

XX.

Beiträge zur Bluttransfusion.

Von

Dr. J. Neudörfer
in Wien.

(Hierzu Tafel VI—IX.)

Not enjoyment, and not sorrow
Is our destined end or way;
But to act, that each to morrow
Find us further than to day.

Let us then be up and doing
With a hearth for any fate
Still achieving, still pursuing
Learn to labour and to wait.

Longfellow.

Diese schönen Verse des transoceanischen Dichters, die mir über manches meinem Streben und Wirken entgegenstehende Hinderniss hinweggeholfen haben, mögen mich auch meinen Fachgenossen gegenüber rechtfertigen, dafür, dass ich in dieser Arbeit manche Lücke unausgefüllt gelassen, deren Ausfüllung innerhalb meines Wissens und Könnens gelegen ist, sowie dafür, dass ich meine Feder durch längere Zeit zur Unthätigkeit verurtheilt habe.

Bei den Lesern dieser Zeitschrift darf ich wohl die Geschichte der Transfusion als bekannt voraussetzen. Ich glaube daher im Interesse des Lesers zu handeln, wenn ich mich damit begnüge, auf Panum¹⁾, Landois²⁾ und Gesellius³⁾ hinzuweisen, in deren Schriften kein nennenswerther Autor über die Transfusion fehlt und

1) Experimentelle Untersuchungen über die Transfusion, Transplantation oder Substitution des Blutes in theoretischer und praktischer Beziehung von Prof. P. L. Panum. Virchow's Archiv 1863. S. 240 und 433.

2) Die Transfusion des Blutes in ihrer geschichtlichen Entwicklung und gegenwärtigen Bedeutung von Dr. L. Landois. Wien. med. Wchschr. 1867. Nr. 30—59.

3) Die Transfusion des Blutes, eine historische, kritische und physiologische Studie von Dr. G. Gesellius 1873. Leipzig bei F. Wagner.

wo gleichzeitig eine genaue Quellenangabe des Originals zu finden ist. Ich werde daher mit Uebergangung aller historischen Daten mich sofort zur Sache selbst wenden und damit beginnen, einige allgemeine Gesichtspunkte über die Transfusion zu entwickeln und erst dann auf die Details dieser Operation übergehen, und dieselbe theilweise durch casuistische Fälle belegen.

Der Transfusionsact ist sowohl in seinem Wesen als auch in seinen Folgen viel complicirter, als dies gewöhnlich angenommen wird. Es sind hierbei hydraulische, physiologische und pathologische Momente in Betracht zu ziehen. Fassen wir zunächst die hydraulischen Momente ins Auge, so finden wir, dass die bisher bekannten Gesetze der Hydraulik zur Erklärung der Vorgänge bei der Transfusion nicht ausreichen, weil die gegebenen Verhältnisse im Blutkreislauf viel zu complicirt sind, um sich der mathematischen Formel zu fügen. Wir haben es in der Blutcirculation mit einem geschlossenen, vielfach verzweigten Röhrensystem zu thun, welches durch ein ebenso complicirtes Pumpwerk mit Flüssigkeit gespeist wird; die Röhren selbst variiren im Durchmesser von der Weite der Aorta und Vena cava bis zur Enge eines Capillarröhrchens, welches ein einziges Blutkörperchen mühsam oder gar nicht durchlässt; ebenso variiren sie in der Dicke ihrer Wand, in der Grösse ihrer Elasticität sowie in dem Grade ihres activen Contractionsvermögens. Das Röhrensystem hat ferner in den verschiedenen Abschnitten seines Stromgebietes einen verschiedenen und wechselnden äusseren Wanddruck auszuhalten. Ganze Stromabschnitte haben poröse Wandungen, die von verschiedenen zusammengesetzten Flüssigkeiten umspült werden, und sind den noch nicht vollständig erforschten Gesetzen der Diffusion unterworfen. Endlich ist die in dem Röhrensystem kreisende Flüssigkeit schwerflüssig, jedenfalls nicht so leichtflüssig wie reines Wasser oder wie wässrige Salzsolutionen, und es enthält diese Flüssigkeit noch eine grosse Zahl von weissen und rothen Blutkörperchen suspendirt, über deren Adhäsions- und Reibungscoefficienten jeder Anhaltspunkt fehlt. Unter solchen Verhältnissen müssen wir uns damit begnügen, auf dem Wege des Experimentes und der klinischen Beobachtung einige hydraulische Daten kennen zu lernen, die wir, soweit sie zum richtigen Verständniss der Transfusionsfrage erforderlich sind, näher erörtern wollen.

Abstrahiren wir für einen Augenblick von allen physiologischen und pathologischen Momenten und ziehen wir blos die hydraulischen Verhältnisse in Betracht, so gelangen wir zu einigen Schlüssen, die



Fig. 3.

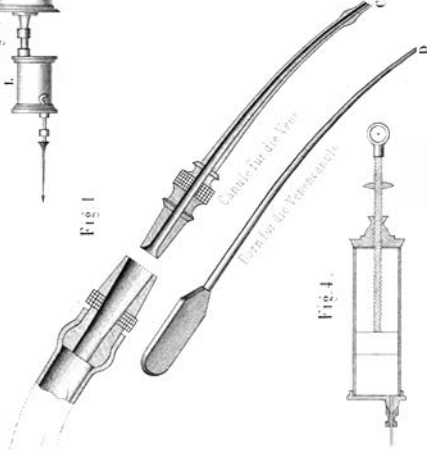


Fig. 1.

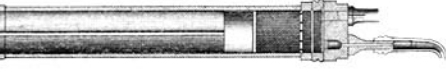


Fig. 2.



Fig. 6.

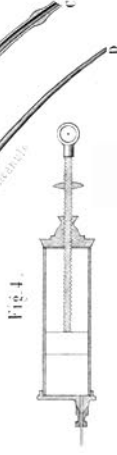


Fig. 4.

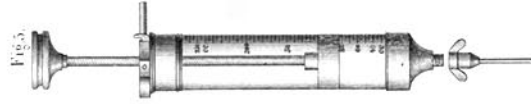
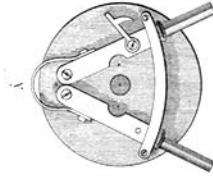
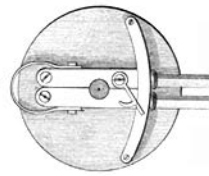


Fig. 5.



A.



B.

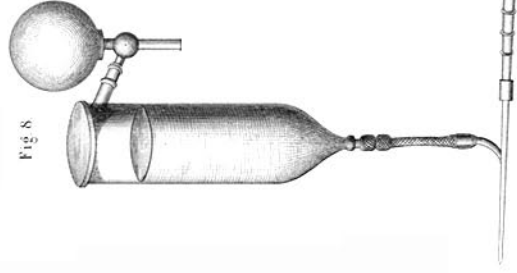
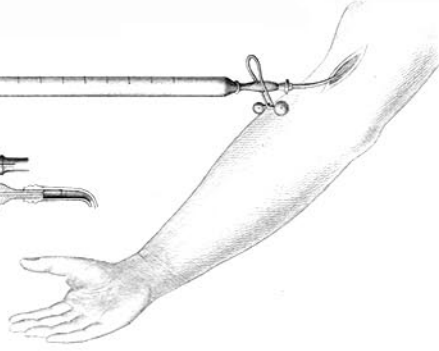


Fig. 8.

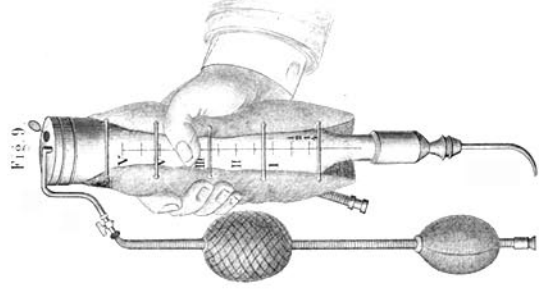


Fig. 9.

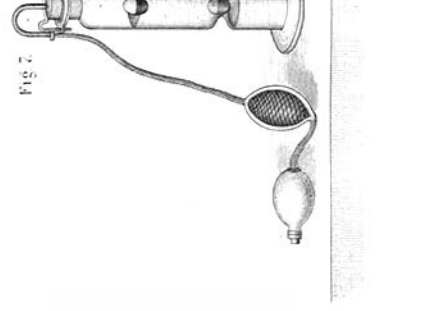


Fig. 7.

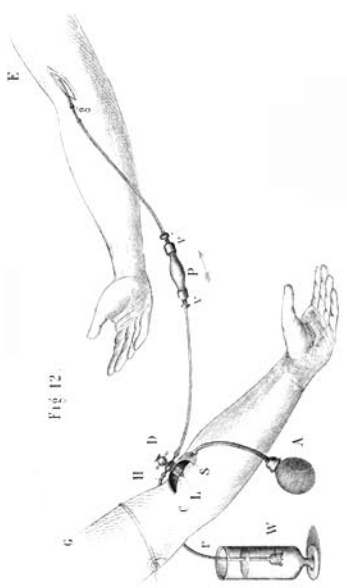
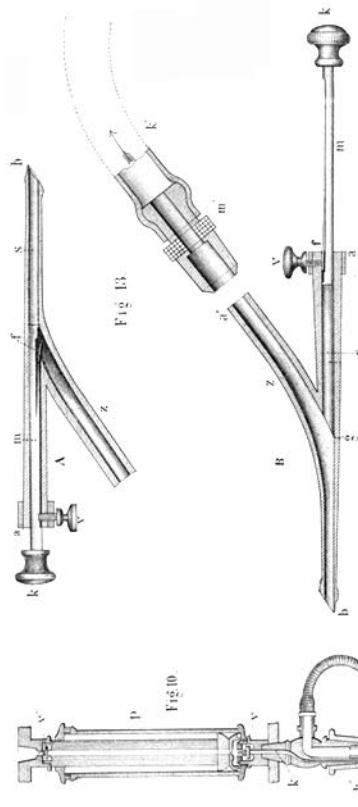


Fig. 16.

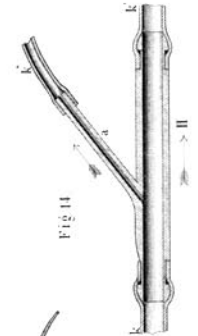


Fig. 11.

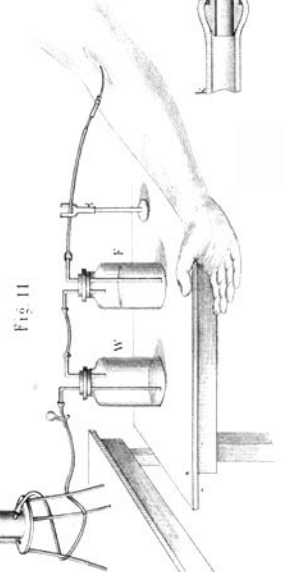
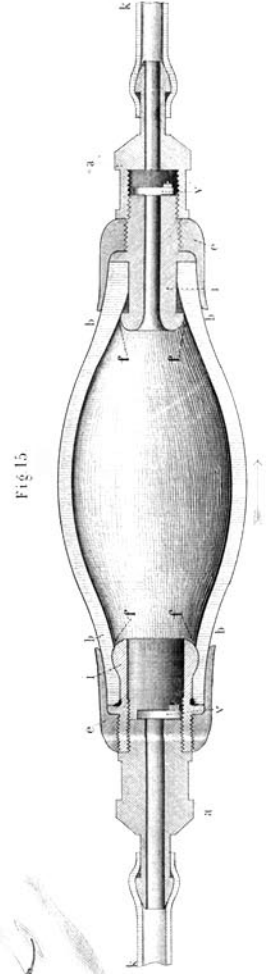


Fig. 15.



bisher bei den directen Transfusionen nicht berücksichtigt worden sind.

Wenn wir in dem normalen Kreislauf eines Menschen oder Thieres irgend eine oberflächlich gelegene Vene eröffnen und durch diese Oeffnung eine beliebige Flüssigkeit in der Richtung des Blutstromes hineinplassen, so wird es von der Grösse des Druckes, mit welcher die in die Vene von aussen eingetriebene Flüssigkeit hineingepresst wird, sowie von der Grösse der Widerstände, die diese Flüssigkeit in ihrer neuen Bahn findet, abhängen, ob überhaupt etwas und wie viel von der eingeleiteten Flüssigkeit in der Zeiteinheit in die Vena cava und in den rechten Vorhof gelangt. Wenn der Widerstand in den Venen grösser als die Triebkraft der infundirten Flüssigkeit ist, so wird die letztere selbstverständlich nicht bis in den rechten Vorhof vordringen können; sie wird entweder gar nicht oder nur bis zu einer grösseren oder geringeren Strecke in der Vene vordringen und daselbst ruhig bleiben, oder unter gewissen Umständen sogar zurückgepresst werden. Analysiren wir nun die bei der Transfusion in Betracht kommenden Triebkräfte und Widerstände, so haben wir als Triebkräfte die verschiedenen Spritzen und Pumpwerke bei der indirecten und die Herzkraft des Blutspenders bei der directen Transfusion anzusprechen; während wir als Widerstände, welche die Infusionsflüssigkeit auf dem Wege bis zum rechten Vorhofe zu überwinden hat, die nachfolgenden zu betrachten haben, wobei wir jedoch von dem Reibungswiderstand der Flüssigkeit an der Gefässwand ganz absehen:

1. Sowohl Muskeln als Fascien und Ligamente vermögen durch die active Contraction oder durch passive Verkürzung bei gewissen Lageveränderungen des Körpers oder der Extremität, als auch durch krankhafte Processe, die in ihrer Wand wenig resistenten Venen von aussen zu comprimiren und ihr Lumen zu verengen oder zu verschliessen, und dadurch der Infusionsflüssigkeit ein kleineres oder grösseres Hinderniss entgegenzusetzen.

2. Der Druck des venösen Blutes, welches von anderen Venen in das Strombett der Infusionsflüssigkeit einströmt, ist als Widerstand für den Transfusionsdruck zu betrachten, denn dieser hat nicht nur die Infusionsflüssigkeit, sondern auch das in die betreffende Vene von anderen Venen eingeströmte Blut weiter zu schieben.

Bei geringem Transfusionsdruck kann es daher geschehen, dass die beiden eben geschilderten Widerstände gross genug werden, um der Infusionsflüssigkeit den Eintritt in den rechten Vorhof zu verschliessen, und das ist auch zuweilen wirklich der Fall. Mir ist es zwei-

mal bei Lammbloodtransfusionen vorgekommen, dass die starke Auswärtsrollung des Armes in Verbindung mit einer krampfhaften Muskelspannung am Oberarm die Vena basilica, die zur Transfusion gewählt wurde, in der Höhe der Achselfalte unwegsam machte, und absolut kein Blut in den rechten Vorhof gelangen liess. Ich habe zwar diese zwei Fälle aus der Zahl meiner Transfusionen ausgeschlossen, und ich erwähne dieselben nur deshalb, um zu zeigen, dass eine Täuschung möglich ist, ja ich möchte glauben, dass eine solche schon öfters vorgekommen ist. Wie sich später zeigen wird, ist man zu der Annahme berechtigt, dass in allen jenen Fällen, in denen berichtet wird, die directe Transfusion mit Thierblut habe bei dem Blutempfänger keine ernstesten Erscheinungen hervorgerufen, eine solche Täuschung in Betreff der Transfusion vorliegt, und dass das vermeintlich transfundirte Thierblut gar nicht ins rechte Herz gelangt ist.

Andererseits können die eben geschilderten Hindernisse (der Druck auf die Vene von aussen durch Muskeln und Fascien und der Druck im Inneren durch das venöse Blut, welches von anderen Venen in das Strombett der Transfusionsvene einströmt) sehr klein, der Transfusionsdruck aber so gross sein, dass er für die Dauer seines Bestehens, auf seinem Wege bis zum rechten Vorhof, die Einströmung oder richtiger die Rückströmung des Blutes aus den anderen Venen in die Transfusionsbahn zu unterbrechen vermag. Es ist nämlich klar, dass mit dem Transfusionsdrucke auch der innere Wanddruck in der Transfusionsvene wächst, welcher letztere sehr bald den geringen Druck des in die Vene einmündenden Blutes überwinden, und die Einströmung, recte Rückströmung des Blutes hindern wird. Man darf daher annehmen, dass bei langer Dauer der Transfusion und bei relativ grossem Transfusionsdrucke der Blutempfänger, gleichviel ob Mensch oder Thier, durch den Transfusionsdruck allein, auch ohne Rücksicht auf die kaum ausbleibende Herzlähmung, getödtet werden kann, und zwar müsste der Tod durch den gehinderten Rücklauf des Blutes vom Gehirne erfolgen.

Diese theoretisch begründete Annahme, welche bei starkem Transfusionsdrucke für die Dauer desselben dem Einströmen von Venenblut in den Transfusionsstrom wehren soll, findet auch in der Praxis ihre Bestätigung, indem wirklich bei starkem Transfusionsdruck der Rücklauf des venösen Blutes im Allgemeinen und ganz besonders jenes Blutes, welches in die Cava superior einströmt, gehindert und beeinträchtigt wird, und dadurch die bei der

directen Transfusion fast immer auftretende, sichtbare Hyperämie und Cyanose erzeugt.

Wir haben uns in der Deduction der hydraulischen Verhältnisse der Transfusion auf die kurze Strecke von dem Ausgangsort der Transfusion in der Vene bis zum rechten Vorhof beschränkt, weil von hier an der Transfusionsdruck nicht mehr direct, sondern nur indirect weiter wirken kann. Sobald die Transfusionsflüssigkeit aus dem rechten Vorhof in die rechte Kammer einströmt, so hört die Wirkung des Transfusionsdruckes auf; jetzt ist es der systolische Druck der Herzcontraction, welcher das Blut weiter durch die Art. pulmonalis und durch die Lungencapillaren treibt. Der Transfusionsdruck hat möglicher Weise hier nur eine indirecte Wirkung, indem er das Herz zu einer forcirteren und beschleunigteren Thätigkeit zwingen kann. — Um nun die Wirkung der Transfusion auf die Lungengefässe zu ermitteln, muss man festhalten, dass die Venen und Capillargefässe schon von Haus aus für einen geringeren Blutdruck eingerichtet sind, ganz besonders aber ist dies bei der Art. pulmonalis und den Lungencapillaren der Fall. Wirkt nun in Folge der Transfusion ein grösserer Druck auf die Pulmonalis, d. h. wird das Blut unter einem stärkeren Drucke aus dem rechten Herzen in die Lunge getrieben, so wird dasselbe mit Rücksicht auf die Dünnwandigkeit der Lungengefässe sowie auf ihre geringe Wandstütze von Seite des nachgiebigen, lufterfüllten Lungengewebes die Lungencapillaren ausdehnen, und das Blut wird dann in dem linken Vorhof doch nur unter dem früheren, vor der Transfusion bestandenen Drucke anlangen; aber selbst wenn das Blut in dem linken Vorhof unter einem grösseren Drucke anlangt, als er vor der Transfusion bestanden hat, so kann sich dieser Druck dennoch nicht unmittelbar auf das Stromgebiet der Aorta erstrecken, weil dieser wieder lediglich durch den systolischen Druck der linken Herzkammer bedingt ist. — Diese theoretische Betrachtung würde daher zu dem Schlusse führen, dass die Transfusion nicht im Stande sei, unmittelbar den Blutdruck im Aortensystem zu steigern, und dass die erste unmittelbarste Wirkung der Transfusion in einer Anhäufung des Blutes in der Lunge bestehe. Erst später, wenn die Lunge von ihrer Blutüberfüllung befreit, die Vertheilung des Blutes im Körper eine gleichmässige und die Quantität des kreisenden Blutes eine grössere geworden ist, erst dann kann der Druck im Aortensystem wachsen; nothwendig ist dies jedoch auch dann nicht, denn auch im Körperkreislauf können dieselben Verhältnisse ein-

treten, wie wir sie im Lungenkreislauf besprochen haben. Auch in den wenig resistenten Körpervenen und Körpercapillaren kann sich das Blut anhäufen und die Gefässe ausdehnen. Es kann also das vergrösserte Blutquantum durch eine Erweiterung der Körpervenen und Körpercapillaren compensirt werden, und dann wird der Blutdruck in den Arterien ungeachtet der vorhandenen grösseren Blutquantität nicht anwachsen.¹⁾

Um die eben entwickelte Ansicht zu prüfen, wurde folgender Thierversuch gemacht:

Hund Nr. 1. Körpergewicht 26360 Grm., curarisirt mit 5 Centigramm. Curare, künstliche Respiration.

Hund Nr. 2. Körpergewicht 10360 Grm., nicht ganz gesund, hat vor 12 Tagen die Unterbindung der Carotis über sich ergehen lassen, curarisirt mit 3 Centigramm. Curare. Der Seitendruck bei Hund Nr. 1 in der Carotis gemessen, endständig eingebunden, betrug circa 160 Mm. Quecksilber; während der Druckschreibung wurde an den früher entsprechend zubereiteten Thieren die Carotis von Hund Nr. 2 mit der Vena cruralis von Hund Nr. 1 in Verbindung gesetzt. Die dünne Kautschukröhre, durch welche die Carotis mit der V. cruralis verbunden war, liess beim Befühlen mit den Fingern ein deutliches Schwirren erkennen, was als Zeichen des erwünschten Ganges der Transfusion galt. Die Versuchsdauer betrug 100 Secunden, dann trat plötzlich eine freiwillige Unterbrechung des Transfusionsstromes ein. Diese Unterbrechung wurde an dem Verschwinden des Schwirens in der Kautschukröhre unter dem Fingerdrucke erkannt. Die Wägung des Hundes Nr. 2, wobei alle Verluste in Rechnung gezogen wurden, ergab, dass derselbe ungefähr 100 Grm. Blut an Hund Nr. 1 abgegeben hat. Die zu diesem Versuche gehörende Curve zeigt, dass die Druckschwankungen während und unmittelbar nach der Transfusion nicht grösser sind, als jene vor Beginn der Transfusion und wie sie gewöhnlich bei jeder Messung des Blutdruckes in der Carotis vorzukommen pflegen, und doch betrug in dem vorerwähnten Versuche die Menge des transfundirten Blutes den 264. Theil des Körpergewichtes, eine Blutmenge, die nahezu an das erlaubte Maximum der directen Transfusion streift.

Da ich im Verlaufe dieser Versuche die schöne Arbeit von Worm Müller, „Die Abhängigkeit des arteriellen Druckes von der

1) Diese Annahme ist zwar nur innerhalb gewisser Grenzen richtig, denn bei sehr bedeutender Zunahme des Blutquantums würde der Arteriendruck trotz der Erweiterung der Capillaren doch steigen, für die Transfusion jedoch wird diese Grenze nie überschritten, daher ist die Annahme richtig.

Blutmenge¹⁾ in die Hand bekommen und daraus entnommen habe, dass auch Worm Müller zu einem negativen Resultate gelangt ist, so habe ich die mühevollen und zeitrabenden Versuche in dieser Richtung nicht mehr fortgesetzt.

Resumiren wir die spärlichen Ergebnisse der hydraulischen Betrachtungen, so lassen sich dieselben in folgenden Sätzen ausdrücken:

1. Bei schwachem Transfusionsdruck reicht die Muskelspannung oder die Lageveränderung der Extremität, an welcher die directe Transfusion ausgeführt wird, schon hin, um dem Transfusionsblute den Eintritt in den rechten Vorhof zu wehren. Das Blut kann nur bis zu dem Hinderniss in der Vene vordringen, daselbst ohne zu gerinnen liegen bleiben, und zu einer Täuschung über den günstigen Fortgang der Transfusion Veranlassung geben.

2. Bei grossem Transfusionsdrucke hindert das Transfusionsblut während seines Einströmens in den rechten Vorhof dem aus den anderen Venen zurückfliessenden Blut den Eintritt in die Cava superior und inferior. Dieses, wenn auch nur kurze Zeit dauernde, Hinderniss des Blutrückflusses kann die so häufig vorkommende Erscheinung der Cyanose, der Injection und der Ekehmose der Bindehaut, des Kopf- und Lendenschmerzes und die übrigen nervösen Erscheinungen bei der directen Transfusion bedingen. Der gehinderte Blutaussfluss kann auch bei längerer Dauer direct tödten.

3. Der Transfusionsdruck kann auch als Maximum nicht unmittelbar in den Körperarterien zur Geltung kommen. Unmittelbar kann durch die Transfusion nur der Druck in den Venen, nicht aber in den Körperarterien steigen. Als unmittelbare Wirkung der Transfusion muss daher eine Ueberfüllung der Lunge mit Blut, mit Erweiterung der Lungencapillaren, angesehen werden. Diese Blutüberfüllung der Lunge ist kein bleibender Zustand, denn es tritt nach einigen Stunden oder Tagen wieder eine Depletion der Lunge ein; ob dann secundär durch die Zunahme des Blutes im grossen Kreislaufe der Blutdruck in den Körperarterien steigt, oder ob derselbe durch eine gleichmässige Blutvertheilung oder durch eine reichere Exsudation compensirt wird und unverändert bleibt, darüber ist bis jetzt noch nichts bekannt, was die Grenzen der Hypothese überschreiten würde.

Noch muss erwähnt werden, dass bei dem bei der Transfusion

1) Bericht der königl. sächs. Gesellsch. der Wissenschaften, math. phys. Klasse. Sitzung vom 12. December 1873. Aus dem phys. Institute in Leipzig. Centralblatt für Chirurgie Nr. 8 und 10.

üblichen Quantum des eingeleiteten Blutes die Ausdehnung der Lungencapillaren niemals die Elasticitätsgrenze überschreitet, denn in diesem Falle müsste die in der Lunge durch die Transfusion hervorgerufene Blutüberfüllung bleiben, was in der beträchtlichen Anzahl von Sectionen, die ich nach der Transfusion zu machen Gelegenheit gehabt habe, nicht beobachtet wurde; es mussten sich also die erweiterten Capillaren auf ihre normale Weite zusammengezogen haben, die Elasticitätsgrenze ihrer Dehnbarkeit konnte daher nicht überschritten worden sein.

Die Erörterung der physiologischen Momente der Transfusion, wie sie bei der Durchschneidung des Rückenmarks und der Nerven studirt werden, mag vorläufig unterbleiben, und wir gehen sofort zur Besprechung der pathologischen Momente der Transfusion über, welche für die Praxis von grösserem Werthe sind.

Wir haben in den früheren hydraulischen Erörterungen nur von Flüssigkeiten im Allgemeinen gesprochen und haben auf die Natur dieser Flüssigkeiten gar keine Rücksicht genommen; jetzt müssen wir zunächst die verschiedenen zur Transfusion verwendeten Flüssigkeiten besprechen. Ich habe bis zum Jahre 1873 es nicht gewagt, eine Transfusion mit menschlichem Blute in toto zu machen, weil mir kein Apparat bekannt war, mit dem man das Blut in toto hätte ohne Gefahr der Gerinnung überleiten können. Die Gerinnung des Blutes, sobald es die Wand der lebenden Vene verlässt, war und ist ein physiologisches Axiom; ich musste daher die Transfusion mit ganzem Blute als eine um so gefährlichere Operation auffassen, je später, d. h. in je entfernteren Theilen die Gerinnung des transfundirten Blutes zu Stande kam. Deshalb habe ich früher nur defibrinirtes Blut zu meinen Transfusionen verwendet, obwohl ich mir sagen musste, dass nach der Defibrination der Rückstand nicht mehr den Namen Blut verdient. Es blieb mir aber keine andere Wahl, ich musste entweder auf die Transfusion ganz verzichten oder mich mit defibrinirtem Blute begnügen. Gegenwärtig stehen die Dinge anders; wir haben gelernt venöses menschliches Blut direct mit Ausschluss der atmosphärischen Luft zu transfundiren und die Gefahr einer Gerinnung des transfundirten Blutes im Körper auf ihr wahres Maass zurückzuführen. Der Kliniker und Praktiker sprechen daher der Transfusion mit ganzem Blute das Wort, nur die Physiologen von Fach und einige wenige Praktiker halten noch an der Transfusion mit defibrinirtem Thierblut fest, wie denn auch die oben citirte Arbeit von Worm Müller sich auf Versuche mit defibrinirtem Blute stützt, und die Autorität der Physiologen ist es, welche

der ausschliesslichen Verwendung des ganzen Blutes zur Transfusion im Wege steht.

Um nun zu einem klaren Urtheile zu gelangen, welche der beiden Methoden den Vorzug verdient, ob die Transfusion mit ganzem oder mit defibrinirtem Blute, wollen wir die Gründe, die jede der beiden Parteien für die eigene, und die Vorwürfe, die sie für die Methode des Gegners aufbringen, kurz nebeneinander stellen.

Die Physiologen und ihre Anhänger berufen sich darauf, dass in dem defibrinirten Blute die Blutkörperchen, die Salze und das Albumin enthalten, dass mithin alle nöthigen Elemente des Blutes vorhanden sind, und dass namentlich die Blutkörperchen als Träger des Sauerstoffes und als Vermittler des Oxydationsprocesses die höchste vitale Dignität der Blutbestandtheile besitzen, während das Fibrin eine relativ niedrige vitale Dignität besitzt und gleichsam als Auswurfstoff des Blutes zu betrachten ist, und da gerade dieser nur mit einer niederen Vitalität begabte Stoff durch seine spontane Gerinnungsfähigkeit die grossen Gefahren der Thrombose und Embolie in der Lunge und im Gehirn im Gefolge hat, deshalb soll durch das Defibriniren dieser so gefährliche und im Ganzen doch unnütze Körper aus dem Blute vor der Transfusion ausgeschieden werden. — Durch die Defibrination wird das dunkle venöse Blut hellroth; durch den Contact der atmosphärischen Luft mit den Blutkörperchen nehmen die letzteren Sauerstoff aus der Luft auf, das defibrinirte venöse Blut verliert zum Theil seinen venösen Charakter und nähert sich mehr dem arteriellen, sauerstoffreichen Blute.

Diese Methode hat ferner neben der Gefahrllosigkeit noch den Vortheil der Bequemlichkeit für sich; man braucht sich nicht bei der Operation zu beeilen, sondern kann mit Musse und Bequemlichkeit arbeiten und bei der ruhigen Arbeit alle Details gut übersehen und controlliren und auch die Gefahr des Lufteintrittes hintanhalten.

Die Methode der Transfusion mit defibrinirtem Blute gestattet es ferner mit jedem beliebigen Apparate, Spritze, Pumpwerk oder blos durch die Fallhöhe mittelst des hydrostatischen Druckes die Transfusion auszuführen. Diese Methode gestattet endlich das einzuflössende Blut auf jede beliebige Temperatur zu bringen und sich von jeder Assistenz unabhängig zu machen. Die Operation ist leicht und kann auch von einem wenig geübten Chirurgen ausgeführt werden. Endlich und hauptsächlich hat Panum durch das Experiment nachgewiesen, dass ein dem Verblutungstode nahes Thier durch die Transfusion mit defibrinirtem Blute ins Leben zu-

rückgerufen werden kann, und damit die Brauchbarkeit des defibrinirten Blutes zur Transfusion constatirt.

Hören wir nun die Gründe der Gegner des defibrinirten Blutes. Sie leugnen die Unwichtigkeit des Fibrins und behaupten, dass mit der Ausscheidung des Faserstoffs die zurückbleibende Flüssigkeit nicht mehr den Namen Blut verdient; auch seien durch die Defibrination nicht alle gerinnbaren Substanzen aus dem Blute auszuschcheiden, und man kann sich leicht überzeugen, dass auch im defibrinirten Blute nach einiger Zeit (5—20 Minuten) sich Gerinnsel bilden; dieselben sind zwar kleiner und weicher als im nicht defibrinirten Blute, aber die Grösse und Consistenz der Blutgerinnsel ist für die Transfusionsfrage irrelevant. Die Möglichkeit der Gerinnselbildung im defibrinirten Blute lässt daher den Vortheil der Defibrination für die Transfusion illusorisch erscheinen. Dazu kommt noch, dass es für den Defibrinationsact keine bestimmte Regel gibt, es gibt nur die empirische Vorschrift, das Blut so lange zu schlagen oder zu quirlen, bis sich kein Fibrin mehr ausscheidet. Die Ausscheidung des Fibrins ist aber der Zeit nach bei den verschiedenen Blutproben sehr verschieden, und während die Ausscheidung in einer Blutprobe schon nach 4 Minuten oder früher beendet ist, geschieht dieselbe in einer anderen viel langsamer, und ein sicheres Kennzeichen für die vollendete Ausscheidung des Faserstoffs aus dem Blute gibt es gar nicht. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass der Defibrinationsact für die Blutkörperchen nicht gleichgültig ist. Die zarten und veränderlichen Blutkörperchen werden bei der Defibrination durch den Holzstab oder Quirl, durch die ihnen aufgezwungene, unwillkürliche Bewegung, durch ihr Aneinanderstossen, nachdem ihnen das schützende Medium des Fibrins, welches die einzelnen Blutkörperchen auseinanderhält, entzogen worden, durch den Contact mit der atmosphärischen Luft jedenfalls mechanisch insultirt, und man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass durch den mechanischen Insult die Blutkörperchen, wenn vielleicht auch nicht ihre morphologischen (?), so doch jedenfalls ihre vitalen und dynamischen Eigenschaften einbüssen, ihre wichtigen Functionen nicht ausüben können und früher oder später dem Tode verfallen und sich auflösen. Auch ist über das Verhalten der weissen Blutkörperchen durch den Defibrinationsact bis jetzt gar nichts Verlässliches bekannt. Diese Annahme, dass der Defibrinationsact nachtheilig auf die Blutkörperchen wirkt, findet auch in der Praxis ihre volle Bestätigung. Nur die durch die Defibrination functionsuntüchtig gewordenen Blutkörperchen lassen die grosse Zahl der Misserfolge der Transfusion mit

defibrinirtem Blute erklären, wie sie Gesellius¹⁾ anführt und denen der Verfasser noch ein halbes Hundert aus seiner eigenen Praxis hinzufügen könnte. Andererseits scheint die Gefahr der Thrombose und Embolie bei der Transfusion mit ganzem Blute sehr gering oder wenigstens überschätzt worden zu sein, wie dieses aus der grossen Zahl der erfolgreichen Transfusionen mit ganzem Blute hervorgeht.

Die Gegner der Defibrination behaupten ferner, dass die geringe Zahl der Transfusionserfolge mit defibrinirtem Blute nicht der Defibrination als solcher, sondern vielmehr der Unvollständigkeit der Defibrination zuzuschreiben ist. Weil es keine feste Regel und kein sicheres Kennzeichen für die vollständige Ausscheidung des Fibrins gibt, so geschieht es nicht selten, dass das Blut noch einen Theil seines Fibrins zurückgehalten und mit diesem auch die vitalen und dynamischen Eigenschaften der Blutkörperchen erhalten hat, und diesem aliquoten Theil des im defibrinirten Blut enthaltenen ganzen Blutes sei der Erfolg zuzumessen. Auch ist die von den Anhängern der Defibrination aufgestellte Behauptung, dass durch den Contact der Luft beim Defibrinationsacte das venöse Blut in arterielles umgewandelt werde, nicht stichhaltig. Arteriellcs Blut ist nur solches Venenblut, welches durch die normal functionirende Lunge geflossen ist, und dabei nicht nur Sauerstoff aufgenommen, sondern auch Kohlensäure und Wasser abgegeben hat. Das defibrinirte Blut, wenn man ihm diesen Namen beilegen will, ist und bleibt venöses Blut mit hellerer Farbe, aber durchaus nicht arterielles Blut, wie ja auch das Blut in den Nierenvenen hellroth und doch nur venöses Blut ist (Claude Bernard)²⁾. Aber noch ein anderer Einwand lässt sich gegen die Defibrination erheben. Bisher hat man Grund zur Annahme, dass die specifisch schwereren Blutkörperchen nur durch das flüssige Fibrin im Blut suspendirt erhalten werden, bei der freiwilligen oder künstlichen Ausscheidung des Faserstoffs senken sich die schweren Blutkörperchen auf den Boden des Gefässes. Wenn man daher defibrinirtcs Blut zur Transfusion verwendet, so transfundirt man, je nachdem man Blut aus den höheren oder tieferen Schichten des Glasgefässes verwendet, ein an Blutkörperchen ärmeres oder reicheres Fluidum. Im ersteren Falle hat man daher eine auch an Blutkörperchen verarmte, also eine unzulängliche Blutflüssigkeit, im letzteren Falle eine an Blutkörperchen überreiche Flüssigkeit, welche zur globulösen Stase (Hueter) Veranlassung geben kann.

1) l. c. S. 157. 2) Comptes rendus 1858. p. 159.

Aus dieser gedrängten Gegenüberstellung der Vor- und Nachtheile des ganzen oder defibrinirten Blutes für die Transfusion geht klar hervor, dass sowohl die Logik als auch die Thatsachen zu Gunsten der Transfusion mit ganzem Blute sprechen. Wenn gleichwohl noch manche Chirurgen an der Transfusion mit defibrinirtem Blute festhalten, so ist der Grund hiervon, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, theils die Furcht vor der nachträglichen Gerinnung des Faserstoffs mit dem düsteren Schreckbilde der Thrombose und Embolie im Hintergrunde, theils die Sorge, durch schnelles Gerinnen des Blutes die Transfusion gar nicht ausführen zu können. Es dürfte daher nicht überflüssig sein, die eben genannte Furcht und Sorge durch einige aufhellende Worte zu verseuchen. Zu diesem Ende wird es gut sein, den Ideengang des die nachträgliche Gerinnung des Blutes Fürchtenden zu analysiren. Er schliesst, weil alles Blut ohne Ausnahme, wenn es aus den Gefässen in die atmosphärische Luft tritt, früher oder später gerinnt, so muss jenes Blut, welches nicht sofort geronnen ist, später nach der Transfusion in seinem neuen Aufenthaltsorte gerinnen. — Es ist nicht schwer, die Unhaltbarkeit dieses Schlusses nachzuweisen. Es ist richtig, dass alles Blut ohne Ausnahme, wenn es aus den Gefässen in die atmosphärische Luft tritt, früher oder später gerinnt, unrichtig aber ist der Schluss, dass die Gerinnung auch nach der Transfusion eintreten müsse. Wir wollen hierbei die gangbaren Hypothesen über das Wesen der Blutgerinnung ganz aus dem Spiele lassen und nur die classischen, bisher von keiner Seite bestrittenen Beobachtungen Brücke's ¹⁾ festhalten, aus denen hervorgeht, dass die lebende Wand der Blutgefässe die Eigenschaft besitzt, das nicht geronnene Blut flüssig zu erhalten. Es folgt daraus, dass, wenn das Blut unmittelbar vor der Transfusion nicht geronnen ist, es nach seinem Eintritte in die Blutgefässe nach der Transfusion nicht mehr gerinnt, weil es ja dann wieder mit der lebenden Gefässwand in Berührung kommt und bleibt, wo dann dieselben lösenden Kräfte auf das Fibrin wirken, welche dasselbe flüssig erhalten haben, bevor es durch die Venäsection aus der Vene entnommen wurde. Die Furcht vor Thrombose und Embolie durch nachträgliche Gerinnung des transfundirten Blutes ist daher vom theoretischen Standpunkte aus nicht begründet. Auch die Erfahrung bestätigt die Richtigkeit unserer Annahme, denn bei meinen Trans-

1) Virchow's Archiv Bd. XII. 1857. S. 81 und dessen Vorlesungen über Physiologie. Wien 1873. I. Bd. S. 100.

fusionen mit ganzem Blute war sowohl bei den Ueberlebenden als bei den tödtlich verlaufenen Fällen nichts aufzufinden, was auf eine stattgefundene Thrombose hätte hindeuten können, obwohl bei den Obductionen diesem Gegenstande jedesmal eine ganz besondere Aufmerksamkeit zu Theil wurde. Auch in den zahlreichen in der Literatur verzeichneten Transfusionen mit ganzem Blut vermochte ich nirgends eine Beobachtung zu finden, aus der sich mit Sicherheit folgern liesse, dass das Blut, nachdem es als Ganzes transfundirt worden ist, nachträglich innerhalb des Gefässsystems geronnen sei. Nicht ganz so unbegründet ist die Sorge, dass die Transfusion mit ganzem Blut durch vorzeitige Gerinnung unausführbar werden könnte. Dieser Fall kann wirklich eintreten und ist auch mir zweimal im Beginn meiner Transfusionen mit ganzem Blut vorgekommen; doch ist auch diese Eventualität unschwer zu vermeiden. Soweit ich aus eigener Erfahrung urtheilen darf, so ist blos die Befangenheit, hervorgerufen durch die Furcht vor der nachträglichen Gerinnung des Blutes, welche es mit sich bringt, dass man leicht eine Kleinigkeit in der allerdings etwas umständlicheren Manipulation übersieht und die vorzeitige Gerinnung herbeiführt. Sobald diese Befangenheit geschwunden, so ist es nicht schwer, die ganze Operation in allen ihren Details zu beherrschen, und dann wird ein vorzeitiges Gerinnen zu den grossen Seltenheiten zählen. Aber selbst wenn eine solche vorzeitige Gerinnung aus irgend einem Grunde erfolgt, so ist damit keine directe Gefahr für den Kranken, bei dem die Transfusion gemacht werden soll, verknüpft. Die einzige Folge dieses übeln Zufalls besteht darin, dass man im Augenblicke die Transfusion nicht ausführen kann, und dass die Operation auf 10—15 Minuten verschoben wird, bis man unter den nöthigen Cautelen das Blut so lange flüssig erhält, bis es in die neue Bahn eingetrieben ist, wo es dann nicht mehr gerinnt. Indirect kann allerdings dieser Zeitverlust in einzelnen seltenen Fällen sehr bedeutungsvoll für den Kranken werden, doch werden wir später Gelegenheit haben zu zeigen, dass man die Verzögerungsgefahr der Transfusion selbst nach Blutverlusten sehr überschätzt hat, und dass es in jenen Fällen, wo die Transfusion helfen kann, nicht auf Minuten ankommt.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Gefährlosigkeit der Transfusion mit ganzem Blute als Regel hingestellt, und es ist dagegen nichts einzuwenden, wenn auch die Ausnahmen von der Regel berücksichtigt werden. Eine solche Ausnahme von der Regel ist auch bei der in Rede stehenden Transfusionsfrage mit ganzem Blut

vorhanden, die sogleich genannt werden soll. Mit Brücke nimmt man an, dass die Wand des lebenden Gefäßes es ist, welche das Fibrin des Blutes in Lösung zu erhalten vermag. Diese Annahme bedarf einer kleinen Restriction. Damit das Fibrin des Blutes in Lösung erhalten bleibe, reicht es nicht hin, dass die Blutgefäße, in denen das Blut sich befindet, leben, sie müssen auch gesund sein. Die kranke Gefäßwand vermag allerdings auch das kreisende Blut flüssig zu erhalten, obwohl es auch hier nicht selten spontan zur Gerinnung und Thrombose kommt, aber es bleibt immer fraglich, ob die kranke Gefäßwand im Stande ist, das dem Körper entnommene Blut, welches also die Disposition zu Gerinnung des Faserstoffs in sich trägt, nach seiner Wiedereinführung in die Gefäße flüssig zu erhalten. Jedenfalls ist man nicht berechtigt, von einer absoluten Gefahrlosigkeit der Transfusion mit ganzem Blut zu sprechen, wenn die Operation an einem Kranken ausgeführt werden soll, dessen Arterien oder Venen irgendwie erkrankt sind, ja wir glauben das Vorhandensein irgend einer Gefäßkrankheit sowohl auf Seite des Blutempfängers als auch auf Seite des Blutspenders (wenn je Blut von einem solchen zur Transfusion entlehnt werden sollte) bilden eine Contraindication für die Transfusion mit ganzem Blute; in einem solchen Falle tritt die Transfusion mit defibrinirtem Blute in ihre legitimen Rechte, wobei zu erwähnen ist, dass in allen jenen Fällen, wo die Transfusion eine *Indicatio vitalis* ist, auch die Transfusion mit defibrinirtem Blute zum Ziele führen kann, wie dies später ausführlich erörtert werden soll.

Wir haben bisher die Transfusion im Allgemeinen besprochen, und haben dabei, ohne auf die Technik der Methode näher einzugehen, stillschweigend angenommen, dass man ganzes oder defibrinirtes Venenblut in eine Vene überleitet. Wir wollen jetzt noch die anderen möglichen Combinationen der Transfusion einer principiellen Besprechung unterziehen und mit der Ueberleitung venösen Blutes durch eine Arterie des Blutempfängers beginnen, für welche Hueter¹⁾ den Namen der arteriellen Transfusion vorschlägt. Hueter, der die erste Idee, eine Arterie des Blutempfängers zur Blutaufnahme bei der Transfusion zu verwenden, von Gräfe zuschreibt, der 1866 bei sterbenden Cholerakranken Transfusionen in die Art. radialis ausgeführt hatte, vindicirt sich mit Recht das

1) Langenbeck's Archiv für klin. Chirurgie. XII. Bd. 1870. S. 1–17.

Verdienst, die arterielle Transfusion als Methode eingeführt zu haben, der er folgende Vorzüge der gewöhnlichen venösen Transfusion gegenüber zuschreibt. Als Vorzug der arteriellen Transfusion führt Hueter an:

1) Die arterielle Transfusion fördert das Blut gleichmässiger und langsamer zum Herzen als die venöse Transfusion, weil das Capillarsystem der Hand oder des Fusses (je nachdem die Arter. radialis oder tibialis postica zur Transfusion gewählt wurde) einen Theil des transfundirten Blutes eine Zeit lang zurückhalte und dasselbe erst allmählich ins Herz gelangen lasse, wodurch es möglich werden soll, grosse Quantitäten von Blut bis 0,5 Kilo zu transfundiren, ohne tödtliche Circulationsstörungen herbeizuführen.

2) Die arterielle Transfusion verringert die Gefahr des Lufteintrittes, indem einzelne unbemerkt in der Spritze gebliebene und mit dem Blute mitgerissene Luftblasen in den Capillaren resorbirt werden, während sie bei der venösen Transfusion ins Herz gelangen und dort deletär wirken können.

3) Die arterielle Transfusion vermeidet die Gefahr der Phlebitis und ihrer Folgezustände, während die Gefahren der Unterbindung der Arteria radialis oder tibialis, der Vereiterung der Venenthromben gegenüber gehalten, ganz harmlos erscheinen.

Als Nachtheil der arteriellen Transfusion gibt Hueter blos die Grösse des Druckes an, welche nöthig ist, um eine grössere Quantität Blut durch eine Arterie mit kleinem Querschnitte wie die Radialis oder Tibialis hindurchzutreiben. Dieser Nachtheil verschwindet zwar in allen jenen Fällen, wo die Herzkraft des Blutempfängers aus irgend welchem Grunde sehr herabgesetzt ist, und lässt sich in den anderen Fällen durch einen gleichzeitig mit der Transfusion auszuführenden Aderlass sehr verkleinern. Hueter fordert daher die Chirurgen auf, seine Methode einer praktischen Prüfung zu unterziehen. Diesem Wunsche ist nun vielfach (etwa 25 Mal) entsprochen worden, und auch der Verfasser dieser Blätter hatte diese Methode zweimal zu prüfen Gelegenheit und glaubt sich nun zu folgendem Urtheil berechtigt:

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die arterielle Transfusion in allen Fällen, ohne Ausnahme, ebenso leicht und vielleicht ebenso schnell und mit denselben Hilfsmitteln ausgeführt werden kann, wie die gewöhnliche venöse Transfusion, und der Erfolg wird *ceteris paribus* kein schlechterer, wenn auch kein besserer bei der arteriellen wie bei der venösen Transfusion sein. Aber zu empfehlen ist die arterielle Transfusion durchaus nicht. Der grösste Vorwurf, den

wir dieser Methode zu machen haben. ist wohl der, dass dieselbe ausschliesslich an das defibrinirte Blut gebunden ist und eine Transfusion mit ganzem Blute nicht zulässt. Nicht nur die relativ längere Dauer des Blutdurchganges, sondern auch der grössere Druck, dem Blut und Gefässe ausgesetzt sind, ganz besonders aber die mit der starken Ausdehnung der Arterie einhergehende Molecularveränderung ihrer Wand, lassen eine Gerinnung des zu transfundirenden Blutes mit grosser Wahrscheinlichkeit erwarten. Hueter, der diesen Vorwurf wohl gefühlt haben mochte, sagt zwar ¹⁾: „Ich kann nicht begreifen, wie man darüber streiten kann, ob zur Transfusion defibrinirtes oder nicht defibrinirtes Blut zu benutzen sei. Sind Gerinnsel im Blute — und ich wüsste nicht, wie man ohne Defibrination ihre Bildung mit genügender Sicherheit verhindern könnte — so verlegen sie entweder die Canüle oder sie gehen in die Circulation über und führen nothwendiger Weise embolische Processe herbei.“ Nach dem, was früher über diesen Gegenstand gesagt wurde, ist es klar, dass keine dieser Alternativen eintreten muss, weil es bei der Transfusion mit ganzem Blute gar nicht zur Gerinnselbildung im Blute kommen muss. Also die Unmöglichkeit, die Hueter'sche Operation mit ganzem Blute auszuführen, macht dieselbe der venösen Transfusion gegenüber concurrenzunfähig. Aber selbst, wenn man von diesem wichtigen Einwurfe absieht und nur die Transfusion mit defibrinirtem Blute im Auge behält, so bleibt es sehr fraglich, ob sie wirklich Vorthelle vor der venösen Transfusion hat. Mir wollen die von Hueter für seine Methode reclamirten Vorthelle als nicht stichhaltig erscheinen. — Hueter behauptet, dass durch die arterielle Transfusion das eingeflösste Blut langsamer zum Herzen gelangt und daselbst keine Circulationsstörung hervorruft, auch wenn die Quantität des eingeflössten Blutes 0,5 Kilo beträgt. — Ich frage, was denn für ein Hinderniss für den Chirurgen existirt, bei der venösen Transfusion mit defibrinirtem Blute dasselbe so langsam als möglich ins Herz gelangen zu lassen? Wir werden später bei Erörterung der Transfusionstechnik auf diesen Gegenstand zurückkommen und wollen nur erwähnen, dass wir sehr häufig 8—10 Unzen defibrinirtes Blut durch die Vene transfundirt haben, ohne das gefürchtete Symptom der Blutüberfüllung herbeigeführt zu haben. Auch der zweite von Hueter angeführte Vorzug der arteriellen Transfusion vermag seine Methode nicht zu stützen. Es soll bei seiner Methode eine zufällig vom Blute mitgerissene Luftblase von

1) l. c. S. 3. Anmerkung.

den Capillaren resorbirt werden, während dieselbe bei der venösen Transfusion ins Herz gelangen und dort deletär wirken soll. Wir werden später zeigen, dass bei den verschiedensten Methoden der venösen Transfusion es möglich ist, sich gegen jeden Lufteintritt zu schützen, und dass der Eintritt einer einzigen Luftblase ins Blut ganz unschädlich ist, weil dieselbe auch auf dem Wege durch die Vene vom Blut resorbirt werden kann; aber selbst, wenn dieselbe ins rechte Herz und von da weiter in die Lungencapillaren gelangen sollte, so würde dieselbe eine ganz beschränkte Embolie einzelner Lungencapillaren herbeiführen, aber von einer deletären Wirkung dieser Luftblase hat man zu sprechen kein Recht. Wenn Hueter endlich als dritten Vortheil seiner Operation die grosse Gefahr der Phlebitis mit ihren Folgen der harmlosen Unterbindung der Art. radialis oder tibialis entgegenhält, so möge mir die Bemerkung gestattet sein, dass man sich vor Allem über die Entstehung der Phlebitis und ihrer Folgen klar werden muss; dass diese nicht durch bloss mechanische Verletzung zu Stande kommt, bedarf nicht erst einer langen Beweisführung; da bei jeder grösseren Operation Venen verletzt werden, so müsste es auch jedesmal zur Phlebitis kommen, was glücklicher Weise nicht geschieht, trotzdem viele Chirurgen die Venen sogar unterbinden. Damit eine Phlebitis mit ihren Folgen zu Stande komme, ist neben dem Trauma in den Venen noch eine locale oder allgemeine Infection nöthig. Ich habe zwei Mal Gelegenheit gehabt nach einfachen lege artis ausgeführten Aderlässen den Tod eintreten zu sehen; in dem einen Falle hatte der Kranke und sein Arzt die schwere Erkrankung der unreinen Aderlasslancette zugeschrieben; im zweiten Falle, wo der Aderlass zu einer gangränösen Phlegmone führte, konnte zwar die Quelle der Infection nicht auf die Lancette zurückgeführt werden, aber an dem Vorhandensein einer solchen konnte nicht gezweifelt werden. Wenn man also festhält, dass die Phlebitis und ihre Folgen nicht durch die Venenverletzung als solche, sondern durch eine Infection zu Stande kommen; wenn man ferner bedenkt, dass die zur Phlebitis führende Infection auch ohne Venenverletzung vom subcutanem Bindegewebe ausgehen kann und auch wirklich häufig ausgeht: dann kann auch von einer geringeren Gefahr bei der arteriellen Transfusion nicht die Rede sein, denn die Phlebitis mit ihren gefährlichen Folgen kann, sobald sie durch die Infection bedingt ist, auch bei der arteriellen Transfusion auftreten.

Wir haben uns bemüht, die Unhaltbarkeit der von Hueter für seine Methode reclamirten Vorzüge nachzuweisen, und wenn wir

auch gerne zugestehen, dass die Nachtheile derselben nicht gerade das Leben des Blutempfängers gefährden, so ist es doch nothwendig sich derselben bewusst zu werden. Diese sind: Die arterielle Transfusion erheischt einen grossen Kraftaufwand von Seite des Operateurs, um das Blut durch die kleine Arterie durchzupressen. Es ist hierbei nicht allein die *vis a tergo* von Seite des Collateralkreislaufes, welche, wie Hueter meint, den grösseren Kraftaufwand erheischt, sondern die geringe Weite der Arterie zu dem relativ grossen Querschnitt des Spritzenstempels, und es würde der Transfusionsdruck nicht viel kleiner sein dürfen, wenn die Capillaren statt in die Venen frei in die Luft münden würden; es ist gerade so, wenn man eine volle Spritze mit grossem Querschnitte durch ein sehr enges Endstück rasch entleeren will, dann wird man hierzu einen sehr grossen Kraftaufwand nöthig haben, und derselbe wird nicht viel kleiner werden, wenn man eine solche Spritze in einen luftleeren Raum hinein entleert. Es geht daraus hervor, dass ein Depletionsaderlass die Arbeit der arteriellen Transfusion nicht viel zu erleichtern vermag; es scheint im Gegentheil, dass die Anämie die Transfusionsarbeit eher erschwert, weil bei der Anämie die Arterien sich zusammenziehen, ihren Querschnitt verkleinern und das Missverhältniss zwischen dem Querschnitt des Spritzenstempels und der zusammengezogenen Arterie noch grösser als früher ist, wo der Querschnitt der Arterie ein weiter war.

Die arterielle Transfusion dehnt die Arterien und Capillaren des Transfusionsbezirkes weit über die Grenzen der Elasticität aus. Es kommt dabei in den Capillaren zu Zerreissungen mit Blutaustritt in das Bindegewebe oder zu Stauungen und serösen Exsudationen. Ich habe die sogen. arterielle Transfusion nur zwei Mal gemacht und in einem Falle Blutextravasate zu verzeichnen gehabt; sie haben allerdings keine nachtheiligen Folgen gehabt, aber als Nachtheil der Methode muss ein solcher Zufall immerhin bezeichnet werden. Aber auch für die Arterie ist der Insult, wie er bei der arteriellen Transfusion unvermeidlich ist, nicht gleichgültig. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, dass zur Flüssigerhaltung des Blutes nicht nur eine lebende, sondern auch gesunde Gefässwand nöthig sei. Durch die Zerrung und Reizung der Arterie kann die Arterienwand ihre Fähigkeit, das Fibrin flüssig zu erhalten, einbüssen, es wird dann die Bildung eines Collateralkreislaufes ausbleiben, was freilich ernstere Folgen nach sich zieht. Aber auch die Möglichkeit einer Nachblutung aus dem centralen oder peripheren Ende der zur Transfusion verwendeten unterbundenen Arterie muss der Methode

als Nachtheil zugeschrieben werden. Dazu kommt noch, dass bei der Legitimierung der arteriellen Transfusion als chirurgische Operation sich leicht ein Chirurg finden könnte, der, um sich die Arbeit bei dieser Operation zu erleichtern, anstatt der engen Art. radialis oder tibialis postica die grössere Art. brachialis oder gar cruralis wählen könnte, wodurch der Methode ein wahrhaft gefährlicher Charakter aufgeprägt würde (was in der neueren Zeit mehrere Male von Völkers, Küster, Heyfelder, Billroth wirklich geschehen ist).

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass die arterielle Transfusion keine nennenswerthen Vortheile, dafür aber gar nicht zu unterschätzende Nachtheile gegen die gewöhnliche venöse Transfusion aufzuweisen hat. Dieselbe kann daher als gleichwerthige Methode mit der üblichen venösen Transfusion nicht legitimirt werden, sie muss vielmehr für jene seltenen Fälle reservirt bleiben, in denen die venöse Transfusion aus irgend einem Grunde nicht ausgeführt werden kann.

An Hueter's arterielle Transfusion schliesst sich am besten die Besprechung jener Transfusionsmethode an, wo arterielles Menschenblut in die Vene oder wieder in die Arterie eines Menschen übergeleitet wird, eine Methode, deren Unzulässigkeit durch wenige Worte ersichtlich gemacht werden kann. Für diese Methode könnten nur zwei Gründe aufgebracht werden, deren einer in der Möglichkeit der directen Ueberführung des Blutes, deren anderer in der arteriellen Natur des Blutes besteht. Was nun die directe Transfusion anlangt, so ist zu bemerken, dass eine solche doch nur von einer grösseren Arterie ausgehen könnte, weil in einer kleineren Arterie der Blutdruck sowie die Blutquantität viel zu gering ist, um eine Transfusion überhaupt ausführen zu können. Bei der Wahl einer grösseren Arterie aber ist die Gefahr für den Blutspender, wie jeder Chirurg weiss, nicht gering; dazu kommt noch, dass die directe Transfusion von Menschenblut auch ohne die gefährliche Unterbindung einer grossen Arterie auf verschiedene Arten mit venösem Blute möglich ist, wie später in der Transfusionstechnik gezeigt werden soll. Was nun die arterielle Natur des Blutes anlangt, so ist es richtig, dass zu diesem Zwecke allerdings das Blut auf eine für den Blutspender weniger gefährliche Art aus einer kleinen Arterie entnommen werden kann; aber es fragt sich, ob es für den Endzweck der Transfusion nothwendig ist, arterielles Blut zu transfundiren, und ob überhaupt die Verwendung von arteriellem Blut ein Vortheil für den Blutempfänger ist. Es ist klar, dass auch das

venöse Blut bei der Transfusion erst durch die Lunge gehen und dort decarbonisirt und arteriell gemacht werden muss, ehe es in den grossen Kreislauf und zu den Nervencentren gelangen kann, und nur der letzteren wegen verlangt man ja arterielles Blut. Andererseits ist es noch sehr fraglich, ob es überhaupt von Vortheil ist, in allen indicirten Fällen arterielles Blut zu transfundiren. Das rechte Herz, besonders aber die Lunge, ist für den Empfang des venösen Blutes eingerichtet, und die Decarbonisation und Arteriellisation eine der Hauptfunctionen der Lunge. Durch die Einführung arteriellen Blutes in die Lunge entzieht man der Lunge eine ihrer Hauptfunctionen und ruft dadurch Störungen herbei, analog wie bei anderen Organen, denen man ihre Function entzieht, indem sich wahrscheinlich Apnoë einstellt (Claude Bernard).

Es dürfte noch von Interesse sein, das Urtheil des genialsten Chirurgen seiner Zeit, des grossen Dieffenbach, in dieser Frage zu hören. Dieffenbach¹⁾ hat sich über diesen Gegenstand vor etwa 50 Jahren in folgender Weise geäußert: „Von einer unmittelbaren Transfusion von Menschen zu Menschen kann nun gar nicht die Rede sein, da man doch hier nicht dem Einen eine Arterie bloss- und herauslegen und dem Anderen das Blut daraus überführen würde. Doch gibt es nichts in der Welt so Unbesonnenes und Verkehrtes, was nicht einmal schon vorgeschlagen worden wäre, und sollte es auch erst in unserer Zeit geschehen sein. So räth Ashwell, ein Beschützer der Transfusion, bei Mutterblutflüssen Blut aus der Radialarterie eines Menschen in die Vene der Wöchnerin überzuleiten! Doch würde sich schwerlich Jemand finden, der diese Operation machen, noch, vielleicht der Mann der Kranken ausgenommen, an sich machen lassen möchte, wenn ihm die Sache auseinandergesetzt worden wäre, davon gar nicht einmal zu reden, dass das Blut durch eine so enge Röhre wie die Speichenarterie aufzunehmen im Stande wäre, wenig oder gar nicht fließen würde.“

Nachdem diese Zeilen geschrieben waren, kam mir der Aufsatz Küster's in Langenbeck's Archiv Bd, XVII. Heft 3 in die Hände, aus welchem zu ersehen ist, dass Küster die directe Transfusion von der Art. radialis des Blutspenders zur Art. radialis des Blutempfängers mit Hilfe des Schliep'schen Apparats ausgeführt hat. Auch Küster spricht von der Gefahr der Venäsection, die zuweilen ein Menschenleben koste; deshalb tritt er als Anwalt der Hueter'schen Methode auf. Ich muss dem vielfach verbreiteten Irrthume

1) Rust, Handbuch der Chirurgie. Bd. IX. S. 661.

aufs Entschiedenste entgegentreten. Die Verletzung der Venen an und für sich ist eine leichte Verletzung, sie erlangt erst eine ernstere Bedeutung, wenn dieselbe mit einem unreinen Instrument erzeugt wurde, oder wenn die Venenwunde mit unreinen Stoffen in Berührung kommt, oder endlich wenn die Vene durch längere Zeit mit einem fäulnissfähigen Körper (Ligatur- oder Suturfaden) in Berührung blieb, kurz, die Venenverletzung wird erst gefährlich durch Infection, zuweilen auch durch dauernde Reizung der Wunde; wo diese Zufälle fehlen, ist die Verletzung der Vene ohne jegliche Folgen. Nun ist allgemein bekannt, dass die Phlebitis, die Phlebothrombose mit ihren Folgen auch ohne Venenverletzung zu Stande kommen kann, und zwar am leichtesten durch das subcutane Bindegewebe, wenn dasselbe mit einem Infectionskörper in Berührung kommt, denn oft bringt ein einfacher Stich oder Schnitt eine Phlegmone mit Venenthrombose hervor. Es kann daher auch bei der Methode von Küster wie bei jener von Hueter zur Venenthrombose kommen, wenn mit unreinen Händen oder solchen Instrumenten, in unreiner Luft oder in einem schlechten Zimmer operirt wurde; dagegen ist die Arterienunterbindung unter allen Verhältnissen eine schwere Verletzung, die auch bei günstigem Verlauf durch Einstellung eines Collateralkreislaufes von bleibenden Folgen begleitet ist. Diese sind eine geänderte Temperatur, eine geänderte Ernährung und geringere Widerstandsfähigkeit der unterhalb der Unterbindungsstelle liegenden Körperteile. Ich kann daher der Methode von Küster nicht das Wort sprechen, trotzdem die Arterienunterbindungen in seinem Falle ohne ernste Symptome geblieben sind.

Erwähnenswerth noch ist die Bemerkung, dass der Name, den Hueter für seine Methode gewählt hat — „arterielle Transfusion“ — kein glücklicher ist; mir scheint der Name der „capillaren Transfusion“ viel passender, weil wirklich die Transfusion bei dieser Methode in die Capillaren erfolgt. Um das Blut durch die Capillaren zu treiben, wählt man das Endstück einer Arterie, also die A. radialis oder tibialis postica, während der Name der „arteriellen Transfusion“ besser für die Transfusion durch einen Hauptarterienstamm passen würde.

Nicht zu verwechseln jedoch ist die Capillartransfusion mit der Capillarblut-Transfusion. Der erstere Name bezieht sich auf die Wege, in welche man das zu transfundirende Blut hineintreibt, während der zweite Name sich auf die Qualität und auf die Quelle des Blutes bezieht, aus welcher dasselbe entnommen wurde; dasselbe kann seinerseits durch die Venen, durch die Capillaren oder

durch eine Arterie in den Körper des Blutempfängers getrieben werden. Es war Franz Gesellius¹⁾, der das Capillarblut zur Transfusion empfohlen hat; er glaubte, das Capillarblut sei nicht so verbraucht als das venöse, sei gefahrlos, dabei leicht und überall zu beschaffen. Er will das Capillarblut in einem grossen Schröpfkopf gewinnen, der durch eine Luftpumpe luftleer gemacht wurde; dadurch sollen sich die Weichtheile faustartig in den Schröpfkopf hineinziehen, und wenn in diese ein Schröpfsehnäpper mit 19 Messern eingestossen wird, so soll so viel Blut ausströmen, dass man transfundiren könne. Er hat auch zu diesem Ende einen eigenen Transfusor construirt, über den später bei der Transfusionstechnik gesprochen werden soll. Gesellius hat in seiner späteren Monographie²⁾ den Vorschlag der Capillarbluttransfusion selbst zurückgezogen und mich daher der Nothwendigkeit enthoben, die Unhaltbarkeit dieses Vorschlags zu erörtern. Es kann durch den Schröpfkopf nur sehr langsam und auch sehr wenig Blut gewonnen werden, so dass das auf diese Weise gewonnene, nicht geronnene Blut nicht einmal zu einer Transfusion in homöopathischer Dosis ausreichen würde.

Nicht viel zweckmässiger ist die Transfusion durch das subcutane Bindegewebe. Landenberger³⁾ empfiehlt als Ausgangspunkt der Transfusion das subcutane Bindegewebe, und glaubt, dass in demselben das Blut, die Blutkörperchen nicht ausgenommen (!), resorbirt werde. Da er bei seiner Methode das Blut nicht in Bewegung erhalten kann und auf die Resorption warten muss, so kann er selbstverständlich nicht mit ganzem Blute arbeiten, weil dieses unaufhaltsam gerinnen und die Aufsaugung hindern würde; er wendet daher defibrirtes Blut an, und weil die Verwendung des Thierblutes zur Transfusion zur Discussion des Tages gehört, so verwendet er defibrirtes Thierblut. Er spritzt mit einer Pravaz'schen Spritze circa 8 Grm. frisches defibrirtes Kalbsblut ein und glaubt auf diese Weise denselben Zweck wie durch die Transfusion zu erreichen. Die von ihm mitgetheilten Versuche entziehen sich zwar sowohl mit Rücksicht auf die gewonnenen Resultate als auch mit Rücksicht auf die Indicationen, welche zur subcutanen Bluteinspritzung Veranlassung gegeben haben, der Discussion, aber es möge gestattet sein,

1) Capillarblut — undefibrirtes — zur Transfusion. Petersburg 1868.

2) Die Transfusion des Blutes. Petersburg 1873. S. 13—20.

3) Mittheilungen über ein neues Verfahren der Uebertragung von Blut. Würtemb. med. Corr.-Blatt Nr. 20. S. 153 und Nr. 133 S. 260 und Centralblatt für Chirurgie Nr. 38. S. 602.

dieselben vom principiellen Gesichtspunkte zu prüfen. Der Grundgedanke, auf dem die ganze Methode ruht, liegt in dem Resorptionsvermögen des subcutanen Bindegewebes. Nun ist es richtig, dass Flüssigkeiten, d. i. wässrige Lösungen verschiedener Substanzen durch die bindegewebigen Räume in die Lymphgefäße und ins Blut übergeführt werden, doch ist die erste Bedingung für diese Resorption, dass die zu resorbirende Flüssigkeit dünnflüssig sei, hauptsächlich aber, dass sie eine geringere Concentration als die Lymphe habe; das Blut aber ist schon an und für sich, auch wenn dasselbe defibrinirt worden ist, eine viscido Flüssigkeit, die also für die Fortbewegung in die Lymphräume und Lymphgefäße wenig geeignet ist; dazu kommt noch, dass das defibrinirte Blut eine absolut concentrirtere Lösung als die Lymphe darstellt, es wird also dasselbe, wenn es in das subcutane Bindegewebe gespritzt wird, nicht nur nicht in die Lymphgefäße hineingehen, sondern nach den Gesetzen der Diffusion die weniger concentrirte Lymphe aus den Lymphgefäßen zu sich heranziehen; von einer Resorption des Blutes kann daher schon a priori keine Rede sein. Dieser aprioristische Schluss findet auch in den Beobachtungen Landenberger's seine volle Bestätigung. Er sagt, dass in einem Falle es zur Abscessbildung an der Einstichsstelle und in mehreren anderen Fällen zu guldengrossen erhabenen Sugillationen gekommen, wie dies auch gar nicht anders sein kann. Damit ist das Grundprincip, auf welchem die ganze Methode ruht, erschüttert. Aber wir wollen einen Augenblick annehmen, dass es durch irgend ein Mittel gelingen würde, die die Resorption hindernden Momente zu beseitigen, dann hätten wir noch den praktischen Werth der Methode zu prüfen. Eine Pravaz'sche Spritze fasst circa 1 Grm. Flüssigkeit, und dieses stellt auch gewöhnlich die Grenze der Flüssigkeitsmenge dar, die an einem Punkte ohne Nachtheil durch die Einspritzung eingeführt werden kann. Um daher 8 Grm. Blut einzuspritzen, wie Landenberger empfiehlt, müsste man schon an acht verschiedenen Stellen der Haut einstechen, dann könnten wir erst 8 Grm. Blut einspritzen; in der Wirklichkeit müssten wir 35 bis 40 solche Einspritzungen machen, weil nach den bisherigen Erfahrungen 35—40 Grm. die kleinste Blutmenge ist, von der ein Transfusionserfolg zu erwarten ist. Nachdem also nach dem bisher Gesagten der Vorschlag Landenberger's von principieller Seite sich als unrichtig und von technischer Seite als unpraktisch erwiesen hat, so dürfte die Aufforderung des Verfassers zu weiteren Versuchen seiner Methode bei den denkenden Chirurgen kaum Aussicht auf Erfolg haben.

Der Vollständigkeit wegen muss noch ein hierher gehöriger Vorschlag Richardson's mit einigen Worten abgehandelt werden. Richardson¹⁾ schlägt für den Fall der Noth vor, getrocknetes, dann gepulvertes Blut mit Wasser gemischt zur Transfusion zu verwenden. Gerade weil dieser Vorschlag von einem genialen Manne, wie es Richardson unzweifelhaft ist, ausgeht, ist es Pflicht, die Unausführbarkeit und die hohe Gefährlichkeit eines solchen Unternehmens nachzuweisen. Wenn man Blut trocknet, pulverisirt und mit Wasser mischt, so wird man eine Lösung von Hämoglobin und Blutsalzen neben einer grossen Zahl von kleinen, fein vertheilten, in Wasser unlöslichen Partikelchen haben. Die Wirkung einer solchen Transfusion wird ganz dieselbe sein, als wenn man einer Lösung von Hämoglobin und Blutsalzen eine entsprechende Menge feiner Korkfeilabfälle oder feiner Pflanzensamen beimengt; es wird in beiden Fällen zu Hirnembolien kommen. Wir glauben den Vorschlag Richardson's den Experimentalpathologen, die sich mit den experimentellen Studien über Hirnembolien befassen, aufs Beste empfehlen zu sollen, weil die durch die Einspritzung von mit Wasser gemengtem, getrocknetem Blutpulver erzeugten Hirnembolien den im Leben vorkommenden am nächsten stehen und am ähnlichsten sind, die aus einem solchen Thierexperiment gewonnenen Resultate die höchste Verwerthung finden dürfen; aber zu Transfusionszwecken dürfte das mit Wasser gemischte, gepulverte Blut nie und nimmer verwendet werden.²⁾

Hier ist auch noch ein Versuch, den schon Dieffenbach gemacht hat, zu erwähnen. Dieffenbach hat das von Blutegeln eingesaugte Blut zur Transfusion verwendet, indem er durch Ausspritzen der Blutegel das von ihnen verschluckte Blut benutzt hat. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass diese Methode ganz zur Kategorie der Capillarbluttransfusion gezählt werden muss und daher alle Nachtheile derselben involvirt, mit dem Unterschiede, dass das Blut den Thierleib passirt und daselbst einige seiner Bestandtheile abgegeben hat.

1) Gesellius, Die Bluttransfusion. S. 145. Auch in der Medical soc. of London vom 30. Januar 1871 und in der Med. times and gazette March 4. S. 261.

2) Uebrigens hat schon Dieffenbach, wenn ich mich recht erinnere, ähnliche Versuche gemacht; er trocknete Blut und hat das so erhaltene Pulver nach einigen Wochen mit Wasser vermischt Thieren eingespritzt und gefunden, dass die Thiere dadurch rasch getödtet wurden; doch ahnte er nicht, dass die Embolie sie tödtete, er glaubte vielmehr, der Tod rühre von den tödtlichen Eigenschaften der einer fremden Thierspecies entlehnten Blutkörperchen her.

Wir haben bisher bei der Besprechung der Transfusion nur Menschenblut im Auge gehabt; jetzt wird es unsere Aufgabe sein, die Transfusion mit Blut aus einer anderen Thierspecies stammend zu beleuchten, wobei wir abermals die indirecte und directe Transfusion besonders abzuhandeln haben.

Was nun die indirecte Transfusion mit Thierblut anlangt, so ist über den technischen Theil der Frage nicht viel zu sagen. Sowohl das venöse als arterielle Thierblut kann ganz so wie das Menschenblut defibrinirt und mittelst der vielen später zu besprechenden Hülfsapparate zur Transfusion beim Menschen verwendet werden, wobei es jedoch sehr fraglich erscheint, ob auch das arterielle Blut durch den Contact mit der atmosphärischen Luft reicher an Sauerstoff wird; es wäre immerhin möglich, dass das arterielle Blut beim Defibriniren einen Theil seines Sauerstoffs einbüsst, theils an die atmosphärische Luft, theils an die ausgeschiedenen Blutbestandtheile; doch sind über diese Frage noch keine verlässlichen Beobachtungen bekannt geworden. — Doch zählt die indirecte Transfusion mit Thierblut nur äusserst wenige Anhänger, weil der Gedanke für Jedermann ganz nahe lag, dass die Heterogenität des Thierblutes durch den Defibrinationsact noch weiter verändert und daher noch weniger Berechtigung als ganzes Thierblut zur Transfusion hat, und deshalb wird gegenwärtig, wenn von Thierbluttransfusionen die Rede ist, immer nur ganzes und zwar mittelst der directen Transfusion verstanden.

Die directe Thierbluttransfusion könnte allerdings auch mit venösem Blute auf dieselbe Art, wie mit venösem Menschenblute ausgeführt werden; ich habe dieselbe jedoch niemals ausgeführt, sie ist auch meines Wissens noch von keinem anderen Chirurgen ausgeführt worden ¹⁾, und sie dürfte in der Zukunft auch niemals ausgeführt werden; denn wenn man die Wahl hat zwischen dem kohlen säurehaltigen Venen- und dem sauerstoffreichen Arterienblut, so wird wohl Niemand anstehen lieber das sauerstoffreichere Arterienblut zu Heilzwecken zu verwenden. Bei Thieren aber fallen die Rücksichten, die gegen die Arterienverletzung sprechen, weg; wir können demnach stets Arterienblut transfundiren. Wir werden daher nur diese Methode besprechen. Die gewöhnliche Art der Thierbluttransfusion ist die, wo das arterielle Thierblut in die Vene eines Menschen eingeleitet wird; indessen könnte man auch das arterielle

1) Nachdem diese Zeilen geschrieben waren, fand ich, dass Bliedung 1839 5 Unzen Venenblut eines Bockes mit Erfolg beim Menschen transfundirt hat. Confer. Gesellius l. c. S. 44.

Thierblut in die Arterie eines Menschen einleiten, doch müsste man zu diesem Zwecke wieder eine grössere Arterie des Menschen wählen, weil bei der Wahl der kleinen Art. radialis oder tibialis postica des Menschen das aus der Carotis des Thieres stammende Blut nicht schnell genug abfliessen könnte; es würde daher das Blut in dem Verbindungsstück zwischen Carotis und Radialis längere Zeit stagniren, daselbst gerinnen und die Transfusion unmöglich machen. Für jene, welche sich über die Gefahr einer Arterienverletzung hinwegsetzen und auf die sogen. arterielle Transfusion ein grosses Gewicht legen, bleibt auch bei der Thierbluttransfusion nichts Anderes übrig, als die Art. brachialis als Einmündungsstelle des Blutes zu wählen. Ich habe mich, wie später gezeigt werden wird, stets an die Venen des Armes gehalten, daher alle von mir beobachteten Erscheinungen auf die Transfusion durch die Venen zu beziehen sind. Ehe wir jedoch diese Erscheinungen besprechen, erscheint es nothwendig, der Zulässigkeit des Thierblutes zur Transfusion einige Worte zu widmen. Obwohl schon im Jahre 1667 Denis, Emmeret, Lower und King Thierbluttransfusionen beim Menschen mit Erfolg ausgeführt haben, so wurde bei der Wiederaufnahme der Transfusion in unserem Jahrhundert die Verwendung des Thierblutes hauptsächlich durch die Arbeiten von Dumas und Prevost wieder in Frage gestellt. Diese Forscher sind durch eine grosse Reihe von Versuchen zu folgenden Resultaten gelangt¹⁾: Wenn ein Thier so lange Blut verlor, bis es in tiefe Ohnmacht versank, wobei jede Muskelbewegung, Athem und Kreislauf aufhörte, so erwachte das Leben allmählich während der Transfusion von Blut von einem anderen Thiere derselben Species, und es folgte sogleich Wiederherstellung. Wurde dagegen Blut von einem fremdartigen Thiere transfundirt, dessen Blutkügelchen zwar dieselbe Gestalt hatten, aber entweder grösser oder kleiner waren, so erfolgte nur unvollkommene Wiederherstellung, und der Tod trat noch vor dem 6. Tage ein. In vielen Versuchen, wo Rinder- oder Schafblut Kaninchen oder Katzen eingespritzt wurde, fand zwar Wiederbelebung statt, doch starben die Thiere bald darauf. Einspritzungen von Blut mit Kreiskügelchen in Vögel bewirkte heftige und der stärksten Vergiftung ähnliche Zufälle. Der Tod erfolgte immer ganz plötzlich, selbst wenn eine sehr geringe Menge von Blut eingespritzt wurde. Daraus folgerten sie, dass nur das Blut derselben Species transfusions-

1) Da mir gegenwärtig die Originalarbeiten von Dumas und Prevost nicht zugänglich sind, so beschränkte ich mich auf eine Wiedergabe der Resultate nach Dieffenbach l. c. S. 633.

zulässig sei, dass daher beim Menschen nur Menschenblut transfundirt werden dürfe. Diesen Ansichten gegenüber haben die Untersuchungen von Brown Séquard¹⁾ nachgewiesen, dass die Gefahr der Transfusion mit Blut von einer verschiedenen Thierspecies lediglich in dem Missverhältnisse zwischen der Grösse der Blutkörperchen und dem Caliber der Capillargefässe des Blutempfängers zu suchen sei, und dass die Transfusion zwischen verschiedenartigen Thieren von gutem Erfolge gekrönt sein könne, wenn nur die Blutkörperchen des Blutspenders gleich gross oder kleiner als jene des Blutempfängers sind. Später jedoch ist Brown Séquard zur Ueberzeugung gelangt, dass es nicht allein die Grösse der Blutkörperchen, sondern auch der Kohlensäuregehalt des Blutes ist, welcher die Transfusion gefährlich macht, und auch Bischoff und Panum haben diese Ansicht Brown Séquard's zum grössten Theile bestätigt. Gestützt auf diese Untersuchungen haben viele Autoren die Transfusion beim Menschen mit Blut vom Schafe, vom Kalbe, vom Pferde und Rinde als zulässig erklärt. Erst durch die Schriften und Versuche von Gesellius²⁾, Mittler³⁾ und Hasse⁴⁾ kam die Thierbluttransfusion in Fluss und wurde von mehreren Chirurgen mit verschiedenem Erfolge ausgeführt, und auch der Verfasser war in der Lage, die im Anhang verzeichneten Transfusionen mit Schafblut auszuführen, über welche nun einige allgemeine Bemerkungen hier folgen mögen. Ich habe die Transfusion mit defibrinirtem Menschenblute mehr als 50 Mal, die mit ganzem Menschenblute 12 Mal ausgeführt; ich habe bei der Transfusion mit defibrinirtem Menschenblut 3 Mal das Unglück gehabt, dass die Blutempfänger wenige Stunden nach der Transfusion, also in Folge der Operation, gestorben sind; aber mit Ausnahme dieser Fälle habe ich niemals solche Erscheinungen wahrgenommen, wie bei der Transfusion mit Schafblut.

Ich möchte diese Erscheinungen in subjective und objective sondern. Bei meinen Transfusionen mit Menschenblut, bei denen ich stets 4 bis 11 Unzen einspritzte, gaben die Patienten fast immer bei den ersten Unzen an, ein angenehmes Gefühl, ein warmes Rieseln im Arme und der Brust zu empfinden, und sie haben niemals

1) Compt. rendus 1857. Bd. 45.

2) Gesellius l. c.

3) Mittler, Versuche über Transfusion des Blutes. Sitzungsbericht der Academie der Wissenschaften in Wien. Bd. 58. Novemberheft 1868.

4) Die Lammbluttransfusion beim Menschen von Dr. O. Hasse. Petersburg und Leipzig 1874.

darauf bestanden, die Operation zu unterbrechen, selbst wenn ich bis 11 Unzen transfundirt habe; immer war ich es, der die Operation aus Vorsicht unterbrochen hatte, um nicht zu viel Blut dem kranken Organismus zuzuführen. Ganz anders war es bei der Transfusion mit Schafblut. Keiner meiner Patienten hat seine Befriedigung über das empfangene Blut ausgedrückt, sondern alle ohne Ausnahme haben schon in den ersten Secunden, sobald das Blut das rechte Herz erreicht hatte, über Beklemmung, Athemnoth, Kopf- und Kreuzschmerzen geklagt. Alle Patienten haben sofort darauf gedrungen, die Operation zu unterbrechen, ja Einer hat schon nach Ueberleitung von 80 Grm. Schafblut die Canüle aus der Vene herausgerissen. Noch auffallender war die Verschiedenheit der objectiven Symptome. Bei der Transfusion mit Menschenblut war während der Operation nichts Auffallendes wahrzunehmen; hier und da färbten sich die blutleeren Lippen und Wangen, der Puls wurde häufig voller, zuweilen auch etwas mehr beschleunigt; nach 20 bis 60 Minuten stellte sich ein mässiges Fieber ein, das von Schweiss gefolgt war, und damit waren in der Regel die wahrnehmbaren übeln Folgen der Transfusion beendet. Ganz anders waren die Erscheinungen bei der Transfusion mit Schafblut. In mehreren Fällen wurde das Gesicht leichenblass, fahl und collabirt, die Pupille wechselte ihre Weite, der Puls schwand, aber schon nach einer Minute röthete sich das Gesicht, die Haut der Brust und der Oberarm, in einzelnen Fällen traten Injection und Ekehymosen der Conjunctiva und der Mundschleimhaut auf, Stuhl- und Harnzwang; Dyspnöe war häufig, aber nicht immer vorhanden; stets traten heftige Schüttelfröste auf, die zuweilen bis zu zwei Stunden lang mit kurzen Unterbrechungen anhielten. In vielen Fällen trat am selben Tage, in anderen erst am fünften Tage nach der Operation eine über den grössten Theil der Körperoberfläche verbreitete, theilweise confluirende Urticaria ein. Die Urticaria blieb mehrere Tage mit geringer Erblassung und Verflachung stehen, verschwand dann, um nach einigen Tagen wieder aufzutreten. Endlich wurde in der Mehrzahl der Fälle, besonders bei jenen, die vollkommen genesen sind, nach der Operation ein dunkelschwarzbraun tingirter Urin beobachtet, den ich nicht als Hämaturie bezeichnen kann, weil man in demselben niemals ein Blutkörperchen finden konnte, obwohl sie wiederholt daselbst gesucht wurden. Auch Eiweiss konnte im Harn meiner Operirten nicht nachgewiesen werden, und ich glaube das Aussehen des dunkeltingirten Harnes ¹⁾ am richtigsten zu schildern,

1) Ich habe die Ansicht Prof. Brücke's über die Ursache und das Wesen

wenn ich denselben mit jenem Harn vergliche, wie er bei Carbol-säure-Intoxication und Carbolsäure-Absorption jedem Chirurgen bekannt ist. In einem Falle war auch eine etwa drei Wochen dauernde Polyurie vorhanden, in welcher Zeit der Urin immer leichter wurde und stark schäumte, ich möchte fast sagen, dass er moussirte. In diesem Falle glaubte ich sicher Eiweiss im Harn zu finden, aber es war keine Spur von Eiweiss, aber auch kein Zucker vorhanden. Fragen wir nach den Ursachen dieser Verschiedenheit, so sind dieselben in mehreren Momenten zu suchen, die hier näher besprochen werden mögen.

In erster Linie kommt bei der directen Transfusion mit Schafblut die Continuität des Blutstromes in Betracht. Sobald die Carotis des Schafes mit einer der Armvenen in Verbindung gesetzt ist, so strömt das arterielle mit starkem Seitendruck begabte Schafblut continuirlich bis ins rechte Herz und hemmt sofort den Rückfluss des Blutes im ganzen Gebiet der oberen Hohlvene. Es entsteht dadurch eine momentane Stauung und eine Kohlensäureüberladung des Centralnervensystems, welche schon an und für sich geeignet wäre, einen grossen Theil der subjectiven und objectiven Symptome zu erklären.

Wem die Thatsache des gehinderten Blutrücklaufes im ganzen oberen Hohlvenensystem nicht einleuchtet oder unwahrscheinlich erscheint, der braucht sich nur klar zu machen, wie viel Mal grösser der Druck des arteriellen Blutes über das Venenblut ist, und dass daher consequenter Weise der Seiten- oder Wanddruck im arteriellen Blute grösser als im venösen ist. Das Blut aus der Carotis des Schafes wird auf seinem Wege zum rechten Herzen des Blutempfängers nicht viel von seinem Seitendrucke einbüssen, denn wenn es auch auf dem Wege von der Vena cephalica in die Cava superior in immer weitere Venen kommt, so wird doch der Druck nicht namhaft abnehmen, weil ja diese Venen nicht leer, sondern blutfüllt sind; es wird daher schon wenige Secunden nach Eintritt des Blutes in die obere Hohlvene der Blut- und Seitendruck daselbst wachsen, und sobald er so gross wird, als der Druck der in die Cava superior einmündenden Venen, wird kein Blut mehr in die Cava einströmen können, und wenn der Blutdruck in der Cava superior durch das einströmende arterielle Blut grösser als der Druck

des dunkeltingirten Harnes eingeholt. Brücke vermuthete, dass es möglicher Weise Alkapton sein könne. Bei der Unkenntniss der chemischen Natur des Alkaptons ist damit nicht viel gewonnen, aber dennoch scheint es mir am plausibelsten, dass der schwarze Urin von Alkapton herrühre.

des einströmenden Venenblutes geworden ist, so wird es zu einer negativen Schwankung in den oberen Körpervenien kommen, das venöse Blut wird nicht nur temporär zum Herzen nicht zurückströmen können, sondern dasselbe wird gegen die Capillaren zurückgedrängt und daselbst (also auch im Centralnervensystem) Stauungen und Störungen hervorrufen.

Der einzige Einwurf, den man dieser Deduction machen könnte, wäre wohl der, dass es gar nicht zu einer Drucksteigerung in der Vena cava superior kommt, weil das transfundirte Blut im Augenblick seiner Ankunft auch sofort in das rechte Herz abfließt und von da weiter befördert wird. Doch ist es klar, dass dem nicht so sein kann. Das rechte Herz, welches auf die Fortschaffung des langsam rückfliessenden Venenblutes regulirt ist, kann die grössere Quantität des herandrängenden Arterienblutes nicht in der gleichen Zeit bewältigen, und es sprechen viele Gründe dagegen, dass das rechte Herz nicht so schnell seinen systolischen Rhythmus zu beschleunigen vermag, wie es der Andrang des arteriellen Blutes durch die Venen erheischt. Es scheint daher die Annahme, dass durch die Continuität der arteriellen Blutströmung durch die Venen der Rückfluss des Blutes im ganzen Gebiet der oberen Hohlvene gehindert werde, keinen Zweifel zuzulassen.

Kaum von geringerer Bedeutung als der gehinderte Rückfluss des Blutes dürfte die Blutüberfüllung des rechten Herzens und der Shok für den Kranken anzuschlagen sein, wie sie bei der directen Ueberleitung des Blutes aus der Carotis des Thieres in die Vene des Menschen beobachtet werden. Wir werden es später nachweisen, dass bei der directen Transfusion des arteriellen Thierbluts in die Vene des Menschen ein Schluss über die absolute Quantität des transfundirten Blutes gar nicht zulässig ist, weil alle Messungen der Blutgeschwindigkeit vor und nach der Transfusion für die Bemessung des bei der Transfusion übergeströmten Blutquantums ganz werthlos sind; aber so viel lässt sich mit Sicherheit sagen, dass, wenn das überströmende Arterienblut in den Venen kein Hinderniss von Seite der Fascien, der Muskeln oder sonst wie von aussen findet, dann die Quantität des zuströmenden Blutes grösser als die in der gleichen Zeit vom rechten Herzen weiter beförderte Blutquantität sein wird. Dies muss zu einer Ueberfüllung des rechten Herzens führen, d. h. das rechte Herz wird mehr ausgedehnt und voller werden und einem grösseren Drucke als vor der Transfusion ausgesetzt sein. Diese Ueberfüllung des rechten Herzens mit Blut hat schon an und für sich die Bedeutung des Shoks, welcher durch die Plötzlichkeit des Blutandranges

und den dabei ausgeübten Stoss nicht unwesentlich gesteigert wird. In einem Falle, es war die erste Schafbluttransfusion, konnte dieser Stoss von allen an der Operation Theilnehmenden wahrgenommen werden. An einem anämischen Individuum, das durch chronische Tuberculose und Pleuritis dem Tode nahe war, wurde der erste Versuch einer Thierbluttransfusion gemacht. Bei einem 35 Kilo schweren Mutterschaf wurde die Carotis blossgelegt, in dieselbe die später zu schildernde Verschlusscanüle eingebunden und in die Vena cephalica das Carotisblut des Schafes unter den üblichen Cautelen übergeleitet. Unmittelbar nach Beginn der Transfusion ist der Kranke sehr heftig zusammengefahren und collabirt; der Puls schwand und die Pupille wurde weit, worauf ich sofort die Transfusion unterbrochen habe. Auf alle Anwesenden machte es den Eindruck, als hätte der schwache Kranke durch den kräftigen Blutstrom einen heftigen Stoss erhalten. Die Transfusion mochte 1, höchstens 1½ Secunden gedauert haben, aber die Wirkung des Shoks liess sich nicht verkennen und hat jedenfalls zur Beschleunigung des Todes, welcher 20 Stunden nach der versuchten Transfusion erfolgte, beigetragen. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass wir bei der directen ¹⁾ Transfusion mit dem Shok als Schädlichkeit zu rechnen haben. — Endlich ist auch die Heterogenität des Blutes als Schädlichkeit hervorzuheben. Es ist klar, dass schon bei derselben Thier-species und auch beim Menschen das Blut sowohl in seinen organischen und anorganischen Verbindungen als auch in seinem Gasgehalt verschieden ist, je nachdem das Individuum sich ausschliesslich von Fleisch oder ausschliesslich von vegetabilischer oder von gemischter Kost nährt, und noch grösser ist dieser chemische Unterschied im Blut, das von verschiedenen Thierarten stammt. Eine vergleichende Analyse der verschiedenen Blutarten ist zwar bis zur Stunde nicht ausgeführt, und es ist wenig Aussicht vorhanden für eine Bereicherung unserer Kenntnisse auf diesem Felde in der nächsten Zeit; aber aus den Se- und Excretionen der verschiedenen Thiere wissen wir, dass bei ihnen gewisse Verbindungen, die sie aus dem Blute ziehen, in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sind oder daselbst ganz fehlen. Es scheint daher die Annahme, dass Blut einer verschiedenen Species durch den verschiedenen Gehalt an organischen und anorganischen Verbindungen sowie an Gasen eine Schädlichkeit bei der Transfusion darstelle, auch vom theoretischen Standpunkte be-

1) In der Operationstechnik wird darauf hingewiesen werden, dass auch bei der indirecten Transfusion die Wirkung des Shoks zu Stande kommen kann.

gründet zu sein. Dem entspricht auch die Erfahrung. Es kann sich kein Beobachter dem Eindrücke entziehen, dass die Artverschiedenheit des Blutes eine greifbare Schädlichkeit für die Transfusion abgebe, auch dann, wenn die Blutkörperchen des zu transfundirenden Blutes gleich gross oder kleiner als jene des Blutempfängers sind.

Nach dieser Auseinandersetzung könnte es scheinen, als sei die Transfusion mit Thierblut beim Menschen gar nicht zulässig; doch ist dem nicht so. Wir werden nachweisen, dass die Mehrzahl der hier angeführten Schädlichkeiten durch die Fortschritte in der Operationstechnik zu beseitigen oder kleiner zu machen sind, und die nicht zu beseitigenden Schädlichkeiten sind von der Art, dass sie dem Endzweck der Transfusion, d. i. der Erhaltung und Verlängerung des gefährdeten Lebens, nicht absolut feindlich gegenüberstehen, und es wird eben nur darauf ankommen, die Folgen der nicht zu vermeidenden Schädlichkeiten bei der Transfusion mit Thierblut dem Nutzen gegenüberzustellen, der durch diese Transfusion zu erzielen ist, oder richtiger, den Gefahren entgegenzuhalten, die bei Unterlassung der Transfusion dem Kranken drohen. Wir sind damit zur Besprechung der Indicationen für die Transfusion angekommen.

Es hat den Anschein, als wäre es zweckmässig, die Indicationen zur Transfusion in zwei Kategorien zu sondern, in solche, deren Gültigkeit von keiner Seite angefochten wird, und in solche, die sich keiner allseitigen Anerkennung erfreuen. Bei näherer Betrachtung zeigt es sich, dass dem nicht so ist. Die Operation der Transfusion ist trotz der reichen Literatur und ungeachtet der grossen Anzahl ihrer begeisterten Anhänger leider noch nicht dahin gelangt, um unter die legitimen Operationen eingebürgert zu sein, und während eine Resection, eine Amputation, eine Gefässunterbindung, ein Blasen- oder Kehlschnitt u. s. w. zu den täglichen Vorkommnissen an allen medicinischen Schulen und Hospitalern des Erdenrundes zählt, ist die Transfusion noch immer eine seltene, Aufsehen erregende Operation, die weder in den medicinischen Schulen noch in den Spitalern eine bleibende Heimstätte gefunden hat, so dass, strenge genommen, die Transfusionsindicationen erster Kategorie gar nicht existiren; denn selbst jene Indicationen, die vom theoretischen Standpunkte keine Anfechtungen zulassen, finden doch in der Praxis nur selten ihre Anwendung. Es ist hier nicht der Ort dazu, die Gründe für die ablehnende Haltung der Aerzte der Transfusion

gegenüber zu erledigen; es mag genügen, auf die Thatsachen hingewiesen zu haben, welche letztere es rechtfertigen dürften, wenn wir bei der Besprechung der Indicationen Punkte einbeziehen, die strenge genommen nicht ganz hingehören. Wir wollen unsere Indicationen ganz allgemein halten und vorläufig ganz davon absehen, ob ganzes oder defibrinirtes, ob Thier- oder Menschenblut, ob in die Vene oder Arterie transfundirt wird. Wir beginnen mit der acut auftretenden Anämien.

Alle Hämorrhagien, welche eine acute Anämie hohen Grades und den Tod durch Verblutung erwarten lassen, indiciren und erheischen die Transfusion. Am allerhäufigsten werden solche acute Anämien auf dem Schlachtfelde zu finden sein. — Wenn es auch richtig ist, dass im Allgemeinen Schusswunden relativ weniger bluten als gleichnamige Wunden, die durch Schnitt oder Stich erzeugt wurden, so würde man doch irren, wollte man den Schusswunden die Gefahr, den Verblutungstod hervorzurufen, ganz absprechen. Wenn eine grössere Arterie direct durch das Projectil oder indirect durch einen Knochensplitter oder durch einen anderen fremden Körper verletzt wird, dann ist die Gefahr des Verblutungstodes nicht geringer als bei gleichen Verletzungen durch Schnitt und Stich. Solche Verletzungen kommen dem Militärarzte allerdings nur selten auf dem Verbandplatz oder in der Ambulance zur Beobachtung, weil die Mehrzahl der so Verletzten auf dem Schlachtfelde liegen bleibt und für todt ausgegeben wird, und die Mehrzahl derselben stirbt auch wirklich nach längerer oder kürzerer Zeit an den Folgen der Verblutung. Aber andererseits haben Beobachtungen am Menschen und Experimente an Thieren ergeben, dass selbst grosse Hämorrhagien, wie sie nach Verletzung grosser Gefässe vorkommen, nicht augenblicklich tödten; gar nicht selten tritt bald eine Ohnmacht ein, welche der weiteren Blutung Schranken setzt. Diese Ohnmacht kann den Schein des Todes annehmen und ziemlich lange bestehen, und der Scheintodte dennoch wieder ins Leben zurückgerufen werden. Es sprechen viele und gewichtige Anzeichen dafür, dass beim Abräumen eines jeden Schlachtfeldes Menschen als todt in die Erde gesenkt werden, die durch eine Transfusion zum Leben wieder erweckt und erhalten werden könnten, und ich hege die feste Ueberzeugung, dass im nächsten Kriege auch auf die auf dem Schlachtfelde liegenden Scheintodten Rücksicht genommen und der hier erwähnten Transfusionsindication Rechnung getragen werden wird. Aber auch in der Chirurgie des Friedens fehlt es nicht an Hämorrhagien und acuten Anämien, die das Leben gefährden. Sowohl

bei den periodisch sich ereignenden Unglücksfällen als auch bei den von der Hand des Chirurgen gesetzten Traumen hat man es zuweilen mit Hämorrhagien zu thun, die das Leben gefährden und die Operation der Transfusion indiciren und erheischen. Am häufigsten jedoch kommen solche das Leben bedrohende acute Anämien bei Neuentbundenen vor, bei denen daher die Transfusion in unserem Sinne indicirt, d. h. unerlässlich ist. Es muss hier erwähnt werden, dass bei den Blutungen der Neuentbundenen die Transfusion relativ häufig und mit Erfolg geübt wird, und es muss zur Ehre der Geburtshelfer gesagt werden, dass sie es waren, welche seit der Wiederauflebung der Transfusion in unserem Jahrhundert diese Operation cultivirt und nach ihrem Werthe gewürdigt haben, während die Mehrzahl der Chirurgen sich ablehnend gegen dieselbe verhalten hat. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass die hier aufgestellte Indication nur für solche Blutungen, welche aus grösseren Gefässen stammen und nach aussen erfolgen, gilt, dass aber bei Blutungen, welche aus der Aorta stammen, so wie bei tödtlichen Blutungen aus kleineren Gefässen, wenn dieselben in eine der Körperhöhlen sich ergiessen, so wie in allen jenen acuten Anämien, die mit anderen tödtlichen Verletzungen oder Erkrankungen combinirt sind, die Transfusion nicht nur nicht indicirt, sondern auch ungerechtfertigt, also absolut contraindicirt erscheint.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Indicationen zur Transfusion als obligatorisch hingestellt und sie in dieselbe Reihe wie die Laryngotomie, Herniotomie und Gefässunterbindung gebracht. Damit aber die Transfusion den ihr vindicirten obligatorischen Charakter auch wirklich behaupten könne, ist es nöthig, die nachfolgenden Fragen näher zu erörtern.

1. Lässt sich die Quantität des verlorenen Blutes bestimmen, welche die Transfusion als obligatorisch erscheinen lässt? mit anderen Worten, lassen sich Grenzwerte für die Grösse des Blutverlustes feststellen, innerhalb welcher die Transfusion nicht unterlassen werden darf? so dass bei Blutungen, die ausserhalb dieser Grenzwerte liegen, die Transfusion in dem einen Falle als entbehrlich, in dem anderen als nutzlos erscheint und in beiden Fällen zu unterbleiben hat.

2. Lässt sich ein Zeitmaass festsetzen, innerhalb dessen die Transfusion nach erschöpfenden Blutungen auszuführen, nach Ablauf dieser Frist aber als entbehrlich zu unterlassen ist? mit anderen Worten, hat denn die theoretisch deducirte Obligation für die Transfusion auch eine praktische Bedeutung? Ist es nicht in der

Mehrzahl der Fälle schon für die Transfusion zu spät, wenn man in die Lage kommt, dieselbe auszuführen? da man doch allgemein annimmt, dass die Transfusion, wenn sie einen Erfolg haben soll, sich der Blutung unmittelbar anschliessen müsse.

3. Kann man dem Chirurgen, der die Transfusion nach einer tödtlichen Blutung ausführen soll, sichere Anhaltspunkte geben über die Menge des Blutes, welche zu transfundiren ist? oder sind bestimmte Grenzen ausgemittelt worden, innerhalb deren die Menge des zu transfundirenden Blutes liegen muss, so dass eine geringere Quantität zur Wiedererweckung und Erhaltung des erlöschenden Lebens ungenügend ist?

Es ist auf den ersten Blick klar, dass die Beantwortung dieser Fragen sich nicht mit einem kurzen Ja oder Nein abthun lasse, sondern dass dieselbe nur aus einer eingehenden Erörterung resultiren kann.

Ad 1. Ich habe geglaubt, auf experimentellem Wege der Lösung näher zu kommen, habe mich aber bald überzeugt, dass auf experimentellem Wege keine verlässlicheren Daten zu erzielen sind als jene, die durch die klinische Beobachtung und chirurgische Erfahrung ohnehin schon Gemeingut der Chirurgen geworden sind. Man kann sich nämlich überzeugen, dass sowohl bei Thieren als beim Menschen die Quantität des Blutes, welche zum Verblutungstode führt, ausserordentlich verschieden ist, und dass selbst bei Thieren derselben Species und vom selben Gewichte (über das Alter desselben erfährt man in der Regel nie etwas) diese Bestimmung von der Individualität und Vulnerabilität des Thieres abhängt. Wir wissen zwar, dass die Thiere nach einem grossen Blutverluste in Krämpfe verfallen und sterben, aber einerseits ist die Menge des Blutverlustes, welche zu Krämpfen und zum sicheren Tode führt, in den einzelnen Versuchen verschieden, und andererseits ist die Bestimmung der tödtlichen Blutverluste, die nicht unmittelbar, sondern erst mittelbar nach einigen Tagen durch ihre Folgen zum Tode führen, noch schwieriger zu bestimmen. Bei Kaninchen hat die Czermak'sche Folterbank jedenfalls keinen geringen Antheil an dem tödtlichen Ausgang. Nur so viel lässt sich angeben, die Toleranz gegen Blutverluste ist sowohl beim Menschen als bei Thieren viel grösser beim Venen- als beim Arterienblute, und auch beim Arterienblute steht die Toleranz im geraden Verhältnisse zur Zeit, in welcher die Hämorrhagie erfolgt, d. h. ein Blutverlust von bestimmter Quantität, wenn derselbe plötzlich erfolgt, wie dieses bei arteriellen Blutungen gewöhnlich der Fall ist, ruft viel ernstere Erscheinungen hervor, als dieselbe oder

selbst eine grössere Blutquantität, die nur allmählich, d. h. in einem relativ längeren Zeitraum verloren geht. Für die angeführte Verschiedenheit der Toleranz gegen Blutverluste lassen sich zwar verschiedene recht plausible Erklärungen aufbringen, dieselben mögen jedoch so lange unterbleiben, bis die Annahme selbst constatirt und näher präcisirt sein wird. So viel steht fest, dass es kein bestimmtes Maass für den Blutverlust gibt, welcher sich selbst überlassen, d. h. ohne Intervention der Transfusion, zum Tode führt. Aber aus dem Fehlen des absoluten Maasses für die Gefährlichkeit des Blutverlustes kann nicht gefolgert werden, dass uns überhaupt der Maassstab für die Beurtheilung der Gefahr eines Blutverlustes in einem concreten Falle abgeht. Es ist zwar richtig, dass der Eintritt einer Ohnmacht, das Schwinden des Pulses, die unmerkliche Herzaction, die kaum wahrnehmbare Respiration, das Auftreten von Krämpfen, die Leichenblässe oder der wachsgelbe Teint, oder der Collapsus, das brechende Auge nicht immer Zeichen des nahen sicheren Todes sind, dass vielmehr eine oder mehrere dieser Erscheinungen von selbst wieder schwinden und als temporäre Folgen einer vorübergehenden Störung des Centralnervensystems sich erweisen können. Es ist aber ebenso richtig, dass schon die gewöhnliche Beobachtungsgabe, wie sie aus einer reichen chirurgischen Erfahrung stammt, im Stande sein wird, aus dem Zusammentreffen mehrerer oder aller dieser geschilderten Symptome die Grösse der Gefahr richtig abzuschätzen, und dass es daher dem Chirurgen, trotzdem derselbe die Grösse des Blutverlustes, die sicher zum Tode führt, nicht in Zahlen anzugeben vermag, doch im gegebenen Falle nicht schwer sein wird, sich ein verlässliches Urtheil darüber zu bilden, ob die Transfusion unerlässlich ist oder ob noch andere Heil- und Reizmittel früher zu versuchen sind. Es wird das Urtheil des Chirurgen über die Grösse der Lebensgefahr und über die Nothwendigkeit der Transfusion kaum weniger verlässlich sein, als sein Urtheil über die Grösse der Laryngostenose und über die Unerlässlichkeit der Herniotomie, bei welchen Zuständen ja auch eine pessimistische Anschauung oder die Vorliebe für die Operation zur Geltung kommen kann, welche der Chirurg nur vor seinem Gewissen zu verantworten hat. Uebrigens können wir auch die Grösse des Blutverlustes, welche die Transfusion erheischt, nach einer approximativen Schätzung durch eine Zahl bezeichnen. Man wird kaum irren, wenn man annimmt, dass ein acuter arterieller Blutverlust, welcher seinem Gewichte nach dem 20. Theil des Körpergewichtes des Bluters gleichkommt, solche Gefahren für

das Leben im Gefolge hat, dass eine Transfusion obligatorisch wird.

Ad 2. Ich habe versucht auf experimentellem Wege die Beantwortung dieser Frage zu lösen. Ich habe zu diesem Ende Kaninchen in den Czermak'schen Halter eingespannt, die Carotis und Jugularis dieser Thiere blossgelegt und sie durch Oeffnen der Carotis vollständig verbluten lassen, und dann, nachdem die Krämpfe sich gezeigt haben, nach kürzerer oder längerer Zeit das eigene oder fremdes Kaninchenblut durch die Jugularis transfundirt. Ich habe bei diesen Versuchen gefunden, dass es zwar möglich war, das fast stillstehende Herz zu Bewegungen anzuregen, aber die Thiere zum Leben zurückzurufen, ist mir nicht gelungen, auch dann nicht, wenn ich die künstliche Respiration eingeleitet habe. Ich habe überhaupt bald die Ueberzeugung gewonnen, dass auch die Lösung dieser Frage auf dem eben beschriebenen Weg nicht zu erlangen ist, und ich muss wieder hervorheben, dass der Czermak'sche Kaninchenhalter, hauptsächlich aber die Verblutung aus der Carotis einen Theil der Schuld am Misslingen der Experimente hat. Zum Glück haben wir leider am Menschen die beste Gelegenheit, diese Frage zu beantworten. Ich berufe mich auf die Erfahrung der Chirurgen, welche es bestätigen werden, wie oft enorme Blutverluste, wenn sie nur nicht aus einer grossen Arterie, also momentan erfolgen, durch Tage hindurch ertragen werden; ich berufe mich auf die Praxis der alten Aerzte, die zu therapeutischen Zwecken den Kranken mehr als die Hälfte ihres Blutes abfliessen liessen, bis sie ohnmächtig waren. Ich berufe mich ferner auf die Geburtshelfer, die nach tödtlichen Blutungen Neuentbundener das Vorhandensein des Lebens noch durch Stunden nach der Blutung constatiren. Ich berufe mich endlich auf einen später zu schildernden sehr interessanten Fall von Verblutung mit nachfolgender erfolgreicher Transfusion, aus welchem hervorgeht, dass, wenn der Tod durch Verblutung nicht momentan erfolgt, das schwindende Leben sich noch durch Stunden, ja selbst Tage lang in dem Verbluteten erhalten kann, dass man also jedenfalls Zeit hat, die Transfusion auszuführen, auch wenn die Vorbereitungen zu dieser Operation mehr Zeit in Anspruch nehmen würden, als dies in Wirklichkeit der Fall ist. Ein bestimmtes Zeitmaass, welches zwischen der Verblutung und der Transfusion verfliessen darf, kann selbstverständlich nicht gegeben werden, weil diese Zeit in den einzelnen Fällen sehr verschieden sein wird und neben der Schnelligkeit des Blutverlustes noch von der Individualität resp. Vulnerabilität des Verbluteten ab-

hängen wird. Es lässt sich über diesen Gegenstand nur so viel sagen: Ohne Rücksicht auf die Zeit, die seit der Blutung verfloßen ist, wird die Transfusion obligatorisch und von Erfolg begleitet sein können, wenn die Erregbarkeit und Erregungsfähigkeit des Centralnervensystems nicht ganz erloschen ist, wenn auch die Muskeln und die peripheren Nerven gegen Aussenreize unempfindlich sind, wenn die Respiration und der Puls scheinbar geschwunden ist und der zu Transfundirende ein Bild des Todes darstellt. Man kann sich von der Erregbarkeit und Erregungsfähigkeit des Centralnervensystems, also von dem Vorhandensein des Scheintodes leicht überzeugen durch das Einstechen einer dünnen Stahlnadel in das Herz. Wenn diese Nadel noch schwache Vibrationen anzeigt, so ist dies ein Zeichen, dass das Herz sich noch, wenn auch schwach, contrahirt, und weil beim Herzen des Warmblüters diese Contractionen vom Centralnervensystem ausgehen, so muss auch dieses noch erregungsfähig sein. Wenn dagegen die Erregungsfähigkeit des Centralnervensystems bereits erloschen ist, dann wird die Transfusion selbstverständlich ebenso erfolglos wie an einer kalten bereits erstarrten Leiche, und zu unterlassen sein, auch wenn der Zeitraum zwischen Blutung und Transfusion ein minimaler ist.

Ad 3. Zur Beantwortung dieser Frage muss man festhalten, dass dabei in erster Linie die Methode zu berücksichtigen ist, und da wir die verschiedenen Transfusionsmethoden erst später abhandeln werden, so können wir hier nur anführen, dass bei guter Operationsmethode selbst 12 Unzen Blut und darüber ohne Schaden eingeführt werden können, andererseits bei einer incorrecten Methode, wie sie so häufig angewendet wird, kann selbst die kleine Quantität von einer Unze als zu viel erscheinen. Doch darüber wollen wir später sprechen und hier nur die Blutquantitäten bestimmen, die bei correcten Transfusionsmethoden zur Wiedererweckung und Erhaltung des Lebens erforderlich sind. Es ist auf den ersten Blick klar, dass diese Blutquantität keine bestimmte, d. i. unveränderliche Grösse sein kann. Nachdem wir angenommen haben, dass der Verblutungstod nur durch Lähmung des Centralnervensystems zu Stande kommt, diese aber bei verschiedenen Individuen einem verschieden grossen Blutverluste entspricht, so wird auch die Quantität des einzuflossenden Blutes, welche die volle Erregbarkeit

des Centralnervensystems wieder herstellen und erhalten soll, bei den verschiedenen Individuen eine verschiedene sein. Ebenso klar ist es, dass die Quantität des verlorenen, also auch des zu ersetzenden Blutes der Grösse des Körpergewichtes proportional sein wird, und in dieser Richtung sind wir im Stande einige empirisch gefundene Zahlen hier anzusetzen: In den meisten Fällen wird es zu einem Erfolge der Transfusion hinreichen, wenn die Quantität des zu transfundirenden Blutes $\frac{1}{500}$ des Körpergewichtes des Blutverlustträgers ausmacht. Es ist dies eine Mittelzahl und lässt dem Chirurgen den Spielraum den einzelnen Fällen sowie dem eigenen Ermessen gemäss frei zwischen $\frac{1}{400}$ und $\frac{1}{600}$ des Körpergewichtes, die alle noch dem Mittelwerthe entsprechen. Dagegen stellt $\frac{1}{1000}$ des Körpergewichtes schon den Grenzwert des Minimums dar, welcher vielleicht noch im Stande ist, bei grossen Blutverlusten die Erregbarkeit des Centralnervensystems und das geschwundene Leben wieder zu erwecken, nicht aber dasselbe für die Dauer zu erhalten, und ebenso stellt $\frac{1}{150}$ den Grenzwert des Maximums vor, welche Blutquantität auch bei einer correcten Methode Störungen der Gesundheit und Gefahren für das wiedererweckte Leben im Gefolge hat.

Wir haben in dem Früheren die obligatorische Indication zur Transfusion besprochen und darunter die Verpflichtung für jeden gewissenhaften Chirurgen verstanden, im gegebenen Falle die Transfusion ausführen zu müssen, gerade so wie er verpflichtet ist, bei Laryngostenose die künstliche Eröffnung der Luftwege zu machen. Es gibt jedoch noch andere Indicationen, die ich im Gegensatze zu den obligatorischen facultative Indicationen nenne; es sind dies Indicationen, welche eine Operation zwar rechtfertigen, bei deren Unterlassung jedoch dem Chirurg kein Vorwurf gemacht werden kann. Eine solche facultative Indication zur Transfusion ist die chronische Anämie. Die durch Eiter- und Säfteverlust erzeugte chronische Anämie, die auf keine andere Weise zu beseitigen ist, und die erfahrungsgemäss früher oder später zum Tode führt, berechtigt zur Transfusion. Dagegen ist die Transfusion nicht berechtigt in allen Fällen, wo die chronische Anämie auf einem anderen Wege zu heben ist, sei es durch ein geeignetes Regimen, sei es durch Medicamente. Wenn die chronische Anämie von Blutungen aus der Lunge, aus dem Magen, aus der Niere und Blase her stammt, ist die Transfusion kaum indicirt, weil es sich dort um eine locale Organerkrankung handelt, auf die die Transfusion keinen unmittelbaren Einfluss üben kann.

Ob bei der Hämophilie die Transfusion indicirt ist, vermag ich bis jetzt weder zu bejahen noch zu verneinen. Ich habe zwar einen solchen Bluter gehabt, der nach der Extraction eines unteren Backenzahnes an einer unstillbaren Blutung, die fünf Tage lang anhielt, gestorben ist. Es muss jedoch ausdrücklich hervorgehoben werden, dass diese Blutung nicht den Charakter einer gewöhnlichen Hämorrhagie hatte. Es war nämlich die aus der Zahnzelle kommende Flüssigkeit nicht Blut im gewöhnlichen Sinne, sondern eine blassrothe, nicht klebende und nicht gerinnende Flüssigkeit, welche das Aussehen von Fleischwasser hatte. Styptica, Tamponade, Säuren und Ferrum candens vermochten nicht die Blutung zu stillen; als ich endlich am 5. Tage den Entschluss fasste, die Transfusion zu machen, war der Mann an Verblutung (chronische Anämie) gestorben. Es war dies der höchste Grad von Anämie, die ich an einem menschlichen Leichnam je wahrgenommen habe. Da dies der einzige Fall von Hämophilie ist, den ich zu beobachten Gelegenheit hatte, so weiss ich nicht, ob die Transfusion bei solchen Menschen nicht eine sehr gefährliche Operation ist. Ich würde jedenfalls in einem zweiten Falle wieder erst dann zur Transfusion greifen, wenn alle Hämostatica und Tonica ohne Erfolg geblieben sind, doch würde ich, gestützt auf die angeführte Beobachtung, nicht 5 Tage lang mit der Transfusion warten; aber um die Transfusion als Indication bei den sogenannten Blutern aufzustellen, dazu fehlt mir die Basis der praktischen Erfahrung.

Bei schweren Formen des Scorbutus habe ich zweimal die Transfusion mit negativem Erfolg ausgeführt; die Nekroskopie ergab Osteomyelitis fast aller Röhrenknochen und Erweichung der spongiösen Knochen. Diese zwei ungünstigen Transfusionserfolge geben noch kein Recht, die Transfusion bei schweren Formen von Scorbut zu verwerfen, und ich möchte im Gegentheil für diese Erkrankung der Transfusion die Berechtigung nicht in Abrede stellen und dieselbe also facultativ indicirt halten. Dagegen möchte ich bei der Chlorose auch in den schweren Formen der Transfusion nicht das Wort reden, nicht etwa als ob die Transfusion gegen diese Krankheit nichts zu leisten vermag, sondern weil diese Erkrankung auch auf andere Weise gehoben werden kann, und es hiesse, um ein Gleichniss Dieffenbach's zu gebrauchen, mit Kanonenkugeln auf Sperlinge schießen. Dagegen ist die Transfusion bei Leukämie indicirt, wie der von Mosler¹⁾ beschriebene Fall beweist. Bei Carcinomen

1) Berliner klinische Wochenschrift 1866. Nr. 19.

habe ich einige Mal Gelegenheit gehabt die Transfusion auszuführen und mich zu überzeugen, dass sie absolut nichts zu leisten vermag und dass sie zur Hebung dieser Krankheit niemals versucht werden darf. Es soll damit jedoch nicht gesagt werden, dass diese Operation an mit einem Carcinom behafteten Kranken überhaupt nicht ausgeführt werden darf. Wegen eines die Transfusion indicirenden Gebrechens darf die Transfusion auch an Menschen gemacht werden, die an Carcinom leiden. Ich habe die Transfusion einmal bei einem Pyloruskrebs gemacht und habe beabsichtigt, den Kranken, der durch Speisen nicht ernährt werden konnte und bereits sehr herabgekommen war, durch die Transfusion länger zu erhalten. Der Kranke verweigerte jedoch die Wiederholung der Transfusion und starb 12 Tage nach der ersten Transfusion an Inanition. Zweimal musste ich zur Transfusion schreiten bei einem Epitheliom der Zunge und des Unterkiefers wegen Blutung; die Transfusion hatte auf das Grundleiden der Neubildung nicht den geringsten Einfluss. Gegen die acute Form des Tetanus traumaticus möchte ich die Transfusion zum Versuche empfehlen, weil gegen dieses Leiden alle bisher angewendeten Mittel sich als erfolglos erwiesen haben, während die Transfusion noch relativ selten gegen diese Erkrankung angewendet worden ist; ich habe sie einmal versucht und nur eine vorübergehende Besserung beobachtet, doch ist dieser Fall nicht maassgebend. Es handelte sich um einen Mann, der beim Treppensteigen ausgerutscht und gefallen ist und sich eine eitrige Kniegelenkentzündung zugezogen hatte; der Verwundete wollte Anfangs von einer Operation nichts hören, bis sich zum Fieber heftige Schüttelfröste gesellten. Mit Rücksicht auf die Jugend und Körperconstitution des Verletzten glaubte ich die Kniegelenkresection versuchen zu sollen; bei der Operation fand sich ein 2 Cm. langes Stück einer Nähnadel am äusseren Rande der Fossa intercondyloidea fest im Knochen steckend; am dritten Tage nach der Operation stellte sich ein Tetanus schwerer Form ein, der zwar nach der Transfusion einige Stunden ausblieb; der Anfall wiederholte sich aber 6 Stunden später und führte zum Tode. Dieser eine Versuch ist also nicht maassgebend, sich ein Urtheil über den Werth der Transfusion gegen den Tetanus zu machen, ich kann daher die Transfusion nicht als Indication hinstellen, aber zum weiteren Versuche gegen Tetanus traumaticus möchte ich dieselbe doch empfehlen.

Die Application der Transfusion gegen Pyämie, wie sie von mir und anderen Chirurgen mit wechselndem Erfolge angewendet wurde, erheischt eine nähere Erörterung. Heutzutage zweifelt Nie-

mand mehr daran, dass die Pyämie durch Aufnahme eines Infectionsstoffes, eines Infectionsträgers ins Blut zu Stande kommt; ebenso ist es durch das Experiment festgestellt, dass nicht etwa grosse Mengen des Infectionsstoffes nöthig sind, sondern dass sehr bedeutende Verdünnungen von faulendem Blut und Eiter etc., also minimale Quantitäten des Infectionskörpers, wenn dieselben ins Blut gelangen, geeignet sind, das ganze Blut zu inficiren und Pyämie und Septicämie hervorzurufen. Man müsste also consequenterweise annehmen, wenn man an einem Pyämischen die Transfusion ausführt, d. h. wenn man zu dem pyämisch erkrankten Blut eine bestimmte Quantität gesunden Blutes hinzufügt, dass es wahrscheinlicher ist, das gesunde Blut durch seine Berührung mit dem pyämischen zu inficiren, als das letztere zu desinficiren. Vom theoretischen Gesichtspunkte hätte demnach die Transfusion bei der Pyämie und Septicämie keine Berechtigung. Die Empfehlung der depletorischen Transfusion vermag meiner Ansicht nach die Verhältnisse gar nicht zu ändern. Man will nämlich vor der Transfusion einen Theil des kranken Blutes ablassen und dadurch das pyämische Gift diluiren. Nun haben wir schon der Experimente erwähnt, welche beweisen, dass die Erscheinungen der Vergiftung desto grösser sind, je diluirt das Gift ist, aber es braucht gar nicht dieser Experimente. Wenn schon die minimale Quantität des Infectionsstoffes, die sich in der eiternden Wunde entwickelt, hinreicht, das ganze Blut des Kranken krank zu machen, so ist es klar, dass, wenn man noch so viel durch Depletion ablässt, doch noch so viel Blut im Körper zurückbleiben wird, um grosse Quantitäten gesunden Blutes zu inficiren. Vom theoretischen Standpunkte könnte daher die Transfusion nicht als Indication bei der Pyämie hingestellt werden. Die Erfahrungen anderer Chirurgen, sowie meine eigenen, haben jedoch ergeben, dass die Transfusion durchaus nicht so ganz nutzlos gegen pyämische Processe ist. Ich verweise auf die in der Casuistik geschilderte Transfusion bei Philipp Burger. Die Sache verhält sich folgendermaassen: Der Chirurg fasst unter dem Namen Pyämie alle Erscheinungen zusammen, die er vom Augenblicke der Infection des Blutes durch die vorhandene Eiterung bis zu dem Ablaufe derselben durch den Tod oder durch Genesung, d. i. Verschwinden des Fiebers mit oder ohne Metastasen, an dem Kranken beobachtet. Dieselben laufen in acuten Fällen der Pyämie schon in 4—5 Tagen, in chronischen erst nach dem 40. Tage und selbst später ab; im Durchschnitt verläuft dieselbe in 16 bis 24 Tagen. Man kann bei diesem Verlaufe deutlich beobachten, dass im Beginne die Infection des Blutes eine ge-

ringe ist, dann allmählich zunimmt, bis das Blut zur Ernährung der wichtigen Organe nicht mehr geeignet ist. Die Prognose bei der Pyämie hängt eben von dem Grade der Blutintoxication ab, und während bei sehr weit vorgeschrittener Blutersetzung jeder chirurgische Eingriff als nutzlos und direct schädlich erscheint, wird bei geringerem Fortschritt der Blutersetzung durch einen operativen Eingriff, durch die Resection oder Amputation nicht selten die Quelle der Infection beseitigt und die Genesung herbeigeführt. In diesem Stadium der Pyämie, in welchem noch operative Eingriffe zulässig sind, ist auch die Transfusion eine solche Operation, die dem Fortschritt der Pyämie Schranken zu setzen vermag. Wir wollen uns in keine Hypothesen einlassen, um zu erklären, in welcher Weise die Transfusion beschränkend auf den Fortschritt der Pyämie wirkt; wir wollen uns an die Erfahrung und Thatsache halten, dass dieses zuweilen wirklich geschieht, weil die Hypothese leicht zu Missgriffen Anlass gibt.

Wenn man sich vorstellt, dass die Transfusion nur dadurch dem Fortschritt der Pyämie hemmend entgegentritt, dass der Infectionsstoff im Blute durch Zusatz von gesundem Blut diluirt wird, dann erscheint es als eine logische Forderung, bei der Transfusion die Dilution des Infectionsstoffes im Blute möglichst vollkommen zu machen, was am besten dadurch geschieht, dass man durch einen Aderlass einen Theil des zersetzten Blutes abfließen lässt und dann möglichst viel gesundes Blut transfundirt; und in der That wird dieser Vorschlag von mancher Seite gemacht und gelehrt, bei der Pyämie nur depletorische Transfusion zu machen, ein Rath, den ich durchaus nicht befürworten kann. Es gibt für Pyämische kaum etwas Schädlicheres als eine Venäsection, welche constant ein rasches Fortschreiten der Pyämie im Gefolge hat. Diese Schädlichkeit rührt von den momentanen Folgen der Venäsection auf das Centralnervensystem her, und es kann dieselbe durch die nachfolgende Transfusion nicht ganz compensirt werden. Auch ist die Transfusion von grösseren Blutquantitäten, wie sie die depletorische Transfusion erheischt, bei Pyämischen contraindicirt, weil mit der Quantität des transfundirten Blutes auch die Reaction und das Fieber steigt, das möglichst hintangehalten werden soll. Ich muss mich daher gegen die depletorische und für die einfache Transfusion aussprechen, und kann dies um so eher thun, weil ich in meinen Fällen gefunden habe, dass die einfache Transfusion schon Besserung und Heilung zu erzielen vermag.

Noch ist zu erwähnen, dass gewisse Intoxicationen die Indication zur Transfusion abgeben können. Es wurde bei Vergiftungen

mit Kohlendunst bereits die Transfusion als Heilmittel versucht und zwar von Traube¹⁾, Möller²⁾, Sommerbrodt³⁾ und Mosler⁴⁾ ohne, von Martin⁵⁾ und Utterhart⁶⁾ mit Erfolg ausgeführt. Wir müssen daher bei Erstickungsfällen mit Kohlenoxyd überall da, wo das Uebertragen des mit Kohlendunst Vergifteten an die frische Luft in Verbindung mit der künstlichen Respiration nicht zum Ziele führt, die Transfusion als indicirt bezeichnen, ja man könnte sogar, gestützt auf die theoretische Begründung sowie auf die praktische Erfahrung, die Transfusion als obligatorische Indication für diese acute Intoxication hinstellen. Diese von Kühne⁷⁾ zuerst aufgestellte Indication der Transfusion bei einer Vergiftung mit Kohlenoxyd wurde von Landois auf die nachfolgenden Intoxicationen erweitert: die Vergiftung mit Chloroform, durch Aether, Morphinum, Opium, Strychnin und Phosphor. Da meines Wissens bei den genannten Intoxicationen Versuche der Transfusion an Menschen nicht gemacht wurden, so können wir diese Operation bei den genannten Vergiftungen nur auf die Autorität von Landois zum Versuche empfehlen.

Ausführlicher mag die Indication zur Transfusion bei Erkrankungen der Lunge besprochen werden. Schon Riva hat die Transfusion mit Thierblut bei Phthisis im Jahre 1684 mit theilweisem Erfolge angewendet, und ebenso hat Bliedung 1839 eine Transfusion mit Bockblut bei Hämoptoe mit vollständigem Erfolg und der Verfasser hat in den Jahren 1862—1864 die Transfusion mehrere Mal mit defibrinirtem Blut bei Tuberculose mit relativ gutem Erfolg, richtiger ohne Nachtheil für den Tuberculösen durchgeführt. Im letzten Jahre hat Hasse⁸⁾ durch Veröffentlichung von 15 Transfusionen mit Lammblood und Gesellius⁹⁾ durch seine Vereinfachung der Methode die Anwendung der directen Lammbloodtransfusion gegen Phthisis in Fluss gebracht. Von allen Seiten kamen Berichte über Lammbloodtransfusionen und fast jeder Arzt ergriff Partei in dieser Frage für oder gegen die Transfusion. Ich selbst hatte ursprüng-

1) H. Friedberg, Die Vergiftung durch Kohlendunst. Berlin 1866.

2) *ibid.* S. 174. 3) *ibid.* S. 175.

4) Berliner klinische Wochenschrift 1866.

5) Verhandlungen der Berl. med. Gesellschaft 1866.

6) Deutsche Klinik 1867. Nr. 14.

7) Centralblatt für med. Wissenschaft 1864. Nr. 9.

8) Die Lammbloodtransfusion beim Menschen von Dr. Oscar Hasse, prakt. Arzt in Nordhausen am Harz. Leipzig, bei Wagner 1874.

9) Zur Thierbloodtransfusion beim Menschen von Dr. Franz Gesellius. Leipzig, bei Wagner 1874.

lich blos die Absicht zu erforschen, in welcher Weise die directe Thierbluttransfusion für das Schlachtfeld zu verwenden und zu verwerthen sei. Die Transfusion bei Phthisikern schien mir die geeignete Gelegenheit zu bieten für die Vorstudien der Thierbluttransfusion, und so wurde ich gegen meine Absicht auf eine Bahn gedrängt, die ich zu wandeln nicht beabsichtigt habe. Ehe ich mich aber zu dem Experimente, die Thierbluttransfusion bei Lungenkranken zu verwenden, entschliessen konnte, habe ich mir die Frage vorgelegt: Ist denn die Thierbluttransfusion bei Erkrankungen der Lunge überhaupt gerechtfertigt? Mit anderen Worten, lässt sich denn vom theoretischen Standpunkte aus die Wirksamkeit der Transfusion bei der Tuberculose oder Phthise irgend wie erklären? Das theoretische Raisonement gab nur eine beschränkte Antwort auf diese Frage. Es war mir klar, dass die Transfusion auf das Wesen der Tuberculose als Neubildung und als Folgezustand der Scrophulose keinen Einfluss üben kann, aber ich konnte mich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass die Transfusion wohl geeignet sein könne, die im Gefolge der Tuberculose und Phthise einhergehenden Folgeübel zu heben oder zu mindern. Wie man auch über den Werth der Transfusion denkt, die Eigenschaft, die Lungencapillaren temporär oder dauernd stärker zu füllen, wird Niemand der Transfusion abzusprechen vermögen, und diese einzige Thatsache lässt manche Schlüsse über die Wirksamkeit der Transfusion zu.

Wenn man einem Thiere, welches an Verblutung gestorben ist, in die Luftröhre ein Manometer einbindet und dann von der Vena jugularis aus die Transfusion vornimmt, so findet man, dass mit dem Fortschreiten der Transfusion die Wassersäule des Manometers steigt, d. h. die interacinösen Gefässe füllen sich stärker mit Blut, dadurch wird die Luft aus den Acinis herausgedrängt, die Acini selbst nehmen ein kleineres Volumen an, und die aus den Acinis verdrängte Luft hebt die Wassersäule des in der Trachea eingebundenen Manometers. Man weiss ferner, dass beim Lungenemphysem in Folge des Schwindens des interacinösen Bindegewebes das Luftvolum in den Acinis zunimmt und gleichzeitig der Blutreichthum in den interacinösen Gefässen abnimmt, und dass dieser Zustand Dyspnöe mit allen ihren Folgen hervorruft. Ebenso bekannt ist es, dass auch bei allgemein anämischen Zuständen die Anämie der Lungencapillaren Dyspnöe hervorruft, und dass in allen diesen Zuständen der Aufenthalt in einem Höhenklima oder die mechanische Behandlung durch Verdünnung der Luft mit einem pneumatischen Apparat Er-

leichterung der Beschwerden bringt. Es wird somit auch die Transfusion durch die stärkere Füllung der interstitiellen und intercapillären Gefässe geeignet sein, die Oxydation des Blutes zu fördern und die Dyspnoë mit ihren Folgen zu mildern. Aber auch nach einer anderen Richtung könnte die Transfusion erspriesslich wirken. Es ist bekannt, dass die Phthise am relativ häufigsten nach vielen rasch aufeinander folgenden Geburten, nach schweren fieberhaften Krankheiten, nach Typhus, acuten Exanthemen, nach langer Lactation, nach profusen Eiterungen u. s. w. zu beobachten ist. In diesen Fällen ist es nicht die absolute Anämie allein, sondern auch die Erschöpfung von plastischen Bestandtheilen in dem vorhandenen Blut, welche die Phthise bedingt. Die Transfusion soll, so könnte man sich vorstellen, nicht nur die absolute Anämie vermindern, sondern auch die erschöpften Bestandtheile ersetzen. Diese und ähnliche Betrachtungen haben meine theoretischen Bedenken beschwichtigt und mich eine Anzahl von Versuchen der Thierbluttransfusion bei Phthise und Tuberculose unternehmen lassen. Diese Beobachtungen haben ergeben, dass die Transfusion bei Phthisikern und Tuberculösen in der That zu nützen vermag, sie vermag das Leben zu verlängern, lästige Symptome, wenn auch nur temporär, zu beseitigen, die Ernährung und Kräfte des Kranken zu heben. Aber sie vermag auch bei diesen Kranken grossen Schaden anzurichten; sie kann Pneumorrhagien nach aussen und in vorhandene Cavernen zu Stande kommen lassen und das Leben verkürzen. Es ist daher bei Lungenerkrankungen doppelt nothwendig die Operation der Transfusion in allen ihren Details vollkommen zu beherrschen, wenn dieselbe Erfolg haben soll. Da diese Momente von der Methode und Technik der Transfusion abhängen, so muss, um Wiederholungen zu vermeiden, in dieser Beziehung auf den nächsten Abschnitt verwiesen werden, welcher sich die Transfusionstechnik zur Aufgabe gestellt hat, und hier möge blos angeführt werden, dass sowohl die Tuberculose als Phthise durch die Transfusion mit Thier- oder Menschenblut, wenn sie unter den später zu schildernden Cautelen ausgeführt wird, in ihren Folgeübeln sehr beschränkt werden können, dass also innerhalb gewisser Grenzen die Transfusion als Indication gegen Tuberculose und Phthise aufzufassen ist.

Bei Cholera ist die Transfusion, gleichviel ob mit Menschen- oder Thierblut, contraindicirt, weil das Blut der Cholerakranken durch den Verlust an Serum (reiswasserähnliche Stuhlentleerungen) eingedickt und zur Circulation unfähig wird. Die Bluttransfusion aber vermag das bestehende Circulationshinderniss nicht zu über-

winden, kann daher keinen Erfolg haben, wie dies schon aus den Versuchen Dieffenbach's hervorgeht. Bei der Cholera könnte nur die Infusion Erfolg haben. Leider ist die Composition einer geeigneten Infusionslösung bis zur Stunde noch ganz unbekannt und kann daher hier nicht weiter berücksichtigt werden.

Auch bei Psychosen vermag ich der Transfusion nicht das Wort zu sprechen, weil die Psychosen mehr von histologischen und pathologischen Veränderungen der Gehirnsubstanz und nur äusserst selten oder vielleicht nie von den qualitativen und quantitativen Veränderungen des Blutes bedingt sind. Auf die Veränderungen der Gehirnsubstanz aber kann die Transfusion keinen Einfluss haben; damit soll jedoch die Anwendung der Transfusion bei Psychosen nicht ganz ausgeschlossen werden; nur als Heilmittel gegen die Psychose können wir die Transfusion nicht anerkennen, aber zur Hebung von Ernährungsstörungen ist die Transfusion auch bei Psychosen sehr nützlich. Ich selbst habe die Transfusion bei Melancholien mit Abstinenz von Nahrung mit Erfolg angewendet und sowohl in meinen Fällen als auch in denen anderer Chirurgen eine Hebung der gestörten Ernährung beobachtet.

Indem ich zum Schlusse noch die Transfusion bei Neurosen erwähne und hervorhebe, dass dieselbe keine Indication zur Hebung der verschiedenen Neurosen abgeben kann, und dass die Transfusion, mit Ausnahme eines einzigen Falles, zur Hebung einer auf Anämie beruhenden Epilepsie, meines Wissens auch niemals zur Hebung der Neurosen verwendet worden ist, habe ich das Gebiet der Indicationen der Transfusion beendigt und gehe zur Technik der Transfusion über.

Ich glaube die Uebersicht der verschiedenen Methoden zu erleichtern und Wiederholungen zu vermeiden, wenn ich zuerst mit einer kritischen Prüfung jenes Theiles der Transfusionstechnik beginne, welcher bei allen Transfusionsmethoden immer der gleiche bleibt, d. i. die Eröffnung der Vene des Blutempfängers und das Einlegen einer geeigneten Röhre in dieselbe, welche ein Orificium oder einen Trichter bildet zur bequemen Einleitung des Blutes. Gewöhnlich wird eine Vene in der Ellenbogenbeuge gewählt. Der Grund dieser Wahl liegt zwar in der Tradition; seit Jahrhunderten werden, wenn Venen zu eröffnen sind, dieselben in der Ellenbogenbeuge geöffnet; es sprechen aber noch andere Gründe für diesen Ort. Man findet hier ein Zusammenströmen mehrerer Venen auf

einem relativ engbegrenzten Raum und hat also eine relativ grosse Auswahl; auch sind die Venen an dieser Stelle weder zu gross noch zu klein. Diese Gegend ist sowohl für die Operation als auch für die Nachbehandlung, für den Arzt wie für den Kranken mit dem kleinsten Maass von Unbequemlichkeiten verbunden. Diese Vorzüge in Verbindung mit der Tradition erklären den Usus, die zu Transfusionszwecken nöthige Veneneröffnung gleichfalls in der Ellenbogenbeuge vorzunehmen. Man muss sich nur klar darüber sein, dass es blos ein Usus ist, und dass man mit dem gleichen Erfolge eine Vene an der Beugeseite des Vorderarmes oder am Handrücken oder am Oberarm zur Transfusion wählen kann. Es ist zwar auch zulässig, eine der vielen Hautvenen an den unteren Extremitäten zu verwenden, doch wird man dies nur in den seltenen Fällen thun, wo die Hautvenen der oberen Extremität aus irgend einem Grunde nicht zu verwenden sind, weil die Venen an der unteren Extremität im Allgemeinen etwas zu gross für die gewöhnlichen Canülen sind (was mit grösseren Inconvenienzen verbunden ist, als wenn die Vene zu klein ist); weil ferner die Operation und Nachbehandlung für den Arzt und den Kranken gleich unbequem ist, endlich weil die Heilung aller und ganz besonders der Venenwunden an der unteren Extremität langsamer und schwieriger von Statten geht, als an der oberen Extremität. Es dürfen ferner die oberflächlichen oder Hautvenen in der Brust- und Bauchgegend gewählt werden, dort wo dieselben sichtbar sind. Während die Hautvenen an den oberen und unteren Extremitäten eine ganz constante Lage haben und über die Richtung ihres Laufes keinen Zweifel zulassen, ist dies bei den Hautvenen der Brust- und Bauchgegend nicht der Fall. Nur bei jedem fünften Menschen etwa sind sichtbare Hautvenen an der Brust- oder Bauchgegend wahrzunehmen, und muss man sich über die Richtung ihres Laufes erst orientiren, was zwar leicht durch einen localen Druck auf die Venen gelingt, weil man sofort weiss, dass der peripher gelegene Venentheil voll und geschwellt, während das centrale Venenstück leer und flach ist. Auch aus der Ramification der Venen, wo solche an der Haut sichtbar sind, kann man auf die Richtung des Venenverlaufes zuweilen, aber nicht immer schliessen. Gewöhnlich ist der Lauf der Venen gegen den Winkel, in welchem zwei Venen zusammenstossen, und nur selten geschieht es, dass der Lauf ein entgegengesetzter wird durch eine dichotomische Theilung der Venen, wie an der Vena mediana. Niemals jedoch darf eine Vene am Halse zu Transfusionszwecken eröffnet werden, weil die Gefahr der Ueberfüllung des rechten Herzens

und des Shoks kaum geringer anzuschlagen ist, als die Gefahr des tödtlichen Lufteintrittes in die Vena jugularis externa.

Was nun die Eröffnung der Vene selbst anlangt, so ist es auffallend, dass die Mehrzahl der Autoren die Vene nicht mit dem Messer oder der Scheere, sondern mit dem Troikart eröffnet (E. von Gräfe¹⁾, Martin²⁾, Demme³⁾, Mancoq⁴⁾, Braune⁵⁾, Eulenburg und Landois⁶⁾, Uterhart⁷⁾ und Andere). Fragt man nach dem Grund dieses chirurgisch nicht ganz correcten Vorganges, so muss man antworten, dass alle die genannten Autoren unter dem Eindrucke der „Gefahr im Verzuge“ stehen, dass sie daher in ihrer Operationstechnik eine Hast zur Schau tragen; sie halten es daher für eine Zeitersparniss anstatt der zwei Momente, die Eröffnung der Vene und Einführung einer Canüle in die geöffnete Vene, nur ein Moment, das Einstechen eines Troikart in die Vene zu bedürfen. Ich habe schon oft darauf hingewiesen, dass es sich durchaus nicht um Secunden oder Minuten bei der Transfusion handelt, dass man im Gegentheil in allen indicirten Fällen Zeit genug besitzt, die Transfusion nach allen Regeln der Chirurgie zu machen. Es drängt sich hierbei unwillkürlich der Vergleich mit der Laryngotomie auf. Wenn irgendwo, so ist bei dieser Operation Gefahr im Verzuge, und es hat auch für diese Operation eine Anzahl Chirurgen gegeben, welche die Eröffnung der Luftröhre durch Einstich von aussen in einem Tempo ausführten. Gegenwärtig ist diese Methode ganz aufgegeben, ich kenne keinen Chirurgen, der die Laryngotomie aus Hast, um Zeit zu ersparen, in einem Tempo ausführen würde; es ist auch allgemein bekannt, dass, wenn während der Operation auch das Athmen aufhört, man ruhig die Operation vollenden und durch künstliches Athmen doch das gewünschte Operationsresultat erzielen kann. Ganz so ist es bei der Transfusion. Auch bei der acuten Anämie hat man Zeit, die Operation

1) E. v. Gräfe, Diss. de novo infusionis methodo. Berol. 1817.

2) Ed. Martin, Ueber die Transfusion bei Blutungen Neuentbundener. Berlin 1817. S. 84.

3) H. Demme, Die Transfusion in ihrer Bedeutung für Militärchirurgie. Vortrag bei Gelegenheit des schweizerischen Officierfestes am 18. August 1862. Schweizer Militärzeitung 1862. S. 456.

4) Mancoq, Thèse de Paris. 1864.

5) W. Braune, Ein Beitrag zur Technik der Transfusion. Langenbeck's Archiv. 1865. S. 648.

6) Eulenburg und Landois, Die Transfusion des Blutes. Abdruck aus der Berl. klin. Wochenschrift 1865.

7) Uterhart, Berliner klinische Wochenschrift 1870.

in allen ihren Details lege artis auszuführen, wenn auch der Verblutete ohnmächtig oder gar scheinodt ist; so lange das Centralnervensystem seine Irritabilität nicht ganz eingebüsst hat, hat man Zeit die Transfusion zu machen, wenn auch Stunden seit der Blutung verflossen sind; wenn diese Irritabilität aber erloschen ist, dann nützt eben keine Hast, dann ist es zu spät. Ich möchte nicht missverstanden werden, ich spreche der Verzögerung und dem Zeitverlust bei der Transfusion durchaus nicht das Wort, aber ich muss auch für diese Operation die nöthige Muse in Anspruch nehmen und kann nicht zugeben, dass, um einige Secunden an Zeit zu ersparen, eine Methode angewendet werde, die geeignet ist die Ausführung der Operation zu vereiteln und das Leben des Operirten zu gefährden. Man überzeuge sich nur, wie leicht der Troikart in die hintere Venenwand eindringen und wie leicht überhaupt das Lumen der Vene verfehlt werden kann, und ich glaube, dass schon dieser Operationsact, die Eröffnung der Vene mit dem Troikart, geeignet ist, viele Chirurgen von der Transfusion abzuhalten. Ich bin gegen die Application des Troikarts zur Eröffnung der Vene und kann daher von einer Kritik der verschiedenen Troikarts ganz absehen. Ich halte die künstliche Eröffnung der Vene und das Einlegen einer geeigneten Canüle in die geöffnete Vene für die einzige correcte Methode, und weil Billroth¹⁾ mit seiner gewichtigen Autorität diesen Act für schwierig erklärt, so möge dieser Operationsact genauer beschrieben werden, als dies ursprünglich beabsichtigt wurde.

Es herrscht vielfach die Ansicht, das Auffinden der Venen bei acuter und chronischer Anämie sei sehr schwierig, weil man mit dem Begriff der Anämie einen Zustand starker Contraction der Venen verbindet, eine Vorstellung, die nicht ganz richtig ist. Zunächst muss man festhalten, dass die Weite und Völle der Venen hauptsächlich von dem Widerstande zur Fortbewegung des Blutes abhängt, und dass bei acuten und chronischen Anämien, wo die Herzkraft erlahmt, die Venen weit und voll zu sein pflegen; auch ist der histologische Bau der Venen ein derartiger, dass beim Abfluss des Blutes die Vene sich nicht zusammenzieht, sondern zusammensinkt, sich abplattet, und ich möchte darauf hinweisen, dass ich bei der sehr grossen Zahl von Transfusionen, die ich bei Anämischen ausgeführt habe, nur etwa 2 oder 3 Mal sehr enge, sonst

1) Billroth, Ueber einige chirurg. Zeit- und Tagesfragen. Wiener med. Wochenschrift 1875.

aber Venen von normaler und einige Mal von grosser Weite gefunden. Bei zarter durchscheinender Haut kann man die Venen durch die Haut hindurchsehen oder wenigstens erkennen, wenn jedoch die Haut dick und derb, fahl oder stark pigmentirt ist, dann ist freilich keine Spur von den unter der Haut verlaufenden Venen zu entdecken, und diese Fälle sind es, welche den Chirurgen vorgeschwebt haben mögen, als sie die Eröffnung der Vene für einen schwierigen Theil der Transfusion erklärten. Diese Schwierigkeit ist jedoch leicht zu beseitigen; man braucht blos die Haut in der Richtung der Vene zu trennen, um die früher unsichtbare Vene voll und breit vor sich zu sehen. Auch an der blossgelegten Vene ist die Anwendung des Troikart unzweckmässig, und ist dieselbe durch den Schnitt zu eröffnen. Ein Längsschnitt würde zwar für die nachträgliche Heilung der Vene am günstigsten sein, aber dieser Schnitt erschwert das Einführen der Canüle ausserordentlich, ich habe es am zweckmässigsten gefunden, die blossliegende Vene an ihrer vorderen Fläche mit einer Augenpincette in einer Falte zu erheben und mit einer feinen (Augen-)Scheere einen < förmigen Schnitt zu machen. Dieser lappenförmige Schnitt wird die Einführung der Canüle in die Vene sehr erleichtern. Man braucht nur den Lappen mit der Fischer'schen Pincette zu erheben, um in das Lumen der Vene hineinschauen zu können, und wenn die Oeffnung zu klein ist, braucht man blos die eine oder andere Kante des Lappens ein wenig zu erweitern. Anstatt der Augenpincette kann man sich auch eines feinen Häkchens bedienen, welches man in die Vene einhakt; dann hebt man die Vene faltenartig empor und schneidet mit der Scheere ein. Bei diesem minutiösen Acte ist es wichtig, sich von der vollständigen Durchtrennung der Venenwand zu überzeugen, weil man sich bei collabirten Venen über diesen Punkt sehr leicht täuschen kann. Ich habe früher die Vene sorgfältig isolirt von ihrer Unterlage erhoben und zwei Fäden wie zur Ligatur unter dieselbe gelegt, unterliess jedoch später diese Manipulation als entbehrlich. — Ich verwende ausschliesslich Hartgummi zur Venencanüle.

In Fig. 1 (Taf. VI u. VII) ist meine Venencanüle *C* in natürlicher Grösse im Durchschnitte dargestellt. Man erkennt aus der Zeichnung die sanfte Krümmung und das allmähliche Dickerwerden der Canüle gegen das von der Vene abgewendete Ende derselben. Zu dieser Canüle *C* gehört der Dorn *D*, welcher das Lumen derselben vollständig auszufüllen vermag. Beim Einlegen der Canüle in die Vene steckt der Dorn in der Canüle und verwandelt dieselbe gleichsam in einen massiven, nicht durchbohrten Stab. Eine solche mit

einem Dorn versehene Canüle kann beliebig lange in der Vene liegen und daselbst bleiben, ohne einen Tropfen Blut ausfliessen zu lassen und ohne Reizung der Vene zu erzeugen. Sie braucht auch nicht in die Vene eingebunden zu werden, sondern bleibt daselbst ruhig liegen bis zum Beginn der Bluteinleitung, wo dann der Dorn ausgezogen wird. Die Canüle füllt sich dann von selbst durch das rückläufige Blut, oder die Füllung wird durch sanftes Streichen der Vene in rückläufiger Richtung bewirkt. Die Ausführung dieses Operationsactes ist in Kürze folgende: Der Kranke wird gegen den Rand des Bettes gelagert, der Arm stark abducirt, der Operateur steht, wenn am rechten Arm operirt wird, an der äusseren Seite, wenn am linken, an der inneren Seite des Armes. Wenn die Haut durchscheinend ist, so wird dieselbe über der zur Transfusion gewählten Vene in eine Falte erhoben, die senkrecht zur Richtung der Vene steht, und mit einem Spitzbistouri von der Basis gegen den freien Rand der Falte in der Ausdehnung von 3 Cm. gespalten wird. Wenn die Vene nicht durch die Haut hindurch gesehen oder erkannt wird, dann sucht man durch Herabhängenlassen des Armes oder durch eine constringirende Binde oberhalb, d. i. centralwärts von der Wahlstelle die Vene kenntlich zu machen; wenn dies nicht gelingt, dann braucht man blos beiläufig in der Richtung der gewählten Vene eine Falte zu erheben und durchzuschneiden, die Ränder klaffen dann stark auseinander, und innerhalb des Spalt- raumes in der Haut, den man durch Verschieben des einen oder des anderen Spaltrandes ziemlich vergrössern kann, findet man sicherlich die gesuchte Vene. Diese kann so, wie sie ist, mit einer Fischer'schen Pincette oder einem feinen Häkchen erfasst, erhoben und mit einer feinen Scheere eingeschnitten werden, man kann aber auch die Vene an ihrer oberen Fläche vom Bindegewebe befreien, und ängstliche Chirurgen mögen die Vene an einer Stelle in ihrem ganzen Umfange isoliren. So viel steht fest, je weniger die Vene von ihrem schützenden und ernährenden Bindegewebe entblösst wird, desto unbedeutender ist die Venenverletzung. In die lappenförmige Venenwunde wird die mit dem Dorn montirte Canüle eingelegt und soweit vorgeschoben, bis die Venenöffnung durch den dickeren Theil der Canüle verschlossen ist. Ich habe in der letzten Zeit gar keinen Faden gebraucht. Ein sanftes Berühren mit dem Finger reicht hin, um die Canüle an Ort und Stelle zu erhalten.

Der hier geschilderte Operationsact zur Eröffnung der Vene bleibt für alle Methoden der venösen Transfusion gleich; die wei-

teren Operationsacte sind nach den verschiedenen Transfusionsmethoden verschieden und müssen daher einzeln besprochen werden.

Wir beginnen mit der Transfusion mit defibrinirtem Blute und haben zunächst den Defibrinationsact zu schildern. Die Vorbereitungen hierzu sind äusserst einfach. Man braucht blos warmes Wasser von einer Temperatur von 36—37° C., eine Porcellanschale, ein Stäbchen aus weichem Holz, ein Becherglas, einen Trichter und einen alten rein gewaschenen feinen Leinwandlappen. Man beginnt damit, den Blutspender niedersetzen, den Arm in geeigneter Stellung stützen oder halten zu lassen. Man umschnürt den Arm oberhalb des Ellenbogengelenks mit einer Binde und öffnet eine der angeschwollenen Venen in der Ellenbogenbeuge nach den bekannten Regeln. Der venöse Blutstrahl wird in einer im Wasserbad stehenden Porcellanschale aufgefangen und sofort mit dem Holzstabe umgerührt. Ich habe früher trockene Besenruthen, einen metallenen Schaumquirl oder einen Glasstab verwendet, in der letzten Zeit jedoch habe ich aus weichem Tannen- oder Fichtenholz, wie es in jeder Küche zu finden ist, mir einen Stab geschnitten, der 30 bis 40 Cm. lang, 2—3 Cm. breit und 1 Cm. dick war, und denselben zur Defibrination verwendet. Mit diesem Stabe wird das Blut in der Porcellanschale stets nach einer Richtung bewegt, in 3—7 Minuten hat sich der Holzstab an seinem unteren Ende mit Faserstoffgerinnsel bedeckt. Das Blut aus der Vene lässt man so lange fließen, bis man 6—8 Unzen aufgefangen hat; dann wird die Aderlasswunde mit dem Finger geschlossen und verbunden, während das Blut in der Porcellanschale noch immer geschlagen wird. Wenn sich kein Fibrin mehr ausscheidet (was freilich nur approximativ beurtheilt werden kann, aber für die Transfusion reicht die beiläufige Schätzung hin), dann wird das Blut in ein im 36—37 gradigem Wasserbade stehendes Becherglas hineingeseiht. Am besten ist es, in das Becherglas einen Trichter hineinzuhängen, in welchem die Leinwand als Filter ausgebreitet ist. Man kann übrigens die Leinwand direct über das Becherglas breiten und das Blut filtriren. Wenn man den Holzstab nicht nur gedreht, sondern mit demselben das Blut geschlagen hat, dann anthält es sehr viel Schaum, welcher den Filtrirungsprocess verzögert. Wenn man sich verleiten lässt, um die Colatur zu beschleunigen, das Blut durch das Leinwandsieb durchzupressen, dann presst man viele Luftblasen mit, was nicht zu empfehlen ist. Der Defibrinationsact inclusive des Durchseihens erheischt 15—20 Minuten; in dieser Zeit kann man auch ohne geschulte Assistenz das Blut defibrinirt und zur Einspritzung fertig

haben; unter günstigen Verhältnissen kann dieser Act in 5 Minuten beendet sein. Es ergibt sich daraus, dass der Vorwurf des grossen Zeitverlustes beim Defibrinationsact ganz unbegründet ist.

Wir kommen nun zum letzten Act, zur Ueberleitung des defibrirten Blutes in die Vene, resp. in die in die Vene eingelegte Canüle. Dazu wurden sehr verschiedene Hilfsmittel angewendet, und zwar wurde Anfangs das einfachste und überall zu beschaffende Instrument, die gewöhnliche Spritze, verwendet. Dieselbe muss erwärmt, langsam gefüllt, nach der Füllung von etwa vorhandenen Luftblasen befreit und dann langsam in die Vene entleert werden. Man kann in der That auf diese Art ganz tadellose Transfusionen ausführen, aber theils wegen der wenig günstigen Resultate, theils aber aus dem Streben, die Operationstechnik zu vereinfachen und die Gefahr des Lufteintrittes in die Vene verhüten zu können, wurde die einfache Spritze vielfach modificirt und ganz verlassen. Die erste Neuerung bestand in der Abschaffung des Metalles sowie jeder undurchsichtigen Substanz als Spritzenmaterial. Der Körper der Spritze sollte aus Glas und nur die Montirung, die Einfassung durfte aus Metall oder Hartgummi sein. Eine solche Spritze zeigt etwa vorhandene Luftblasen, die dann mit Sicherheit entfernt werden können.

H. Demme¹⁾ hat die Spritze dahin zu verbessern gesucht, dass er eine solche verwendet, die gleichzeitig Saug- und Druckpumpe ist (Fig. 2 Taf. VI u. VII). Das obere Ende der Spritze enthält zwei nach entgegengesetzter Richtung sich öffnende Kegelventile; wenn daher die Spritze einmal mit Blut gefüllt ist, kann sie beliebig oft entleert und wieder gefüllt werden, ohne dass Luft in die Spritze eindringen könnte.

Eulenburg und Landois²⁾ haben ihre Spritze (Fig. 3 Taf. VI u. VII) mit einem sog. Luftfänger (*L*) verbunden. Es ist dies eine $1\frac{1}{4}$ Zoll lange Metalltrommel von elliptischem Querschnitte; die Höhe der Ellipse beträgt $1''$, die Breite $\frac{3}{4}''$. An diesen Luftfänger wird die Spritze hart am oberen Rande der Metalltrommel angesetzt, und das Ausflussrohr befindet sich an dem unteren Rand der entgegengesetzten Fläche der Metalltrommel. Wenn daher auch wirklich Luftblasen in der Spritze sein sollten, so bleiben dieselben an der höchsten Stelle, während das Blut von der tiefsten Stelle der Trommel, also luftfrei in die Vene einströmt.

1) l. c. und in Schmidt's Jahrb. 1863. Bd. 118. S. 316. Es soll hierbei vom Nadelapparat, den Demme bei seiner Spritze verwendet hat, ganz abgesehen werden. 2) l. c. S. 63.

Uterhart¹⁾ hat dieselbe Idee, die Luftblasen nach oben zu führen und das Blut unten austreten zu lassen, dadurch ausgeführt, dass er an einer gewöhnlich montirten Glasspritze das Ausflussrohr excentrisch gegen den Rand der Spritze verlegt hat (Fig. 4 Taf. VI u. VII). Wenn nun die Spritze so gehalten wird, dass das Ausflussrohr unten zu liegen kommt, so kann eine etwa vorhandene Luftblase, weil dieselbe sich nach aufwärts erhebt, nicht mit dem Blute eingespritzt werden. Graily Hewitt hat dasselbe Ziel dadurch erreicht, dass er eine unter einem rechten Winkel bogenförmig abgebogene Venen-cantile verwendet hat, dadurch muss die gewöhnliche Glasspritze bei der Operation vertical gehalten werden, die Luft steigt daher zum Spritzenstempel empor und gelangt nicht in die Vene.

Mosler²⁾ hat eine Spritze construiert, die 270 Ccm. Flüssigkeit fasst, und eine nach Cubikcentimeter getheilte Scala trägt. Der Stempel kann durch Zug und durch Schraubendrehungen bewegt werden. Man sieht in Fig. 5 (Taf. VI u. VII) bei *a* eine Vorrichtung, die in der nebenstehenden Figur *A* und *B* vergrößert gezeichnet ist, und erkennt leicht, dass, wenn die Hebel *h* in den Figuren *A* und *B* geschlossen sind, der Stempel nur durch Schraubendrehung, wenn sie geöffnet sind, nur durch Zug bewegt werden kann. Der Vortheil dieser Spritze ist ihre Festigkeit, ihre sorgfältige Construction, die Möglichkeit, sehr langsam zu transfundiren, das Maass der eingespritzten Flüssigkeit sehr genau ablesen zu können und die Canüle nicht in die Vene einbinden zu müssen.

Braune³⁾, der Anfangs auch die Spritze anwendete, fürchtet, dass von dem geölten Stempel Oeltröpfchen ins Blut kommen und dort Embolien erzeugen könnten, er verlässt daher die Spritze und wendet den hydrostatischen Druck einer 1' hohen Blutsäule an (Fig. 6 Taf. VI u. VII).

Mit Richardson's⁴⁾ Vorschlag ist ein bedeutender Fortschritt in der Technik der indirecten Transfusion geschehen. Richardson hat anstatt der mechanischen Kraft mit dem Spritzenstempel den Druck comprimierter Luft als bewegende Kraft zu verwenden empfohlen. Fig. 7 (Taf. VI u. VII) zeigt seinen Apparat: In ein geschlossenes Cylinderglas, in welchem das defibrinirte Blut enthalten und das mit einem Kautschukgebläse verbunden ist, wie es zur localen Anästhesie

1) l. c. Seite 651.

2) Mosler, Ueber Transfusion defibrinirten Blutes bei Leukämie und Anämie. Berlin 1867.

3) v. Langenbeck's Archiv. Bd. VI. S. 648 ff.

4) Neudörfer, Handbuch, Anhang. S. 144.

verwendet wird, wird Luft eingepresst, welche das Blut mit einer gewissen Kraft in Bewegung zu setzen vermag. Der Lufteintritt in die Vene wird dadurch verhütet, dass sich ein Kautschukballon, wenn der Flüssigkeitsspiegel bis nahe zur Ausflussöffnung gesunken ist, in den Hals des an dieser Stelle verengten Glases einkeilt und den Luft- und Blutaustritt zu gleicher Zeit unmöglich macht.

Belina-Swiontovski¹⁾ wendet das Richardson'sche Princip des Luftdruckes als treibende Kraft in der Weise an, dass er das defibrinirte Blut in eine umgekehrte Flasche gibt (Fig. 8 Taf. VI u. VII); das umgekehrte, nach unten sehende schmale Ende der 300 Ccm. fassenden Flasche ist durch ein Kautschukrohr mit einem Troikart in Verbindung, der bestimmt ist, die Vene zu öffnen, und durch dessen Cantile das defibrinirte Blut in die Vene geleitet werden soll. Das obere breite Ende, der frühere Boden der Flasche, ist mit einem Kautschukballon in Verbindung, welcher durch seine zwei Ventile den Dienst einer Compressionspumpe versieht. So oft man den Kautschukballon, der in der Hohlhand ruht und von derselben umspannt wird, comprimirt, wird Luft in den von Blut freien Raum der Flasche hineingepresst, und dieser Luftdruck treibt eine Quantität Blut in die Vene; eine in Cubikcentimeter eingetheilte Scala lässt die Quantität des transfundirten Blutes genau erkennen.

Gesellius²⁾, der an dem Apparat von Belina viel auszusetzen hat, unter Anderem die Unbequemlichkeit desselben und hauptsächlich seine grosse Gefährlichkeit, wenn der Apparat durch Unvorsichtigkeit des Chirurgen geneigt wird, wo dann die Luft mit grosser Gewalt in die Vene eindringen soll, hat einen Apparat, allerdings nicht für defibrinirtes, sondern für ganzes Blut construirt, der aber doch hier besprochen werden mag. Er combinirt für die Transfusion den hydrostatischen mit dem Luftdruck durch das Richardson'sche Kautschukgebläse. Fig. 9 (Taf. VI u. VII) stellt seinen Apparat dar. Es ist ein cylindrisch, unten konisch verlaufendes graduirtes Gefäss, umschlossen mit einem doppelten Mantel aus gummirter weisser Seide, welcher mit Wasser von 37° C. erfüllt ist. Das Glas ist mit einem Deckel hermetisch verschlossen und mit einem Kautschukgebläse verbunden. So lange das Blut durch den hydrostatischen Druck in die Vene fliesst, so lange wird von dem Gebläse kein Gebrauch gemacht; wenn aber die Widerstände in der Vene wach-

1) Die Transfusion des Blutes in physiol. und medic. Beziehung. Heidelberg 1869. S. 123.

2) Gesellius, l. c. S. 16, 17 u. 97.

sen, dann werden dieselben durch das Gebläse auf sichere Art überwunden.

Ich selbst habe die Operation mit defibrinirtem Menschenblut mehr als 50 Mal ausgeführt; ich habe dieselbe mit verschiedenen Spritzen, mit dem originalen Richardson'schen Apparat, mit dem von Leiter construirten Transfusionsapparat¹⁾. (In Fig. 10. Taf. VIII u. IX stellt *P* eine Pumpe im Durchschnitt dar, die als Saug- und Druckpumpe wirkt, je nachdem sie, wie in der Zeichnung, oder umgekehrt auf die Flasche *F* gesetzt wird; *o* und *v* sind die Ventile, welche durch ihr Spiel Luft in den Kanal *k k* hineintreiben oder herausziehen, wodurch eine in der Flasche *F* befindliche Flüssigkeit durch die Röhre *r* herausgepresst oder eingesaugt wird), mit einer Spritzenflasche und mit einer Wulf'schen Flasche mit Hülfe eines Gebläses ausgeführt, leider auch zweimal anstatt des Kautschukgebläses mit dem grossen Hering'schen Injectionsapparat gemacht. Ich habe gewöhnlich 4 bis 5 Unzen Blut transfundirt, nur ausnahmsweise bin ich bis 11 Unzen gestiegen. Ich habe meine Transfusionen mit einem 37 gradigen, aber auch bis 20° abgekühlten Blute gemacht. Bei diesen Versuchen hat sich mir die nachfolgende Ueberzeugung aufgedrängt: „Die Transfusion mit defibrinirtem Blute ist viel leichter für den Chirurgen als jede andere auszuführen; der Defibrinationsact verzögert und erschwert die Operation nicht. Man kann ohne Nachtheil für den Kranken eine gewöhnliche gut schliessende reine Glas- oder selbst Metallspritze verwenden, aber man kann auch ebenso gut einen der hier geschilderten Apparate benutzen, wenn man sich nur über die wirklichen Gefahren bei der Transfusion klar ist und nicht den Tenor auf eingebildete Gefahren legt. Solche eingebildete Gefahren sind das Eindringen einer einzigen Luftblase in die Vene, denn nur um eine solche kann es sich bei der Transfusion handeln, wenn man einen gut schliessenden Apparat besitzt und die Cautelen beobachtet, wie sie bei jeder Arbeit mit der Spritze zu Injectionspräparaten nöthig sind. Ich kann, wenn ich meinen Beobachtungen an Thieren und Menschen trauen darf, den Eintritt einer Luftblase in eine Vene der Extremitäten nicht als lebensgefährlich bezeichnen; ich halte im Gegentheil ein solches Ereigniss für vollkommen harmlos, will aber damit durchaus nicht gesagt haben, dass der Lufteintritt bei der Transfusion gestattet sei, die

1) Der hier abgebildete Transfusionsapparat von Leiter ist eine Pumpe aus Hartgummi, die nach Belieben saugt und drückt, und ist dem Kautschukgebläse vorzuziehen; ich habe mit diesem Apparat 6 Transfusionen ausgeführt und kann demselben nur Gutes nachsagen.

exacte Ausführung der Operation erheischt es vielmehr keine Luftblase in die Vene gelangen zu lassen, und es ist dies auch bei der Transfusion mit der gewöhnlichen Spritze mit Leichtigkeit und Sicherheit zu erzielen. Auch in der Abkühlung des transfundierten Blutes (bis 20° C.) konnte ich keine Gefahr für den Kranken wahrnehmen. Dagegen liegt in der Continuität des transfundierten Blutes sowie in der Grösse des Druckes und der Geschwindigkeit, mit welcher das defibrinirte Blut ins rechte Herz getrieben wird, eine grosse Gefahr für den Blutempfänger, entweder durch den Shok oder durch die deletäre Wirkung auf das Centralnervensystem in wenigen Stunden nach der Operation zu Grunde zu gehen. Beide Fälle, bei denen ich als Motor den Hering'schen Injectionsapparat anwendete (mit der Druckeinstellung einer halben Atmosphäre), sind in Folge der Operation, d. h. des continuirlichen grossen Druckes, in den ersten 24 Stunden nach der Operation tödtlich verlaufen. Wenn man nur sehr langsam transfundirt, dann bleiben in der Regel die stürmischen Erscheinungen der Transfusion aus und ich möchte es als Ideal einer Transfusion betrachten, wenn dieselbe so langsam ausgeführt wird, dass in der Minute nur 15—20 Grm. Blut ins Herz gelangen, während die Vollendung der Transfusion in einer Minute, d. h. die Einleitung von 150—200 Grm. Blut ins Herz in einer Minute sehr bedeutende Gefahren für den Kranken haben kann, und es muss hier ausdrücklich erwähnt werden, dass alle jene Transfusionsapparate, welche die Aufgabe haben, die Transfusion in sehr kurzer Zeit zu vollenden, wie sinnreich auch ihre Construction ist, nicht als Fortschritt der Transfusionstechnik aufzufassen, vielmehr zu verwerfen sind.

Von den Apparaten, welche den Druck der comprimierten Luft als Motor benutzen, d. h. von den von Richardson, Belina, Gesellius und Leiter construirten Transfusionsapparaten muss ich dem von Leiter construirten den ersten Rang anweisen, während der von Belina den letzten Platz einnimmt, weil derselbe (neben den gewichtigen Einwendungen, die Gesellius erhebt) noch den grossen Nachtheil hat, an den Troikart gebunden zu sein, und weil bei der Anwendung eines einzigen Kautschukballons der Blutdruck stossweise erfolgt, während bei dem Kautschukgebläse mit zwei Kautschukballons, wie es Richardson vorgeschlagen hat, der Druck ein gleichförmiger ist. Dem Apparate Richardson's kann ich gleichfalls nicht das Wort sprechen, weil bei demselben zu viel

Blut verloren geht, denn die unterhalb der Einschnürung des Glases befindliche Blutquantität ist todte Masse, die nicht verwendet werden darf, auch ist die Reinigung des Apparats sehr umständlich und als schwierig zu bezeichnen. Bei dem Apparate von Gesellius ist der theure gummirte Seidentüberzug, welcher dazu dient, das Blut warm zu erhalten, ganz entbehrlich, weil das Glas an und für sich ein schlechter Wärmeleiter ist; wenn derselbe daher vor der Operation warm gemacht wird, so hält er das warme Blut für die Dauer der Transfusion warm genug; übrigens hat es gar keine schlimmen Folgen, wenn das um einige Grade unter die Blutwärme abgekühlte Blut transfundirt wird. Auch der Apparat von Braune (Fig. 6) ist nicht empfehlenswerth, weil derselbe, wie man sieht, nicht sehr handlich ist, weil man bei demselben den Druck nicht steigern kann, und weil mit dem Abfluss des Blutes der Druck sinkt; wenn man daher den hydrostatischen Druck als Triebkraft verwenden will, dann ist es besser, einen Apparat anzuwenden, der nach dem Princip des Esmarch'schen Irrigators construirt ist d. i. ein graduirtes Glasgefäß, welches an seinem unteren Ende mit einem meterlangen, dünnen Kautschukschlauch verbunden ist, den man nach Belieben heben und senken, dadurch den Transfusionsdruck steigern oder vermindern kann. Die Cautele gegen den Eintritt von Luft ist ganz dieselbe, wie bei der Braune'schen Röhre. Legt man Gewicht auf eine langsame und vollständig gleichförmige Einleitung des defibrinirten Blutes in die Vene, mit Ausschluss von Stößen, so kann man sehr leicht einen sogenannten automatischen Transfusor auf folgende Weise construiren oder selbst improvisiren: Eine Wulf'sche Flasche oder ein Glaskolben von der Form einer Spritzflasche und der Grösse von 500 Cem. bis zu einem Litre wird mit einem doppeltdurchbohrten Kautschuk- oder dichten Korkstöpsel verschlossen. Durch den Stöpsel gehen zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren hindurch, von denen eine nahe unter dem Stöpsel endet, während die zweite bis auf den Boden des Gefäßes reicht. Dieser Glaskolben ist bestimmt, das zu transfundirende defibrinirte Blut aufzunehmen. Ein zweites Glasgefäß von beliebiger Form und Grösse ist gleichfalls durch einen doppelt durchbohrten Stöpsel verschlossen, durch welchen wieder zwei Glasröhren hindurchgehen, von denen die eine, rechtwinklig gebogen, nahe unter dem Stöpsel endet, während die zweite gerade oder rechtwinklig gebogen bis zum Boden des Glasgefäßes reicht. Werden nun die beiden nahe unter dem Stöpsel endenden rechtwinklig gebogenen Glasröhren mit einander durch ein Kautschukrohr verbunden, wird ferner das gerad-

linig bis auf den Boden der Flasche reichende Glasrohr mit einem Wasserreservoir, am besten mit einem gewöhnlichen Irrigator verbunden, so wird, sobald man den Quetschhahn lüftet, das Wasser aus dem Irrigator in das Glasgefäß einströmen und die Luft verdrängen, welche in den communicirenden mit defibrinirtem Blut theilweise erfüllten Kolben überströmt und das Blut durch die zweite bis zum Boden reichende rechtwinklig abgebogene Glasröhre herausdrückt; wird nun das freie Ende dieser Glasröhre mit einem Kautschukrohr verbunden, welches an seinem freien Ende ein Ansatzstück trägt, bestimmt zur Aufnahme oder Einfügung unserer früher beschriebenen Venencanüle (Fig. 1), so wird die Transfusion von selbst fortgehen, so lange Blut vorhanden ist. Es braucht nicht erst weitläufig erörtert zu werden, wie man sich bei diesem automatischen Transfusor gegen jeden Lufteintritt schützen kann; aber erwähnt muss es werden, dass man bei diesem Apparat es ganz in seiner Gewalt hat, durch Regulirung der Geschwindigkeit des einströmenden Wassers, durch Heben und Senken des Wasserreservoirs sowie durch die beliebige Wahl des Querschnittes des als Windkessel dienenden Gefässes, den Transfusionsstrom zu beschleunigen oder zu verzögern, wobei der Transfusionsdruck aber immer gleichförmig wirkt. Die Fig. 11 (Taf. VIII u. IX) stellt einen solchen improvisirten automatischen Transfusor dar; in demselben stellt *I* den Irrigator, *W* den Windkessel und *F* die das defibrinirte Blut enthaltende Flasche dar.

Ich habe die Transfusionstechnik mit defibrinirtem Blute weitläufiger abgehandelt, weil es noch viele Chirurgen gibt, welche nur mit defibrinirtem Blute transfundiren wollen, weil ferner die Transfusion mit defibrinirtem Blut zum Ziele führen kann, wenn auch die Chancen für den günstigen Ausgang dieser Operation relativ gering, d. h. viel geringer als bei der Operation mit ganzem Blute sind; endlich, weil es, wie oben gezeigt wurde, Fälle gibt, wo die Transfusion mit defibrinirtem Blute die einzig zulässige ist.

Dieser Erörterung schliesst sich naturgemäss die Transfusion mit defibrinirtem Blute, anstatt in die Vene, in die Arterie an. Die Technik der arteriellen Transfusion, wie sie Hueter nennt, oder der Capillartransfusion, wie ich sie nenne (weil strenge genommen die Art. radialis sowie die Art. tibialis postica ja nur den Eingang in die Hand- und Fusscapillaren darstellen), kann mit allen früher geschilderten Apparaten ausgeführt werden, insofern dieselben für grosse Druckkräfte eingerichtet sind, und nur die Eröffnung der Arterie ist mit einer geringen Modification verbunden. Wie die Art.

radialis oder tibialis post. blosszulegen und zu isoliren ist. muss Jedem, der eine Transfusion ausführen will, geläufig sein, ich muss daher diesen Voract als bekannt und bereits geschehen voraussetzen. Ich nehme also an, die A. radialis oder tibialis post. sei blossgelegt und isolirt, dann wird ein doppelter Faden unter dieselbe gelegt und das centrale Ende, wie bei einer Continuitätsunterbindung, geknotet; unter dieser Ligatur wird die Arterie seitlich geöffnet, die früher (Fig. 1) geschilderte Canüle mit dem Dorn in die Arterie endständig eingeführt und daselbst eingebunden. Bevor man das defibrinirte Blut in die Canüle einpresst, muss der Dorn aus derselben ausgezogen werden. An der A. radialis kann und wird es häufig geschehen, dass sich ein negativer Druck in dem peripheren Endstück der Arterie einstellt, welcher Capillarblut durch die Canüle austreten lässt; in dieses einen Blutmeniscus zeigende freie Ende der in die Arterie eingebundenen Canüle wird das gleichfalls eine Blutkuppel tragende freie Ende des Transfusionsapparates eingefügt, wodurch gleichfalls jeder Lufteintritt in die Arterie ausgeschlossen ist; wenn aber ein solcher negativer Druck sich nicht einstellt, dann ist es nothwendig, nach Ausziehen des Dornes aus der Canüle dieselbe mit Flüssigkeit zu füllen; man bedient sich dazu am besten einer in eine feine Spitze ausgezogenen Glasröhre, in welche man defibrinirtes Blut aufsaugt; man kann aber auch eine zweiproc. Natronlösung oder eine halbproc. Kochsalzlösung verwenden, und aus dieser wird die Flüssigkeit in die Canüle hineingeblasen, die Luft wird durch die Flüssigkeit verdrängt und man hat wieder am freien Ende der Canüle einen prominenten Flüssigkeitsmeniscus, in den man dann wie früher das Endstück des Transfusors einführt. Ganz ebenso verfährt man, wenn man die Transfusion statt durch den Eingang zu den Capillaren, d. i. durch das Endstück einer Arterie, durch einen Hauptstamm einer Arterie, etwa in die Art. brachialis macht.

Ich gehe nun zur Transfusion mit ganzem Blut über. Während bei der Transfusion mit defibrinirtem Blut nur die indirecte Transfusion in Betracht kommt, ist bei der Transfusion mit ganzem Blute auch die Methode der directen Transfusion zu berücksichtigen. Auch hier geschieht die Eröffnung der Vene des Blutempfängers am besten so wie sie früher S. 587 geschildert wurde. Die einfachste Methode der indirecten Transfusion mit ganzem Blut ist wohl die mit Hülfe einer Spritze. Blasius, Mosler und Martin haben eigene Spritzen construirt, von denen [die von Martin ganz aus Glas ist, auch der Stempel, der jedesmal vor der Verwendung der Spritze

mit Baumwollfäden neu umwickelt wird. Bei deren Anwendung ist von einer Verunreinigung durch die Spritze nichts zu fürchten, dieselbe ist 7" lang, fasst reichlich 2 Unzen Blut, ist allenthalben durchsichtig und lässt das Vorhandensein einer Luftblase leicht erkennen und dieselbe vor der Operation beseitigen. Martin¹⁾ hat zur Eröffnung der Vene, die früher entblösst werden soll, einen mässig gebogenen Troikart; derselbe ist 4½" lang, an der Spitze 1½" breit und ¾" dick. Die Spitze des Troikarts ist vierkantig geschliffen, steht 2" vor der Oeffnung des silbernen Röhrchens hervor; der Griff ist 3" lang. Das Instrument ist in einem Bogen von 2" Radius gekrümmt. Spritze und Troikart sind in einem kleinen portativen Etui von 8" Länge und 2" Breite untergebracht. Ueber die Anwendung des Troikarts zur Veneneröffnung habe ich mich schon früher in ablehnendem Sinne ausgesprochen. Der Vorgang der indirecten Transfusion mit einer Spritze ist daher in folgender Weise auszuführen: Nachdem in die Vene des Blutempfängers die Canüle (Fig. 1) eingeführt worden ist, wird dem Blutspender lege artis eine Venäsection am Arm gemacht und das Blut in einem schmalen Becherglase aufgefangen, welches in einem Wasserbade von 37° C. steht. Eine gut schliessende Glasspritze, die auf circa 40° C. erwärmt worden ist, saugt stetig das Blut aus dem Becherglase auf; etwa mitgerissene Luftblasen werden aus der Spritze durch Vorstossen des Stempels beseitigt und an der Mündung der Spritze eine kuglige Vorwölbung aus Blut gelassen. Während dieser letzten Manipulation zieht ein Gehülfe den Dorn aus der Venencanüle, sucht dieselbe durch Streichen der Vene gegen die Stromrichtung oder durch eine in eine feine Spitze ausgezogene Glaspipette von aussen mit Blut zu füllen, bis das freie Ende dieser Canüle gleichfalls durch Blut kugelartig verschlossen ist. Die Mündung der von warmem Blut erfüllten, luftleeren und mit einem freien Blutstropfen endenden Glasspritze wird in den die Mündung der Venencanüle überragenden Blutstropfen eingeführt und der Stempel gleichmässig vorgestossen. Hierauf wird der Dorn in die Venencanüle eingeführt, die Spritze neuerdings gefüllt und in der früheren Weise entleert, so lange als das Blut flüssig und bis die gewünschte Quantität Blut eingeleitet ist. Man kann bei dieser Methode den Eintritt einer Luftblase absolut vermeiden. Nicht so einfach, als dies hier geschildert wurde, hat Blundell bei seiner Wiedererweckung der Transfusion in den Jahren 1819—1829 die indirecte Transfusion aus-

1) l. c. S. 84.

geübt. Blundell hat sich dazu eines complicirten Apparates bedient. Das zur Transfusion bestimmte Blut wurde in einem konischen Gefässe in einem grösseren Trichter aufgefangen; von der Spitze des Conus führte eine Röhre zu einem doppelt gebohrten stellbaren Hahne. Bei richtiger Stellung des Hahnes konnte das Blut in eine mit dem Hahne verbundene Spritze, die etwa $1\frac{1}{2}$ Unzen fassen konnte, durch Emporziehen des Spritzenstempels eingesogen werden; wurde dann der Hahn um 90° gedreht und der Spritzenstempel niedergedrückt, dann wurde das Blut in ein biegsames Ausflussrohr und von dort durch eine Venencanüle in die Vene des Blutempfängers gedrängt, und dieses Spiel der Pumpe in Verbindung mit der Steuerung des Hahnes sollte so lange wiederholt werden, bis die Transfusion beendet ist. Später hat Blundell seinen Gravitator construirt, welcher an Stelle des Spritzendruckes den hydrostatischen Druck als Triebkraft benutzt. Es ist dies ein Trichter, der in eine elastische Röhre mündet, die mit einem Hahne verschliessbar ist und von diesem kann das Blut in die silberne Canüle hineingepresst werden. — C. v. Gräfe und Sotteau haben nur unwesentliche Veränderungen an dem Blundell'schen Apparat angebracht. Im Jahre 1853 legte Mathieu der Akademie der Wissenschaften in Paris zwei neue Transfusions-Instrumente vor, die Bouley¹⁾ in einem Bericht, den er zur Schlichtung eines Prioritätsstreites zwischen Mathieu und Mancoq schrieb, mit folgenden Worten schildert: „Dans le premier le moteur du liquide n'était autre qu'une sphère en caoutchouc vulcanisé, qui revenait sur elle même après avoir été comprimé. Le mémoire fait connaître le mécanisme nécessaire, pour que le liquide introduit par un tube ne puisse pas y refluer et suivre le courant de l'autre d'où son reflux est également impossible.“ Dieser Mechanismus besteht in zwei nach einer Richtung sich öffnenden Kegelventilen, die das Instrument zu gleicher Zeit als Saug- und Druckpumpe wirken lassen, „dans le second appareil le jeu de la vessie en caoutchouc était remplacé par un corps de pompe destiné à imprimer le mouvement de sang de la veine qui le verse dans celle qui doit le recevoir“, und im Jahre 1866 legte er der Akademie einen dritten Apparat vor. Derselbe besteht aus einem Trichter zur Aufnahme des Aderlassblutes; dieser Trichter communicirt durch eine nach aussen und unten sich öffnende Klappe mit einem gläsernen Pumpenstiefel, der Stempel der Pumpe trägt einen Kanal, der sich in eine elastische Röhre fortsetzt. Wenn

1) Comptes rendus 1874. No. 18. 4. Mai. p. 1268.

der Stempel der Pumpe nach abwärts geht, fließt das Blut aus dem Trichter in die Pumpe; wenn der Stempel nach aufwärts bewegt wird, so wird das Blut in den Stempelkanal und in das mit demselben verbundene elastische Rohr hineingepresst und von da in die Vene übergeführt. Es ist überflüssig, in eine Kritik dieser Apparate einzugehen, da sie in der That nichts voraus haben vor der indirecten Transfusion mit der Glasspritze als ihren complicirten Bau.

(Fortsetzung folgt.)
