteren. Die Decompositionsproducte der Blutkörperchen werden besonders durch den Harn ausgeschieden, welcher, wenn die transfundirte Blutmenge gross genug war, Hämoglobin und Eiweiss enthält. Weniger constant und weniger reichlich werden die gelösten Bestandtheile der Blutkörperchen durch den Darm, durch den Uterus, durch die Bronchien und in die serösen Höhlen hinein ausgeschieden. Ein gewisses Quantum des aufgelösten Materials kann vom Körper des Empfängers assimiliert werden, und dann können blutige Ausscheidungen fehlen, besonders wenn die Auflösung langsam erfolgt. Unter Umständen kann nach Landois' Meinung durch Thierbluttransfusion eine günstige Wirkung hervorgebracht werden: 1) durch Zufuhr von Nahrungsmaterial, 2) durch den Sauerstoff, den das zugeführte Hämoglobin, selbst wenn es im Serum gelöst ist, aufnehmen und in die Körpergewebe hinein be-

fördern kann, 3) dadurch, dass die mechanischen Kreislaufsverhältnisse unter besonderen Umständen verbessert werden könnten. Es kann, sagt Landois, kaum die Rede davon sein, dass die Blutkörperchen fremder Thiere, auch nur vorübergehend die normalen Functionen der Blutkörperchen übernehmen könnten, doch fehlt es noch an Erfahrungen über einander sehr nahe stehende Arten. — Wie schnell der Blutfarbstoff mit dem Harn ausgeschieden wird, das ist von der Beschaffenheit und Menge des transfundirten Blutes abhängig. Wenn Blutkörperchen durch Transfusion einer grösseren Menge fremden Thierblutes in grösserer Menge aufgelöst werden, so entstehen oft umfangsreiche Coagulationen, welche von einer durch die aufgelösten Blutkörperchen bewirkten Fibrinbildung abhängen, und der Tod kann hiervon die Folge werden. Bei Vermischung verschiedener Blutarten oder bei Zusatz fremden Serums hat Landois oft wahrgenommen, dass die Blutkörperchen sich in Klümpchen sammeln, welche durch Verstopfung der Lungen-capillaren Gefahr bringen können. Ich kann noch hinzufügen, dass Professor Worm-Müller aus Christiania vier Monate lang im hiesigen physiologischen Laboratorium mit dieser Frage beschäftigt gewesen ist, und dass er im Ganzen genommen theils zu ähnlichen Resultaten gelangt ist, theils dieselben in mehrfacher Beziehung ergänzt. Seine Mittheilung wird hoffentlich bald erscheinen. — Auch Professor Ponfick hat eine Mittheilung über die bei Lammmbluttransfusion beim Menschen gemachten Erscheinungen gemacht (Berl. klin. W. 1874. No. 28), und seine Auffassung schliesst sich im Wesentlichen an diejenige von Landois an.

Obgleich die über die neuen, an Menschen mit Thierblut, und zwar namentlich mit Lammmblut, gemachten Transfusionen ganz unläugbar zeigen, dass danach auch im Kreislaufe des Menschen rothe Blutkörperchen oft in solcher Menge aufgelöst werden, dass mit dem Harn Blutfarbstoff und Eiweiss ausgeschieden wird, obgleich auch gewöhnlich in der Nierengegend Schmerz und andere Zeichen einer Nephritis oder eines Niereninfarctes auftreten, obgleich ferner Kälteschauer, Urticaria und Icterus danach öfter beobachtet werden, obgleich ausserdem häufig sehr ernstliche Dyspnoë während der Transfusion auftritt u. s. w., so scheinen doch die von den Experimentalphysiologen ausgesprochenen Warnungen und die angeführten klini-

schen Wahrnehmungen, bei Weitem nicht einen so starken Eindruck auf viele Aerzte gemacht zu haben, als 1) der Umstand, dass noch nicht viele Nachrichten von Todesfällen vorliegen, die man geradezu als Folgen der Thierbluttransfusionen bezeichnen könnte, ferner 2) der Umstand, dass der Ausfall, wenn derselbe nach dem Verhältniss der kurz nach der Transfusion erfolgten Todesfälle beurtheilt wird, sich reichlich so günstig zu gestalten scheint, als nach den bisher mit Menschenblut ausgeführten Transfusionen überhaupt, und endlich und zwar ganz besonders 3) der Umstand, dass die Kranken oft eine deutliche belebende und kräftigende Wirkung unmittelbar nach der Transfusion verspürt haben.

Alle diese zum Vortheil der Anwendung des Blutes von Lämmern und anderen Hausthieren zur Transfusion für therapeutische Zwecke angeführten Erscheinungen (sofern als sie bei kritischer Prüfung wirklich zuverlässig sein dürften) erscheinen mir jedoch gar nicht überraschend, und sie scheinen mir auch gar keinen Beweis für den Nutzen oder für die Zweckmässigkeit der Operation zu enthalten. Ich meine sogar, dass man, selbst wenn man nur die seiner Zeit von mir mitgetheilten Versuche vor Augen gehabt hätte, mit grosser Wahrscheinlichkeit hätte erwarten können, dass die Erscheinungen sich so zeigen müssten, wenn man die Lammbluttransfusionen in der Weise anwendet, wie es jetzt durch Herrn Gesellius und Comp. eingeführt worden ist. Meine Versuche zeigten ja, dass ein Hund nicht starb, wenn die ihm beigebrachte Menge des (defibrinirten) Kalbsblutes nicht  $\frac{1}{6}$  seiner Blutmenge überstieg. Die Krankheit, welche durch Auflösung der Blutkörperchen und durch den hierdurch hervorgerufenen Niereninfarct entstand, schien nach 4 Tagen überstanden zu sein. Man hätte also wohl mit Wahrscheinlichkeit vermuthen können, dass Transfusion einer viel geringeren Menge Kalbs- oder Lammblut, welche etwa nur  $\frac{1}{4}$  der Blutmenge des Hundes entspräche, keine unmittelbar Gefahr drohende Störung hervorrufen würde. Wird dieses auf den Menschen übertragen, unter der Voraussetzung, dass die Auflösung der Blutkörperchen bei Mischung von Menschenblut und Lammblut ebenso bedeutend ist, dass also die Gefahr ebenso gross ist, wie bei Mischung von Hundeblood mit Lammblut oder Kalbsblut, so müsste man vermuten, dass die von Gesellius empfohlene Transfusion von 6 Unzen Lammblut, etwa entsprechend  $\frac{1}{4}$  der Blutmenge des Men-

schen, in der Regel, wenn die Operation nicht gerade an einem Menschen ausgeführt wird, der sich in augenblicklicher Lebensgefahr befindet, und wenn nicht ungewöhnliche Verhältnisse zugegen sind, keine unmittelbare Gefahr für das Leben eines erwachsenen Menschen hervorbringen wird. Bei der Weise aber, welche Herr Geselius empfohlen und welche Herr Hasse und seine Nachfolger benutzt haben, ist es unzweifelhaft, dass die transfundirte Blutmenge in der Regel noch viel geringer gewesen ist als sie angenommen haben, ja dass sie in vielen Fällen vielleicht ganz illusorisch gewesen ist. Denn wenn die transfundirte Blutmenge nach der aus der offenen, nachher in die Carotis des Lammes eingebrachten Canüle, in gegebener Zeit ausfliessenden Blutmenge berechnet wird, so ist es klar, dass diejenige Menge, welche in eine Vene einströmt, wegen des in dieser stattfindenden Blutdrucks bedeutend kleiner werden muss, besonders wenn man, wie das ja gewöhnlich geschieht, in eine Vene des Armes oder der unteren Extremität transfundirt, in deren oberflächlichen Venen der Blutdruck bekanntlich sehr hoch steigen kann. Wenn man also das Blut so lange strömen lässt, bis bei freiem Ausströmen 6 Unzen ausgeflossen sein würden, so wird der Kranke unter allen Umständen weniger als 6 Unzen bekommen, in vielen Fällen, wo der Blutdruck in der Vene des Kranken während der Transfusion ungewöhnlich hoch, oder wo der Blutdruck in der Arterie des Lammes ungewöhnlich niedrig gewesen ist, wird der Kranke vielleicht kaum 1 oder 2 Unzen Lammblut bekommen haben, und eine solche Transfusion wird dann ja wahrscheinlich ziemlich unschuldig sein. Befolgt man aber die von Hasse, wenigstens anfangs befolgte Regel, so viel Blut überströmen zu lassen, als der Kranke „vertragen kann“, d. h. bis Dyspnoë u. s. w. auftritt, so muss man, wie bereits oben bemerkt wurde, wohl bedenken, dass die Dyspnoë und die sie begleitenden, unmittelbar Gefahr drohenden Symptome nicht sowohl von der transfundirten Blutmenge abhängen, als vielmehr von der Geschwindigkeit, mit welcher das Blut aus der Arterie in die Vene einströmt und das rechte Herz überfüllt. Die Schnelligkeit ist aber bei Transfusion aus der Arterie (verglichen mit derjenigen einer mittelst einer Spritze vorsichtig ausgeführten Transfusion) in der Regel sehr gross, selbst wenn die Oeffnung der Canüle nicht grösser ist, als bei derjenigen, die von Hasse benutzt und vorgeschlagen ist. Die genannten

Symptome werden daher in der Regel auftreten bevor die transfundirte Blutmenge irgend eine bedeutende Grösse erreicht hat, ja sie können schon nach Transfusion von 1 oder ein Paar Unzen zum Vorschein kommen. Wie viel Blut bei diesem Verfahren transfundirt wird, das erfährt man übrigens ja gar nicht, und dieselbe kann unter gewissen Umständen, wie gesagt, viel kleiner, unter anderen aber viel grösser werden, als man angenommen hat. Die einzige Weise, wie man die Blutmenge bei unmittelbarer Transfusion bestimmen kann, ist, wie schon oben bemerkt wurde, genaues Wägen des Versuchsindividuums sowohl unmittelbar vor als auch unmittelbar nach der Transfusion. Dieses ist jedoch, soweit mir bekannt, bei den an Menschen ausgeführten Transfusionen niemals geschehen.

Da man also in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle gewiss nur sehr kleine Mengen Lammmblut transfundirt hat, ist es nicht auffallend, dass noch nicht viele, direct von der Transfusion mit Lammmblut erfolgte Todesfälle angeführt worden sind. Wie viele solcher Todesfälle indessen vorgefallen sein mögen, das kann man übrigens gar nicht wissen, weil die unglücklichen Fälle nicht immer, vielleicht gar nur ausnahmsweise, publicirt werden. Dazu kommt aber noch hinzu, dass die Lammmbluttransfusion gewöhnlich nicht in solchen Fällen angewandt worden ist, wo das Leben des Kranken unmittelbar in den nächsten Stunden oder Tagen bedroht war. Dieses gilt denn namentlich von der Anwendung bei Phthisikern, welche ja eben die überwiegende Mehrzahl derer ausmachen, denen Lammmblut in die Adern gebracht worden ist. Nach dem von Herrn Gesellius für den glücklichen oder unglücklichen Ausfall der Transfusion aufgestellten Maassstabe, wobei nur darauf Rücksicht genommen wird, ob der Kranke in den nächsten Tagen nach der Operation stirbt, oder nicht stirbt, müssen sich die mit geringen Blutmengen ausgeführten Lammmbluttransfusionen, selbst wenn sie unnütz und schädlich sind, dennoch viel günstiger stellen als die Transfusion mit Menschenblut, welche ja so gut wie ausschliesslich in solchen Fällen angewendet worden ist, wo das Leben des Kranken unmittelbar, in den nächsten Stunden oder Tagen bedroht war.

Ferner würde man bei einigem Nachdenken und bei Berücksichtigung der neueren physiologisch-chemischen Erfahrungen, schon nach den von mir an den Hunden beobachteten Symptomen erwarten können, dass das durch Transfusion in den Kreislauf des kranken

Individuums gebrachte fremde Hämoglobin, in solchen Fällen, wo wirklich Mangel an rothen Blutkörperchen vorhanden war, zunächst eine gewisse belebende und stärkende Wirkung haben würde, selbst wenn das eingebrachte Hämoglobin im Blutplasma des Kranken aufgelöst würde. Denn der Vorgang, durch welchen das Hämoglobin in den Lungen Sauerstoff aufnimmt und es wiederum an die Ge- webe abgibt, ist ja eine rein chemische Wirkung, welche es, wie die Erfahrung lehrt, auch noch bewahrt, nachdem es von den Blutkörperchen getrennt worden ist. Eine solche Wirkung wurde ja auch in höchst merkwürdiger Weise bei dem Hunde wahrge- nommen, welcher nach vorhergegangener Verblutung durch Lammb- bluttransfusion wieder für ein Paar Stunden in's Leben zurückgerufen wurde, und welcher während dieser Stunden wild bellte und den Eindruck machte, als sei die Cerebralfunction wie bei einem Rausche incitirt. Diese vorübergehende belebende Wirkung wurde ja übrigens auch schon in der von Esmarch 1861 mit defibrinirtem Kalbsblute vorgenommenen Transfusion wahrgenommen.

Es fragt sich aber doch, ob nicht eine solche vorübergehende Belebung und Stärkung, welche ja aufhören muss, wenn das im Plasma des Blutes aufgelöste Hämoglobin wieder durch die Nieren ausgeschieden worden ist, nicht allzu theuer erkauft ist, wenn man die unangenehmen und schädlichen Folgen berücksichtigt, welche kaum ausbleiben werden, selbst wenn sie vielleicht nicht so deutlich hervortreten, wie die augenblickliche, für den Kranken angenehme Wirkung? Wenn die Decompositionsproducte der aufgelösten rothen Blutkörperchen, falls sie in grosser Menge durch die Nieren ausgeschieden werden, einen todbringenden Niereninfarct, mit Sup- pression der Harnstoffsecretion hervorbringen, so ist es wohl nicht wahrscheinlich, dass ihre Ausscheidung in geringerer oder wirklich geringer Menge heilsam auf die Nieren wirken sollte, ja es dürfte wohl nicht ganz unwahrscheinlich sein, dass sie den Grund zu einer Nierenkrankheit legen könnten, welche vielleicht später ein- mal unangenehm und gefährlich werden könnte. Wenn demnächst das Plasma des transfundirten Lammbutes einen Theil der Blut- körperchen des Kranken auflöste, so würde er, wenn das in seinem Plasma aufgelöste Hämoglobin glücklich wieder durch die Nieren ausgeschieden oder zum Theil von den Geweben absorbiert worden ist (wodurch die Muskeln dunkler werden) oder zum Theil vielleicht

in Gallenfarbstoff umgewandelt ist (wodurch der bei der Lammmbluttransfusion bisweilen beobachtete Icterus seine Erklärung findet), schon ein Paar Tage nach der Transfusion an Blutkörperchen noch ärmer sein, als er es vor der Operation bereits war.

Ich bezweifle nicht, dass sorgfältige, vor und nach der Transfusion ausgeführte, wiederholte Blutkörperchenzählungen, welche nun bei Anwendung der Malassez'schen Methode auch praktischen Aerzten zugänglich geworden sind, und sorgfältige makro- und mikroskopische Untersuchungen der Nieren bei Kranken, welche nach Lammmbluttransfusion gestorben sind, noch weitere und in physiologischer Beziehung interessante Aufschlüsse über die Wirkungen der Lammmbluttransfusion ergeben können, Niemand wird ja aber doch diese Operation an Menschen ausführen um Gelegenheit zu finden, solche physiologische Beobachtungen zu machen, um so weniger als dieselben im Wesentlichen auch schon durch Versuche an Thieren erledigt werden können.

Es scheint kein Grund vorhanden zu sein anzunehmen, dass die physiologisch-pathologischen Wirkungen der Lammmbluttransfusionen, mit Rücksichtnahme auf die an Thieren angestellten Experimente und auf die bei Menschen durch klinische Beobachtung constatirten Veränderungen, zur Heilung von Phthisis oder irgend einer anderen Krankheit etwas beitragen können. Die von Landois (der übrigens ja auch, ebenso wie ich, die Anwendung der Thierbluttransfusion bei Menschen widerräth) unterstützte Meinung, dass das transfundirte fremde Blut doch vielleicht unter gewissen Umständen dadurch nützen könnte, dass es „nährend“ wirkt, indem seine Eiweissstoffe als Nahrungsmaterial für die Gewebe dienen könnten, scheint nicht annehmbar zu sein, wenn man die oben mitgetheilten Erfahrungen berücksichtigt, welche darthun, dass der Organismus und seine Gewebe nicht durch Transfusion von Blut derselben Art ernährt werden können, und welche zeigen, dass die Bestandtheile des Blutes überhaupt nicht unmittelbar (d. h. ohne Hülfe der Verdauung) Material zur Bildung und Erhaltung der Gewebe abgeben, sondern nur als Transportmittel für die vom Darm aufgenommenen Nahrungsmittel, sowie zum Transport für den Sauerstoff und für die in den Geweben gebildeten Excretionsstoffe dienen. Ueberdies geht ja auch das mit dem Harn ausgeschiedene Eiweiss für den Organismus verloren. Mit Rücksicht endlich auf die von Landois

gemachte Aeusserung, dass die Transfusion von Thierblut möglicherweise unter besonderen Verhältnissen dadurch nützen könnte, dass das Blut dadurch verdünnt werden könnte, z. B. wenn die Concentration desselben im Stadium algidum der Cholera allzugross geworden ist, möchte ich daran erinnern, dass die Transfusion von Blut derselben Art, ohne gleichzeitige starke Depletion im Gegentheil gerade eine ähnliche Vermehrung der Menge der Blutkörperchen bewirken würde, wie diejenige, welche das Stadium algidum der Cholera charakterisiert, und dass die Beimischung der Decompositionsproducte der Blutkörperchen bei Transfusion mit Thierblut wahrscheinlich nur dazu beitragen wird den Niereninfarct hervorzurufen, welcher die Ursache des nachfolgenden Choleratyphoides zu sein scheint.

Soviel ist gewiss, dass Transfusion von Lammmblut oder von Thierblut überhaupt (vielleicht mit Ausnahme von Affenblut?) beim Menschen nicht im Stande ist, diejenige Indication zu erfüllen, welche meiner Meinung nach die einzige und allein rationelle ist, nehmlich dem Mangel an funktionstüchtigen rothen Blutkörperchen so abzuhelfen, wie es durch Transfusion von defibrinirtem Menschenblute unzweifelhaft geschehen kann.

Ogleich es nach dem, was jetzt vorliegt, wohl unzweifelhaft sein dürfte, dass die Lammmblut- und Thierblut-Transfusions-Aera des 19. Jahrhunderts einer Mystification entsprossen ist, so bleibt sie doch eine in psychologischer, und man kann wohl sagen, in cultur-historischer Beziehung interessante und merkwürdige Erscheinung, für welche es ja übrigens auf ganz anderen Gebieten nicht an Analogien fehlt. Ich bin freilich sehr geneigt anzunehmen, dass ein witziger College Recht behalten wird, wenn er die Prognose gestellt hat, dass diese neue blutspendende Aera als Ephemera endigen wird, ich halte es aber doch nicht für ganz unmöglich, dass einige, auf der Basis unmittelbarer Empirie, ohne die Anleitung der Physiologie zu benutzen, herumtappende Aerzte die Thierbluttransfusion noch bei allerlei unheilbaren Krankheiten, als Krebs, Epilepsie u. s. w. probiren werden, wenn sie die Erfahrung gemacht haben werden, dass Phthisis doch nicht durch dieselbe geheilt wird. Wie dem auch sei, so wird diese blutspendende Aera doch vielleicht dazu beitragen, diejenigen Aerzte, welche eine rationelle Medicin anstreben (und diese sind doch nach gerade einigermaassen zur

Majorität geworden) zu der Einsicht zu bringen, dass man bei der Anwendung der Transfusion mit gequirltem Menschenblute gewöhnlich erstlich darin gefehlt hat, dass man dieselbe meist viel zu ängstlich auf die letzte Stunde verschoben hat, und zweitens auch darin, dass man in einer Periode, wo die Aerzte mit dem Blute gesunder wie kranker Menschen, vielleicht in übertriebener Weise, geizen, die Indicationen der Transfusion zu erweitern gesucht hat, anstatt sie auf solche Fälle zu beschränken, wo ein durch exacte Untersuchung constatirter Mangel an functionstüchtigen rothen Blutkörperchen das Wesen der Krankheit ausmacht und wo diesem Mangel durch rechtzeitige Transplantation rother Blutkörperchen eines anderen gesunden Menschen abgeholfen werden kann. —

**Nachschrift.** Diese Abhandlung war der Redaction übersandt, bevor ich von der im vorigen Hefte dieses Archivs veröffentlichten Arbeit des Herrn Prof. Ponfick Kenntniss hatte. Diese vortreffliche Untersuchung giebt mir zu keinerlei Bemerkungen Veranlassung, indem sie meine Untersuchungen in erfreulichster Weise bestätigt und erweitert, und indem auch die für die Praxis aus der Untersuchung abgeleiteten Schlussfolgerungen mit den meinigen vollkommen übereinstimmen. Mit Rücksicht auf die augenblickliche Stellung dieser Angelegenheit im ärztlichen Publicum hoffe ich, dass dieses finden wird, dass meine Arbeit dennoch nicht durch die seinige überflüssig geworden ist, sondern dass vielmehr beide Arbeiten einander ergänzen.

P. L. Panum.

---