

V.

Ueber den Einfluss der Kochsalzinfusion auf den verbluteten Organismus im Vergleich mit anderen zur Transfusion verwendeten Flüssigkeiten.

Von Dr. von Ott aus St. Petersburg.

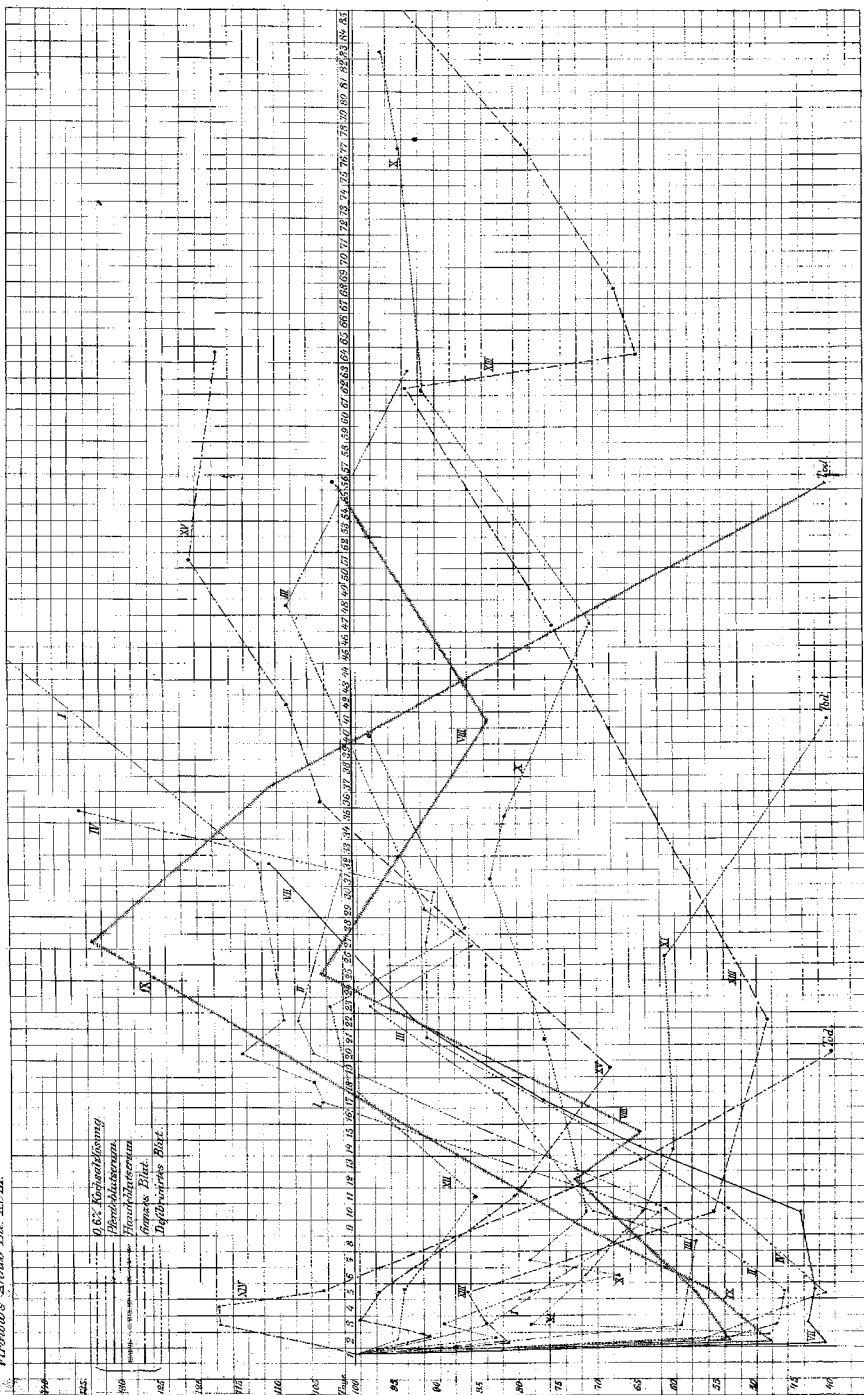
(Hierzu Taf. IV—V.)

(Aus dem pathologischen Institut zu Leipzig.)

I.

Die Infusion einer wässrigen Kochsalzlösung in das Blutgefäßsystem hat im Gegensatz zur Bluttransfusion eine nur ganz kurze Geschichte hinter sich. Wenn die letztere eine Vergangenheit von ein paar hundert Jahren aufzuweisen vermag, so beträgt das Lebensalter der Kochsalzinfusion kaum ebensoviele Jahre. Der Erste, der die Infusion von Kochsalzlösung bei einer experimentellen Untersuchung ausführte, war Cohnheim¹⁾. Er hat Versuche mit Fröschen angestellt, denen in das centrale Ende der freigelegten V. abdominalis eine 0,75 pCt. wässrige Kochsalzlösung im Laufe von 1—2 Stunden und darüber langsam und unter möglichst constantem Druck injicirt wurde, während gleichzeitig aus dem peripherischen Stumpf der Vene das Blut so lange abfloss, bis fast keine Spur einer rothen Farbe mehr an der hervorquellenden Flüssigkeit wahrgenommen werden konnte. Wenn recht kräftige und widerstandsfähige Exemplare zum Experiment gewählt wurden, gelang es, ungefähr die Hälfte der Frösche zwei bis höchstens drei Tage am Leben zu erhalten. Weiterhin sind diese interessanten Versuche von anderen Forschern wiederholt worden.

¹⁾ Ueber das Verhalten der fixen Bindegewebskörperchen bei der Entzündung. Dieses Archiv Bd. 45. S. 338. 1869.



Einige Jahre später haben fast gleichzeitig H. Kronecker und J. Sander¹⁾ in Deutschland, und Jolyet und Laffond²⁾ in Frankreich über einige Versuche berichtet, durch welche sie den Beweis lieferten, dass eine wässrige Lösung von Kochsalz im Stande ist, das Leben von warmblütigen Thieren (Hunden) zu retten, welche eine so beträchtliche Menge ihres Blutes aus einem eröffneten grossen Gefäss verloren hatten, dass die zurückgebliebene Blutmenge sicher nicht mehr das Leben der Thiere zu erhalten vermocht hätte. Ungefähr ein Jahr nachher bestätigte dieselbe Thatsache E. Schwarz³⁾ in einer grossen Reihe von Versuchen, die er an Hunden und Kaninchen anstellte. Zu den Versuchen dieser Autoren bin auch ich im Stande dreizehn von mir theils im Berliner physiologischen, theils im Leipziger pathologischen Institut ausgeführte anzureihen, die sämmtlich günstig verlaufen sind, und bei denen die Thiere (Hunde) noch mehrere Wochen nachher beobachtet worden sind. Die Blutentziehung wurde immer aus der linken Carotis, die Infusion von einer 0,6 procentigen neutralen bis zur Körpertemperatur erwärmten Kochsalzlösung in das centrale Ende der linken V. jugularis externa gemacht. Die Blutentziehung war niemals grösser als zwei Drittel, und niemals kleiner als die Hälfte des Gesamtblutes, letzteres auf ein Dreizehtel des Körpergewichts berechnet. Unter den dreizehn Thieren war ein Hund, der nach einer vorausgegangenen Kochsalzinfusion, welche der Hälfte seines Gesamtblutes gleich war, drei Tage später noch eine zweite glücklich überstand, die allerdings um die Hälfte geringer war, als die frühere⁴⁾.

1) Bemerkungen über lebensrettende Transfusion mit anorganischen Salzlösungen bei Hunden. Berliner klinische Wochenschrift No. 57. S. 768. 1879.

2) Sur les effets des injections d'eau salée dans le système circulatoire des animaux exsangues. Soc. de biol. in Gaz. méd. de Paris. p. 101. 1879. Citirt nach G. Hayem, Leçons sur les modifications du sang etc. 1882.

3) Ueber den Werth der Infusion alkalischer Kochsalzlösung in das Gefässsystem bei acuter Anämie. Habilitationsschrift. Halle a. S. 1881.

4) Bei fünf anderen Hunden, die ich schon im Laufe des ersten Tages verloren habe, liess ich das Blut aus der freigelegten Carotis so lange laufen, bis überhaupt keines mehr floss. Dann wurde eine gleiche

Zur Zeit hat auch schon die chirurgische und geburtshülfliche Praxis durch eine an Zahl freilich sehr kleine Reihe von Fällen die lebensrettende Wirkung der wässrigen Kochsalzlösung am Menschen bei acuter Anämie bestätigen können.

Trotz dieser mannichfachen Erfolge der Kochsalzinfusion ist ihre Anwendung am Krankenbette gegenwärtig noch viel beschränkter als sie es sicherlich verdient, wenigstens im Vergleich mit all den anderen Flüssigkeiten, deren man sich bei Ausführung der Transfusion bedient, und es steht deshalb zu besorgen, dass der Misscredit, in den im Laufe der Zeit aus verschiedenen Gründen alle übrigen Transfusionsflüssigkeiten gerathen sind, auch der Kochsalzlösung sich bemächtigt. Und diese Gefahr ist um so grösser, als wir ausser der nackten Thatsache des lebensrettenden Einflusses der Kochsalzlösung auf den verbluteten Organismus über ihr ferneres Geschick in letzterem so gut wie nichts wissen. Mit Rücksicht hierauf bin ich bereitwilligst auf den Vorschlag des Herrn Prof. Cohnheim eingegangen, durch eine systematische Versuchsreihe das Verhalten des Blutes nach einer lebensrettenden Kochsalztransfusion wenigstens hinsichtlich einiger der wichtigeren Punkte aufzuklären.

Durch die systematische Untersuchung des Blutes nämlich liess sich Aufschluss erwarten über die erste und dringendste Frage:

Was wird aus der infundirten Kochsalzlösung? Bleibt sie längere Zeit im Gefässsystem zurück oder wird sie etwa bald durch Niere, Darm etc. ausgeschieden?

Durch die Blutentziehung und nachherige Kochsalzinfusion ist ein Zustand mehr oder weniger hochgradiger Hydrämie erzeugt worden; die Bedeutung der Kochsalzinfusion und ihren Werth für den Organismus würden wir erst richtig würdigen können, wenn wir wüssten, wie lange jene künst-

Menge von einer 0,6procentigen Kochsalzlösung infundirt, um 10 bis 15 Minuten darauf dem Thiere wiederum einen ebenso starken Aderlass zu appliciren und abermals Kochsalzlösung zu infundiren. Einer von diesen Hunden hat sogar eine dreifache Depletion und Infusion überstanden, starb aber eine Stunde später unter Erscheinungen von Opisthotonus und Athemnoth.

lich geschaffene Hydrämie anhält resp. wie viel Zeit das Blut gebraucht, um zu seinem früheren Gehalte an festen Bestandtheilen zurückzukehren? Dabei wird es von besonderem Interesse sein, festzustellen: wie sich die Zahl der morphologischen Elemente des Blutes verhält, ob, und in wie langer Zeit eine volle Regeneration der letzteren eintritt?

Was die erste Frage, nach dem Verbleib der infundirten Kochsalzlösung anlangt, so dürfte es kaum möglich sein, aus den Gesetzen des Wasserumsatzes im Organismus, über welche die Physiologie resp. Pathologie bislang verfügt, eine befriedigende Antwort zu finden, da die Bedingungen, unter denen die betreffenden Beobachtungen angestellt worden, wesentlich andere, als die unseren, gewesen sind. Die Versuche von Ponfick¹⁾ Cohnheim und Lichtheim²⁾, F. Hoffmann und C. Bock³⁾, Külz⁴⁾ (mit Kochsalzlösung), F. A. Falck⁵⁾ (mit Wasser) sind an Thieren angestellt worden, die keine präventive Depletion überstanden hatten: ein offenbar sehr wesentliches Moment, welches diese Versuche von den meinigen unterscheidet. Hunde, welchen eine beträchtliche Menge von einer sogenannten indifferenten Kochsalzlösung in das Gefässsystem infundirt und bei denen eine hydrämische Plethora dadurch erzeugt wird, scheiden noch während der Dauer des Experimentes eine grosse Menge von Wasser durch öftere und reichlichere Harnentleerung aus, wie das schon Cohnheim und Lichtheim angeführt, und wie ich mich selbst davon überzeugt habe.

Auch dass die Versuche über einfache Hydrämie, wie sie Cohnheim und Lichtheim und ferner Paschutin (in seiner

¹⁾ Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Transfusion. Dieses Archiv Bd. 62. S. 273. 1875.

²⁾ Ueber Hydrämie und hydrämisches Oedem. Dieses Archiv Bd. 69. S. 169. 1877.

³⁾ Ueber eine neue Entstehungsweise von Melliturie. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin von Reichert und Dubois-Reymond. Jahrgang 1871. S. 550.

⁴⁾ Beiträge zur Hydrurie und Melliturie. Beiträge zur Anatomie und Physiologie von C. Eckhard. Bd. 6. S. 119. 1872.

⁵⁾ Ein Beitrag zur Physiologie des Wassers. Zeitschrift für Biologie von Buhl, v. Pettenkofer, Radlkofer, C. Voit. Bd. 8. S. 388. 1872.

Allgemeinen Pathologie p. 576 Bd. 2, 1881 russisch) angestellt — täglich immer dieselbe Entziehung einer Quantität Blut und Infusion einer gleichen Quantität Kochsalzlösung bis zum schliesslichen Tode des betreffenden Hundes — dass, sage ich, derartige Versuche für unsere Aufgabe nicht zu verwerthen sind, liegt auf der Hand. Ebendasselbe gilt von den Falck'schen Experimenten, deren interessantestes Ergebniss es ist, dass sie einen gewissen Parallelismus in der Ausscheidung von Wasser nach der Einbringung desselben in die Venen oder in den Magen feststellen.

An sich könnte vielleicht aus diesen Versuchen gefolgert werden, dass auch die von uns auf einmal infundirte Kochsalzlösung bald wieder aus dem Organismus oder wenigstens aus dem Blutgefässsystem ausgeschieden werde. Indess wenn die neueren Anschauungen über die Ursache und den Mechanismus des Verblutungstodes richtig sind, so ist jene Vermuthung augenscheinlich unhaltbar.

Wir wissen gegenwärtig, dass der arterielle Druck bei starkem Blutverlust so beträchtlich sinkt, dass dadurch schliesslich die Circulation des Gefässinhaltes aufgehoben wird, wobei das Herz gleich einer leeren Pumpe eine Zeit lang noch weiter arbeitet, ohne den propulsiven Effect für die Blutbewegung noch ferner zu erzeugen. Würde nun eine Ausscheidung der infundirten Kochsalzlösung schnell erfolgen, so würde der kaum gerettete Organismus wieder der früheren Gefahr ausgesetzt sein, wegen Mangels an circulirendem Gefässinhalt zu Grunde gehen zu müssen. Auch spricht der Umstand, dass von keinem der Autoren, welche entbluteten Thieren Kochsalzlösung injicirt haben, hinterher eine vermehrte Ausscheidung von Harn oder irgend einem anderen Secret constatirt worden ist, für den Verbleib desselben im Organismus; woraus allerdings noch nicht folgt, dass sie im Gefässsystem geblieben. Und andererseits liesse sich denken, dass trotz des Austritts der Kochsalzlösung aus dem Gefässsystem die Spannungsabnahme in letzterem dadurch verhütet wird, dass dasselbe sich dem verringerten Inhalt recht vollkommen adaptirt.

Der Möglichkeiten sind, wie man sieht, viele, über die ohne geeignete Versuche nicht wohl entschieden werden kann.

Die Experimente, welche ich zu diesem Behufe angestellt habe, wurden in folgender Weise ausgeführt:

Versuchsmethode.

Als Versuchsthiere wurden nur Hunde verwendet, und dabei in allen Fällen verfahren, wie folgt. Nachdem das Thier auf den Operationstisch aufgebunden wurde mittelst eines Schnittes die linke Carotis und linke Vena jugularis externa freigelegt. Die Blutentziehung wurde aus dem centralen Ende der Carotis gemacht und durch Volumenbestimmung gemessen. Die gesammte Blutmenge wurde als ein Dreizehntel (oder 7,7 pCt.) des unmittelbar vor dem Aufbinden des Hundes bestimmten Körpergewichts berechnet. Die Infusion wurde aus einer calibrirten Druckflasche, die durch Schlauch und Canüle mit dem centralen Ende der V. jug. verbunden war, bewerkstelligt. Dabei wurde immer der minimalste Druck, der zum Einfließen der Flüssigkeit nöthig war, angewandt. Die zur Infusion bestimmte 0,6 procentige Kochsalzlösung war immer neutral und wurde infundirt, nachdem sie vorher gekocht, filtrirt und auf Körpertemperatur gebracht worden war. Die Infusion geschah sofort, nachdem das gewünschte Quantum von Blut dem Hunde entzogen worden, und war immer dieser Menge gleich. Vor der Blutentziehung wurde eine Blutprobe zur Zählung der Blutkörperchen aus der Wunde, die zur Freilegung der Gefäße gemacht wurde, entnommen. Die Zählung der Blutkörperchen wurde mit dem Apparat von Thoma-Zeiss ausgeführt. Dabei wurde die Verdünnung des Blutes zum Zählen gleich 0,5 pro 100 hergestellt und die Menge der gezählten Quadrate war niemals unter 96. Ausserdem wurden beim Beginn der Blutentziehung zwei Blutproben, jede von ca. 10—15 ccm, in vorher sehr genau abgewogenen Porcellantiegeln aufgefangen; sie waren dazu bestimmt, die chemische Zusammensetzung des Blutes zu prüfen. Ungefähr 10 Minuten nach Beendigung der Infusion wurden abermals aus der Carotis zwei Blutproben in Tiegeln aufgefangen, wobei die Vorsicht beobachtet wurde, dass zunächst die ersten 3—5 ccm abgelassen wurden, damit kein im Carotisstumpfe stagnirtes Blut der Probe sich beimischte. Die Wunde wurde mit Jodoform behandelt, nachdem sie mit Carbolwasser ausgewaschen und sorgfältig die manchmal

vorhandene Blutung gestillt war. Die während der Operation noch bemerkten blutenden Gefäße wurden stets mit Sorgfalt unterbunden. Nun wurde das in den Tiegeln aufgefangene Blut gewogen und in den Trockenschrank gestellt, wo es bei einer Temperatur von 104—110° C. mehrere Tage lang trocknete, bis es fast nicht mehr an Gewicht abnahm. In einzelnen Fällen brauchte ich dazu 15—18 Tage, gewöhnlich aber nicht mehr als 9—10. Die Wägung der Tiegel mit dem getrockneten Blute wurde nur bei völlig erkaltetem Tiegel vorgenommen. Die Abkühlung der Tiegel geschah unter einem Exsiccator, um den Zutritt von Wasserdämpfen zu vermeiden, da das trockne Eiweiss bekanntlich sehr hygroskopisch ist. Ueberhaupt muss ich bemerken, dass die Blutprobe nur dann als trocken angenommen wurde, wenn sie während eines Aufenthaltes von 12—14 Stunden im Trockenschranke weniger als ein Centigramm verloren hatte. Um aus diesem trockenen Rest die anorganischen Bestandtheile der Blutes von den organischen zu trennen, wurde er verascht und aus dem Gewichte der Asche auch die letzteren bestimmt. Bis zum vollen Veraschen des trockenen Blutes brauchte ich durchschnittlich drei Tage. Da ich von jeder Blutprobe immer zwei Tiegel hatte, so sind die Zahlen, welche die Zusammensetzung jeder Blutprobe darstellen, der mittlere Werth, immer von zwei Bestimmungen berechnet.

In den nächsten Tagen nach der Infusion wurden den Versuchsthieren auch Blutproben zur Bestimmung der Blutbeschaffenheit, sowie der Zahl der Blutzellen entnommen. Zu diesem Zwecke wurde eine nicht zu tief liegende Vene präparirt und aus einer eingeführten Canüle Blut in der oben angegebenen Menge entzogen. Es wurden hierzu die Vv. dorsales ped. und saphena minor benutzt. Der Hautschnitt wurde möglichst klein gemacht und überschritt gewöhnlich nicht 2 cm. Das entsprechende Venenstück, in dem die Canüle eingebunden war, wurde alsbald nach sorgfältiger Unterbindung seines peripherischen und centralen Endes herausgeschnitten. Die erzeugten Wunden heilten rasch unter Jodoformbehandlung, die beim Hunde ebenso wie beim Menschen gute Dienste leistet.

An den Tagen, wo aus einer Vene Blut entnommen wurde, entzog ich gleichzeitig eine Blutprobe zur Zählung der Blut-

körperchen durch Einstich oder kleinen Einschnitt im Ohrläppchen. Beides geschah immer in den späteren Vormittagsstunden, kurze Zeit vor der Fütterung der Hunde, die regelmässig zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittags statthatte, und zwar wählte ich diese Zeit mit Rücksicht auf die Angabe von Lyon¹⁾, demzufolge die Werthe die constantesten sein sollen, wenn die Bestimmung der Blutkörperchenzahl lange Zeit nach einer Fütterung vorgenommen wird. Die angegebenen Zahlen für die Blutkörperchen bedeuten den Mittelwerth von 96 gezählten Quadraten bei der eben angegebenen Verdünnung des Blutes. Ich habe es nicht für zweckmässig gehalten, die erhaltenen Zahlen auf Cubikwerthe umzurechnen, da auf diese Weise die entstandenen Fehler sich auch in entsprechendem Grade vergrössert hätten. Da uns nur an relativen Verhältnissen gelegen ist, so haben wir auch noch den Vortheil, dass wir es mit kleineren Zahlen zu thun haben. Die Fehlergrenzen bei unseren Zahlen schwanken nach den Angaben von Abbé²⁾ und Thoma und Lyon³⁾ ungefähr um 2 pCt., da ich in den 96 gezählten Quadraten nur in wenigen Fällen über 1000 Blutzellen im Gesichtsfeld zu zählen bekam.

Um diese Zahlen, aus denen die mittleren Werthe berechnet wurden, dem Leser zur genauen Prüfung zu unterbreiten, lasse ich den ersten Versuch in extenso folgen. Alle übrigen, welche nach derselben Weise ausgeführt worden sind, führe ich der Uebersichtlichkeit wegen nur in tabellarischer Form an.

Versuch No. I. 15. Juli 1882.

Langhaariger grauer vollkommen ausgewachsener Hund männlichen Geschlechtes. Gewicht 11500 g. Angenommene Blutmenge = 885 g. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{400}$ qmm = 7,6435.

¹⁾ Blutkörperchenzählung bei traumatischer Anämie. Dieses Archiv Bd. 84. S. 207. 1881.

²⁾ Separatabdruck aus den Sitzungsberichten der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaften. Jahrgang 1878. Sitzung vom 29. November. S. 7.

³⁾ Ueber die Methode der Blutkörperchenzählung. Dieses Archiv Bd. 84. S. 151. 1881.

Bestimmung der Beschaffenheit des Blutes.

	Probe A.	Probe B.
Gewicht des Tiegels	31,6670 g	32,5780 g
- - - mit Blut	42,0125 -	42,9849 -
- - - trocknem Reste	33,8680 -	34,7960 -
- - - Asche	31,7490 -	32,6620 -
Hieraus berechnetes Blutquantum	10,3455 -	10,4069 -
- - - trockener Rückstand	2,2010 -	2,2180 -
- - - anorg. Bestandtheile	0,0820 -	0,0840 -
- - - organ.	2,1190 -	2,1340 -
	= 2,2010—0,0820	= 2,2180—0,0840
- in Procent. anorg.	0,7926 -	0,8071 -
- - - organ.	20,4727 -	20,5054 -

Mittelwerth in Procenten.

Organische Bestandtheile	20,4891
Anorganische	0,7998.

Aderlass von 450 ccm (circa $\frac{1}{2}$ des Gesamtblutes); Infusion von einer ebenso grossen Menge 0,6procentiger Kochsalzlösung. Der Hund läuft hernach sofort munter umher und frisst mit Appetit das vorgelegte Futter.

17. Juli. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{400}$ qmm = 6,3745.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	10,6150 g	6,9965 g
Berechneter trockener Rückstand	1,7695 -	1,1690 -
- anorganische Bestandtheile	0,0975 -	0,0585 -
- organische	1,6720 -	1,1105 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,9185 -	0,8361 -
- - - organische	15,7513 -	15,8721 -

Mittelwerth in Procenten.

Organische Bestandtheile	15,8177
Anorganische	0,8773.

19. Juli. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{400}$ qmm = 5,9139.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	9,4580 g	8,9410 g
Berechneter trockener Rückstand	1,4530 -	1,3765 -
- anorganische Bestandtheile	0,0915 -	0,0850 -
- organische	1,3615 -	1,2915 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,9674 -	0,9507 -
- - - organische	14,3952 -	14,4446 -

Mittelwerth in Procenten.

Organische Bestandtheile	14,4199
Anorganische	0,9591.

24. Juli. Blutkörperchenzählung in $\frac{1}{400}$ qmm = 4,7448.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	13,6840 g	14,5675 g
Berechneter trockner Rückstand	2,0635 -	2,1890 -
- anorganische Bestandtheile	0,1160 -	0,1305 -
- organische	1,9475 -	2,0585 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,8477 -	0,8953 -
- - - organische -	14,2319 -	14,1308 -

Mittelwerth in Procenten.

Organische Bestandtheile	14,1814
Anorganische -	0,8715.

31. Juli. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{400}$ qmm = 7,9172.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	9,3295 g	11,4485 g
Berechneter trockner Rückstand	1,7095 -	2,1240 -
- anorganische Bestandtheile	0,0835 -	0,1015 -
- organische	1,6260 -	2,0225 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,8950 -	0,8868 -
- - - organische -	17,4286 -	17,6661 -

Mittelwerth in Procenten.

Organische Bestandtheile	17,5474
Anorganische -	0,8909.

1. Aug. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{400}$ qmm = 8,6979 }
 3. - ¹⁾ - - $\frac{1}{400}$ - = 8,6979 } Gewicht
 5. - - - $\frac{1}{400}$ - = 8,3646 } 11000 g.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	8,8205 g	8,2955 g
Berechneter trockner Rückstand	1,7220 -	1,5870 -
- anorganische Bestandtheile	0,0775 -	0,0795 -
- organische	1,6445 -	1,5175 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,8786 -	0,9584 -
- - - organische -	18,6441 -	18,2031 -

Mittelwerth in Procenten.

Organische Bestandtheile	18,4686
Anorganische -	0,9185.

15. Aug. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{400}$ qmm = 8,5938.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	9,4720 g	9,0595 g
Berechneter trockner Rückstand	1,8700 -	1,7805 -

¹⁾ An diesen beiden Tagen wurde aus der Vene keine Blutprobe entnommen,

	Probe A.	Probe B.
Berechnete anorganische Bestandtheile	0,0860 g	0,0790 g
- organische -	1,7840 -	1,7015 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,9079 -	0,8720 -
- - - organische -	18,8345 -	18,7814 -
Mittelwerth in Procenten.		
Organische Bestandtheile	18,8080	
Anorganische -	0,8900.	

4. Septbr. Blutkörperchenzahl in $\frac{1}{100}$ qmm = 11,8996.
Gewicht des Hundes 13,100 g.

	Probe A.	Probe B.
Entnommenes Blutquantum	8,4145 g	5,9015 g
Berechneter trockner Rückstand	1,7570 -	1,2315 -
- anorganische Bestandtheile	0,0805 -	0,0490 -
- organische -	1,6765 -	1,1825 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,9568 -	0,8303 -
- - - organische -	19,9252 -	20,0373 -
Mittelwerth in Procenten.		
Organische Bestandtheile	19,9818	
Anorganische -	0,8936.	

9. Septbr. Auf dem einen Hinterfuss, an der Stelle, wo die Vene präparirt wurde, hat sich ein Eiterheerd von Wallnussgrösse entwickelt, welcher breit mit dem Messer incidirt worden ist. Dabei wurde ein Lymphgefäss durchschnitten, aus welchem bis zum 11. September, wo es unterbunden wurde, unbemerkt Lymphe abträufelte. Eine, obwohl nur beschränkte, Eiterabsonderung dauerte noch eine Zeit lang fort.

	Probe A.	Probe B.
28. Septbr.		
Entnommene Blutmenge	14,5095 g	12,2500 g
Berechneter trockner Rückstand	3,0550 -	2,5680 -
- anorganische Bestandtheile	0,1250 -	0,0995 -
- organische -	2,9300 -	2,4685 -
In Procenten berechnete anorganische Bestandth.	0,8615 -	0,8122 -
- - - organische -	20,1937 -	20,1510 -
Mittelwerth in Procenten.		
Organische Bestandtheile	20,1724	
Anorganische -	0,8369.	

Der Hund wird behufs anderer Zwecke getödtet.

Tabellarisch würde sich dieser sowie alle übrigen Versuche in folgendem Schema zusammenfassen lassen:

Monat und Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
						Zellen.	organ. Bestandth.	anorg.	
15. Juli	V.d.Vers.	11500	7,64	20,4891	0,7998	100	100	100	Der Hund ist vollkommen munter.
17. -	3	—	6,37	15,8117	0,8773	83	77	110	
19. -	5	—	5,91	14,4199	0,9591	77	70	120	
24. -	10	—	4,74	14,1814	0,8715	62	69	109	9. Sept. Abscessbildung am Fusse u. Lymphverlust von 2 Tagen Dauer aus einem grossen Lymphstamm.
31. -	17	—	7,92	17,5474	0,8909	104	86	111	
1. Aug.	18	—	8,03	—	—	105	—	—	
3. -	20	11000	8,70	—	—	114	—	—	11. Sept. wird derselbe unterbünd.
5. -	22	—	8,36	18,4686	0,9185	109	90	115	
15. -	32	—	8,59	18,8080	0,8900	112	92	111	
4. Sept.	52	13100	11,99	19,9818	0,8936	157	97	112	
28. -	76	—	—	20,1724	0,8369	—	98	105	

Versuch No. 2. Männlicher vollkommen ausgewachsener Affenpinscher.
 Berechnete Blutmenge = 569 g. Aderlass = 380 ccm (ca. $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes) = Kochsalzinfusion.

Monat und Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
						Zellen.	organ. Bestandth.	anorg.	
27. Juli	V.d.Vers.	7400	8,57	19,0103	0,8510	100	100	100	Der Hund ist munter und zeigt guten Appetit.
	10'—15'	—	—	11,2979	0,8337	—	60	98	
	n.d.Vers.	—	—	—	—	—	—	—	
28. -	2	—	4,59	—	—	54	—	—	
29. -	3	—	4,06	13,5255	0,7710	47	71	91	
31. -	5	—	3,97	13,1439	0,8376	46	69	98	
5. Aug.	10	—	5,23	14,3003	0,8855	61	75	105	
12. -	17	—	7,88	16,4526	0,8712	92	87	102	
15. -	20	—	9,00	—	—	105	—	—	
17. -	22	—	9,18	16,4573	0,9559	107	87	112	
27. -	32	—	8,65	19,1117	0,8644	101	101	102	

Versuch No. 3. Grosser männlicher, glatthaariger, älthlicher (die Zähne sind etwas abgerieben) Jagdhund. Berechnete Blutmenge 3054 ccm. Aderlass = 1530 (ca. $\frac{1}{2}$ des Gesamtblutes) = Kochsalzinfusion.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
				organ.	anorg.	Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
17. Aug.	V.d.Vers. Ca. 10' n. d. Transf.	39700	8,94	19,2651	0,8648	100	100	100	Die Operation wurde unter Morphiumnarkose (0,32 g) ausgeführt.
19. -	3	—	5,26	14,9624	0,8543	59	78	99	
24. -	8	—	5,06	—	—	57	—	—	
26. -	10	—	6,25	14,6024	0,8971	70	76	104	
2. Sept.	17	—	7,20	16,6626	0,8535	81	86	99	
8. -	23	—	8,79	—	—	98	—	—	
12. -	27	—	7,63	—	—	85	—	—	
14. -	29	—	8,11	17,4968	0,9040	91	91	105	
3. Oct.	48	—	9,62	18,8246	0,8487	108	99	98	
18. -	63	—	8,31	19,7372	0,8980	93	102	104	

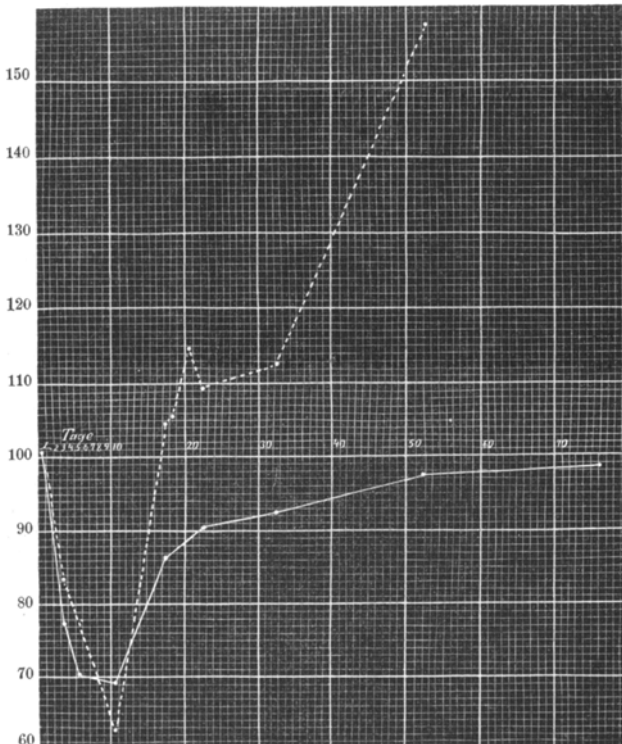
Versuch No. 4. Männlicher ausgewachsener Treibhund. Berechnete Blutmenge = 1324 ccm. Aderlass = 882 ccm (ca. $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes) = Kochsalzinfusion.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
				organ.	anorg.	Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
7. Sept.	V.d.Vers. 10' n. d. Transfus.	17200	7,98	17,3931	0,8514	100	100	100	Der Hund ist vollkommen munter.
8. -	2	—	4,45	—	—	56	—	—	
11. -	5	—	3,31	12,1923	0,8923	41	70	105	
16. -	10	—	4,08	—	—	51	—	—	
27. -	21	—	7,30	—	—	91	—	—	
3. Oct.	27	—	7,26	17,3508	0,9074	91	100	107	
6. -	30	—	7,19	—	—	90	—	—	
11. -	35	—	10,53	—	—	132	—	—	

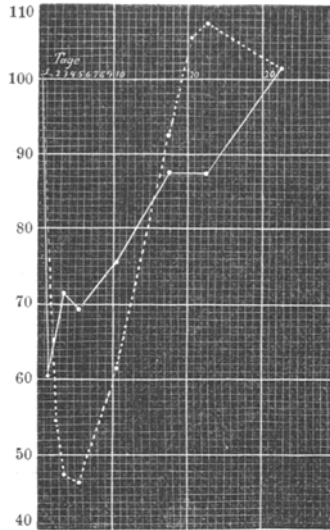
Da eine rasche Orientirung über das gegenseitige Verhältniss von Blutkörperchenzahl und dem Gehalte des Blutes an organischen Bestandtheilen in diesen Versuchen sich zweifellos auf graphischem Wege gewinnen lässt, so habe ich mir gestattet, die nebenstehenden Figuren beizufügen, in denen die horizontale Linie 100 den früheren Gehalt des Blutes an Blutzellen (punctirte

Linie) und an organischen Bestandtheilen (unterbrochene Linie) bedeutet. Wenn der Gehalt des Blutes an diesen 2 Bestandtheilen unter die Norm sinkt, so kommen die gebrochenen Striche, welche ihn angeben, unterhalb der Hauptlinie 100 zu liegen, bei Ueberschreitung dagegen oberhalb derselben. Die Zahlen, die auf der horizontalen Hauptlinie stehen, bezeichnen die Zeit in Tagen. Die Punkte, wo die Knickungsstellen der Linie sich befinden, zeigen an, dass das Blut an dem entsprechenden Tage auf seine Zusammensetzung in Bezug auf Blutkörperchenzahl und Gehalt an festen Bestandtheilen geprüft worden ist. Die vertical links stehenden Zahlen geben den betreffenden Gehalt in Procenten an, bis zu welchen dieser gestiegen oder gesunken ist.

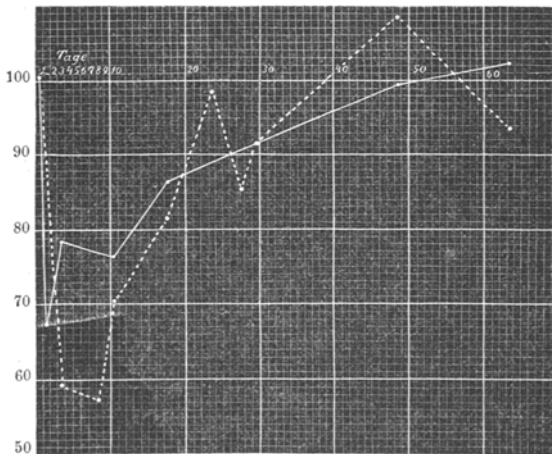
Versuch No. 1.



Versuch No. 2.



Versuch No. 3.



Mittelst der angeführten Versuche glauben wir eine genügende Antwort auf die Fragen erzielt zu haben, die wir uns gestellt. Wir sehen nemlich, dass die wässrige Kochsalzlösung, nachdem sie den Organismus vom Verblutungstode gerettet hat, längere Zeit im Blutgefässsystem verweilt und dass der Orga-

nismus mehrere Wochen braucht, um sich von der künstlich erzeugten Hydrämie zu befreien. Aus unseren Versuchen lässt sich der Zeitraum, welcher dazu nöthig ist, allerdings nur annähernd bestimmen. Im Versuche No. 1 bedurfte es 51 Tage, bis der Gehalt des Blutes an organischen Bestandtheilen zum früheren zurückgekehrt war.

Im Versuche No. 2 31 Tage,

- - - 3 47 -

- - - 4 26 -

Wie wir sehen schwankt die Zeit zwischen 26 und 51 Tagen. Um genauere Angaben machen zu können, müsste man eine sehr ausgedehnte Versuchsreihe besitzen, und auch dann würde es sich noch um ungefähre Werthe handeln, da es möglich ist, dass man zuweilen sogar grobe individuelle Verhältnisse beim einzelnen Versuche übersieht. In den Versuchen No. 2 und 4 trat die Regeneration der organischen Bestandtheile im Blute viel früher ein, als in den Versuchen No. 1 und 3, obwohl in letzteren bloß $\frac{1}{2}$, in den anderen (2 und 4) aber $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes durch Kochsalzlösung ersetzt worden ist. Doch fehlt es nicht an Gründen, die diese anscheinend so auffällige Thatsache begreiflich machen. Bei Hund 1 erinnern wir an die längere Zeit fortbestehende Eiterung und an die Eröffnung eines Lymphstammes, was beides doch dem Ansatz neuer Eiweissstoffe nicht günstig sein konnte. Hund No. 3 war ein fast 40 kg schweres Thier mit schon ziemlich abgeriebenen Zähnen, die von seinem vorgerückten Alter Zeugniß ablegten. Dagegen handelte es sich im Versuch No. 2 und 4 um viel jüngere Hunde, die auch erheblich kleiner waren, und darum allein schon viel weniger Nahrung brauchten, um immer vollständig gesättigt zu werden.

Hiernach konnte es kaum als etwas Lohnendes erscheinen, die Versuche behufs genauerer Fixirung des Regenerationstermines zu vermehren. Hinsichtlich einiger anderer Punkte ergeben sich überdies schon aus unseren Experimenten interessante Aufschlüsse für die Kenntniss der Hydrämie. Das Verhalten der Thiere betreffend, so möchte ich nachdrücklich betonen, dass sich der hydrämische Zustand der Thiere auf keine andere Weise, als durch die directe Unter-

suchung des Blutes feststellen liess. Vielleicht eine gewisse Blässe der sichtbaren Schleimhäute, sonst aber kein einziges Symptom, weder von Seiten der Circulation, noch Respiration, der Temperatur oder Verdauung, und insbesondere auch nicht von Seiten der Nieren. Denn auch die Harnmenge und ihre Zusammensetzung richtete sich ganz, wie früher, vor Allem nach der genossenen Nahrung. Auch von Oedemen war keine Spur wahrzunehmen.

Interessant ist ferner, dass der Grad der wirklich herbeigeführten Hydrämie nie vollkommen der Grösse des entzogenen Blutquantums entspricht. So wird z. B. wenn man die Hälfte des Gesamtblutes (letzteres als 7,7 pCt. des Körpergewichts angenommen) durch Kochsalzlösung ersetzt, das circulirende Blut nach 7—10 Minuten keineswegs halb so dünn, wie früher, sondern die Verdünnung desselben bleibt immer geringer. In unserem Versuche No. 3, wo die Hälfte des Blutes durch Kochsalzlösung ersetzt worden, sank der Gehalt des Blutes an organischen Bestandtheilen von 100 auf 67. In zwei anderen Versuchen, in denen ich kräftigen, vollkommen ausgewachsenen Hunden ebenfalls die Hälfte ihres Blutes durch Kochsalzlösung ersetzt hatte, war das Verhältniss des früheren Gehaltes an organischen Bestandtheilen zu dem nach der Infusion vorhandenen

im ersten Falle wie 100 zu 62

- zweiten - - 100 - 64,

also in allen drei Fällen um 12 bis 17 pCt. über die Hälfte geblieben. In Experiment 2 und 4 ferner, blieb, trotzdem dass sogar $\frac{2}{3}$ des Blutes abgelassen und die gleiche Menge Kochsalzlösung infundirt worden war, der Gehalt des Blutes an organischen Bestandtheilen beide Male über der Hälfte des ursprünglichen, nemlich in Vers. 2 gleich 60

- - 4 - 57. Unsere Versuche würden

uns demnach berechtigen, folgende Regel aufzustellen: „Der Gehalt des Blutes an organischen Stoffen bleibt bei Hunden immer über der Hälfte, wenn wir 50 pCt. des Blutes oder sogar $\frac{2}{3}$ desselben durch die gleiche Menge einer 0,6procentigen wässrigen Kochsalzlösung ersetzen“¹⁾.

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit darf daran erinnert werden, dass auch Cohn-

Die stärkste Verdünnung des Blutes ist diejenige, welche sofort nach der Infusion besteht; später fängt die Menge der organischen Stoffe an zuzunehmen, bis die Regeneration vollendet ist. Es scheint aber (Vers. 1, 2 und 3) als ob in der Zeit vom 4. bis zum 9. Tage nach der Operation geringe Schwankungen in der Zunahme der organischen Stoffe einzutreten pflegen. Worauf das aber beruhen kann, wollen wir zunächst noch dahingestellt sein lassen, bis eine grössere Reihe von Beobachtungen uns zur Verfügung stehen wird.

Ueber die Verhältnisse der anorganischen Bestandtheile des Blutes möchte ich mich nur mit grösster Vorsicht aussprechen. Denn da die von mir geprüften Blutproben nur klein waren, enthielten sie auch nur sehr wenige anorganische Stoffe, und in Folge dessen waren die Zahlen, mit welchen wir zu rechnen hatten, zu klein im Vergleich mit den Fehlern, die trotz der grössten Sorgsamkeit in den quantitativen Bestimmungen eintreten konnten.

Auch für die Deutung und Beurtheilung der Regenerationswerthe der morphologischen Elemente des Blutes nach dem Ersatz des letzteren durch Kochsalzlösung bedarf es grosser Reserve, weil die Methoden und Hilfsmittel, welche wir zur Bestimmung und Zahl der Blutzellen besitzen, noch viel zu wünschen übrig lassen. Eine chemische Bestimmung der Menge des Hämoglobins im Blute ist zwar eine genügend sichere, allein sie ist nicht bei unseren Experimenten anwendbar, da jedesmal eine zu grosse Menge Blut dem Versuchsthiere entzogen werden müsste, um nicht sehr wahrscheinlich die Wiederherstellung schädlich zu beeinflussen. Ueberdies wäre es gewiss fehlerhaft, aus dem Gehalt an Hämoglobin die Zahl der Blutzellen direct zu berechnen, weil gerade in anämischem und in lebhafter Regeneration begriffenem Blute nicht blos in der Grösse, sondern auch im Hämoglobingehalt der einzelnen Exemplare bedeutende Schwankungen vorzukommen pflegen. Ich habe mich deshalb, wie schon bemerkt, auf die Zählungen der rothen Blutkörperchen beschränkt. Das erste Mal habe ich gleich am

heim und Lichtheim bei ihren Experimenten über hydrämische Plethora ähnliche Beobachtungen gemacht haben. Auch sie fanden niemals den berechneten Grad der Blutverdünnung.

nächsten Tage nach dem Versuche Blutzählungen vorgenommen, um sicher zu sein, dass das Blut sich überall gleichmässig mit der infundirten Flüssigkeit gemischt hatte. Bei den ferneren Zählungen zeigte es sich dann, dass die stärkste Abnahme an Blutkörperchen zwischen die ersten 4 bis 9 Tage fiel. Obschon nun aber die Abnahme der Blutkörperchen gegenüber der früheren Zahl eine viel erheblichere war, als die der organischen Bestandtheile des Blutes, so entsprach auch jene Abnahme nicht ganz der Grösse des veranstalteten Blutverlustes und Infusion. Bei Entziehung von $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes war der stärkste Verlust an Blutkörperchen (im Versuch 4) 59 pCt. gleich. Die Wiederherstellung der früheren Zahl kam bei den Blutkörperchen durchschnittlich früher zu Stande, als bei dem Gehalt an organischen Stoffen. So war in Vers. No. 1 die volle Regeneration schon in 16, in Vers. 2 in 20 Tagen beendet. Am längsten dauerte es in Vers. No. 3, wo erst am 47. Tage die frühere Menge gefunden wurde, nachdem allerdings seit 19 Tagen keine Blutkörperchenzählung gemacht war. Als positive äusserste Zeitgrenzen können hiernach in meinen Versuchen der 16. bis zum 47. Tage angegeben werden. Die Zeit und die Schwankungen der Blutzellenzahl für die einzelnen Versuche sind aus den obigen Tabellen und Curven zu ersehen. Was dann die farblosen Blutzellen und ihr Verhältniss zu den rothen Blutkörperchen anlangt, so wage ich es nicht, aus unseren verhältnissmässig wenig Zählungen positive Schlüsse zu ziehen, da bekanntlich die Zählungen der farblosen Blutzellen noch viel grössere Fehlerquellen aufweist, als die der rothen. Ich begnüge mich deshalb, ohne irgend welche Zahlenwerthe anzuführen, mit der Constatirung der Thatsache, dass im Allgemeinen das Verhältniss zwischen farblosen und rothen Blutzellen nach der Kochsalzinfusion sich zu Gunsten der farblosen Elemente des Blutes änderte. Am deutlichsten war die Zunahme an farblosen Zellen sofort nach der Operation zu bemerken, später glich sich das allmählich aus.

Beim Vergleich der Aenderungen, welche bei unseren Versuchsthiereu der Gehalt des Blutes an organischen Bestandtheilen auf der einen, und der an morphologischen Bestandtheilen auf der anderen Seite durchmacht, finden wir, dass jedesmal der

Blutkörperchengehalt viel grösseren Schwankungen unterliegt, als der an organischen Bestandtheilen. So ist es sofort nach der Kochsalzinfusion; und trotz der geringeren Abnahme des procentischen Gehaltes an organischen Bestandtheilen, brauchen dieselben doch längere Zeit, um die früheren Werthe wieder zu erreichen. Hiernach ist die Vermuthung wohl nicht ungerechtfertigt, dass der Organismus es leichter verträgt und im Stande ist, Schwankungen und Missverhältnisse in der Blutkörperchenmenge zu überwinden, als solche in dem Gehalt des Blutes an sämtlichen organischen Stoffen. Vielleicht sogar, dass die volle Herstellung der gelösten Bestandtheile des Blutes eine grössere Zeit beansprucht als die der geformten Elemente! Darum liesse es sich vom teleologischen Standpunkte aus als eine durchaus zweckmässige Einrichtung betrachten, dass die Gesamtmenge der organischen Bestandtheile des Blutes geringeren Schwankungen ausgesetzt ist: insbesondere, wenn man im Auge behält, dass erheblichere Aenderungen in der chemischen Zusammensetzung des Blutes für das Verhalten der Blutkörperchen und auch der Gefässwände keineswegs gleichgültig sind.

Von Interesse ist es, noch einen kurzen Vergleich der unseren mit den Beobachtungen anzustellen, welche andere Autoren über das Verhalten der Blutkörperchen bei traumatischer acuter Anämie, jedoch ohne nachfolgende Infusion von wässriger Kochsalzlösung, gemacht haben.

Hünerfauth¹⁾ sagt: „In allmählicher Abnahme erreicht die Zahl der rothen Blutkörperchen zwischen dem 1. und 9. Tage ein Minimum, von dem ab sie, wenn Heilung eintritt, langsam wieder zunimmt, um zwischen dem 14. und 22. Tage wieder zur Norm zurückzukehren.“ Auch andere Beobachter, wie z. B. Lyon²⁾ und Buntzen³⁾ haben gefunden, dass in der ersten Zeit, welche dem vorangegangenen Blutverluste folgt, die Zahl der Blutkörperchen noch einige Tage sinkt. So sagt Lyon⁴⁾: „Es finden sich vielmehr sehr erhebliche Schwankungen in der

¹⁾ Hünerfauth, Einige Versuche über traumatische Anämie. Dieses Archiv Bd. 76. 1879. S. 327.

²⁾ Lyon, dieses Archiv Bd. 84. S. 207. 1881.

³⁾ Nach Lyon citirt.

⁴⁾ l. c. S. 232.

Länge dieser Termine. Die Zeitdauer bis zum Eintritt des Minimalgehaltes des Blutes schwankt zwischen $1\frac{1}{2}$ Stunden und 9 Tagen. Sie ist aber offenbar kürzer bei den geringeren Blutverlusten und länger bei den stärkeren, so dass sie bei letzteren nur ausnahmsweise geringer als 2 Tage ist. Die Wiederherstellung des normalen Zellengehaltes des Blutes weist ähnliche Schwankungen auf. Bei Blutverlusten zwischen 3,5 pCt. und 4,5 pCt. des Körpergewichts erfolgt dieselbe zwischen dem 19. und 35. Tage nach dem Blutverluste.“

Diese Angaben stimmen sehr gut mit unseren Fällen, wie aus den Curven leicht zu ersehen ist, überein. Mithin würde in dieser Hinsicht eine volle Analogie zwischen dem einfachen Blutverluste und einem solchen sein, bei dem hinterher zum Ersatz des verlorenen Blutes dieselbe Menge von 0,6procentiger Kochsalzlösung in das Gefässsystem infundirt worden ist. Von den Hundeexperimenten Hünerefauth's lassen sich die Resultate in folgender tabellarischer Uebersicht behufs Vergleichs mit meinen Beobachtungen wiedergeben.

Blutverlust in pCt. des Körpergewichts.	Zeit in Tagen, wo die frühere Zahl erreicht worden ist.
4,27	19 (99 pCt.)
4,05	20 (99 pCt.)
4,08	zwischen 12 (99 pCt.) und 23 (103 pCt.)
4,11	19 (100 pCt.)
4,09	20 (99 pCt.) ¹⁾ .

Die Untersuchungen von Lyon an Hunden ergaben in analoger tabellarischer Uebersicht folgendes Resultat:

Blutverlust in pCt. des Körpergewichts.	Zeit in Tagen, wo die frühere Zahl erreicht worden ist.
4,5	31 (99,7 pCt.)
3,9	24 (102 pCt.)
3,94	zwischen 19 (37,3 pCt.) und 25 (104 pCt.)
3,58	22 (101,4 pCt.).

Was wir nicht bei dem Blutverlust ohne nachfolgende Kochsalzinfusion finden, ist die Ueberschreitung der Zahl der

¹⁾ Die Zahlen in den Klammern drücken in Procenten die erreichte Blutkörperchenzahl zu der früheren, als 100 angenommenen, aus.

Blutzellen über die früher vorhandene Norm. Eine solche Polycythämie wiederholt sich in all unseren Versuchen und ist besonders in den Versuchen No. 1 und 4 ausgesprochen. Im Fall I überschreitet die Menge der nach der Regeneration entstandenen Blutkörperchen die frühere Norm um 57 pCt.! In den anderen Fällen ist sie:

In No. 2	gleich	7 pCt.
- - 3	-	8 -
- - 4	-	32 -

Ein solcher Ueberschuss eines neugebildeten Gewebes im Organismus dürfte wohl seine Analogie in den Erfahrungen über die Wiederherstellung anderer Gewebe nach vorausgegangenem Verlust derselben finden. Wenn im Knochen ein Callus luxurians oder in einer Wunde eine überschüssige Granulation zur Beobachtung kommen und als ein Product überschüssiger Regeneration der betreffenden Organe aufgefasst werden, so vermögen wir keinen Grund wahrzunehmen, weshalb wir nicht die in Rede stehende Polycythämie als einen damit verwandten Prozess deuten sollten.

Auf diese wenigen Vergleiche zwischen dem Verhalten des Organismus nach einem grossen Blutverluste ohne oder mit nachfolgender Kochsalzinfusion mag es an dieser Stelle uns gestattet sein, zunächst allein einzugehen. Fruchtbare und erspriesslichere Gesichtspunkte werden wir gewinnen, wenn wir noch andere Transfusionsflüssigkeiten in den Bereich unserer Untersuchungen werden gezogen haben.

II.

Der Gedanke, neben den Kochsalzinfusionen auch einige derartige Versuche mit solchen Flüssigkeiten anzustellen, welche in ihrer Zusammensetzung, resp. wenigstens ihrem Eiweissgehalt dem Blute der Versuchsthiere gleich oder doch nahe stehen, musste schon aus Einem Grunde sich darbieten. So vortrefflich sich nämlich die Kochsalztransfusion bei Blutverlusten von der Hälfte bis zu zwei Drittheilen der Blutmenge bewährt, so vermag sie doch Thiere, welche zwei Drittheile bis drei Viertel ihres Gesamtblutes eingebüsst haben, nicht am Leben zu er-

halten¹⁾, während es bekanntlich Panum²⁾ mittelst defibrinirten Blutes und mir selbst³⁾ durch Blutserum, und zwar von einer anderen Thierspecies, gelungen ist, Hunde zu retten, welche durch wiederholte Aderlässe noch erheblich grössere Mengen Blutes verloren hatten, als jene. Welches Moment es ist, das der Blut- oder Serumtransfusion den Vorzug und die stärkere Wirksamkeit gegenüber der Kochsalzlösung verleiht, lässt sich

¹⁾ Auch Kaltblüter sind nicht von dieser Regel ausgenommen, obwohl der Blutverlust bei ihnen vergleichungsweise ein ausserordentlich starker sein kann. Es ist noch Niemandem gelungen, einem Frosch sein ganzes Blut durch Kochsalzlösung zu ersetzen; bei den oben citirten Versuchen von Cohnheim ging eine beträchtliche Menge von Fröschen zu Grunde, wenn das Experiment so weit getrieben wurde, dass die ausfliessende Flüssigkeit aus dem peripherischen Ende der Abdominalvene ganz blass ausfloss. Mikroskopisch lassen sich übrigens immer rothe Blutzellen darin nachweisen, und wenn man in das peripherische Ende der V. abdominalis eine Glascanüle einbindet und unter dieselbe ein Stück weisses Papier legt, so sieht man, dass die ausfliessende Flüssigkeit immer einen schwach rothen Schein besitzt. Mir ist es nicht gelungen, Frösche dauernd am Leben zu erhalten, denen ich mehr als 10 ccm 0,6procentiger Kochsalzlösung infundirt hatte. Bei Anwendung von eiweisshaltigen Flüssigkeiten, wie Blutserum oder Transsudatflüssigkeit, war das Maximum 17 ccm. Die benutzten Frösche waren mittelgross. Die Exemplare, die einer noch grösseren Infusion ausgesetzt wurden, starben im Laufe des nächsten Tages, oder manchmal noch während des Versuches selbst. Um die günstigsten Verhältnisse herzustellen, ist es am besten, die Infusion aus einem calibrirten schmalen, aber langen Gefässe, resp. einer Röhre geschehen zu lassen, welche nach dem Principe der Mariotte'schen Flasche eingerichtet ist. Durch eine solche Vorrichtung ist die Möglichkeit gegeben, einen möglichst schwachen, aber constanten Druck während der ganzen Dauer des Experimentes herzustellen. Das Einbinden einer anderen Canüle in das peripherische Ende der Abdominalvene, welche auf einer weissen Unterlage ruht, ist nicht als überflüssig zu betrachten, da man auf diese Weise viel genauer die Infusion überwachen und das Stocken derselben wahrnehmen kann.

²⁾ Experimentelle Untersuchungen über die Transfusion, Transplantation oder Substitution in theoretischer und practischer Beziehung. Dieses Archiv Bd. 27. S. 240 und 433. 1863.

³⁾ Verhandlung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Jahrgang 1881—1882. No. 11.

zur Zeit noch keineswegs klar übersehen. Von Panum selbst und bis vor Kurzem noch ganz allgemein ist das Hauptgewicht auf die Blutkörperchen gelegt worden; heute indess nach den günstigen Resultaten mit der Kochsalzlösung und den noch überraschenderen mit dem an Blutkörperchen freien Pferdeserum werden wohl nur wenige es noch aufrecht erhalten, dass die belebende Kraft der zur Transfusion verwendeten Flüssigkeit in den morphologischen Elementen des transfundierten Blutes zu suchen sei. Aber wenn Jemand gegenwärtig mehr geneigt sein sollte, die günstigere Wirkung dieser Flüssigkeit aus ihrem Eiweissgehalte zu erklären, so fehlen auch hierfür bis jetzt die experimentellen Beweise. Es bedarf eben neuer Versuche, die ich hier zunächst folgen lasse.

Die Anordnung der Versuche war dieselbe, wie ich sie schon oben für die Experimente mit Kochsalzlösung beschrieben habe, und sie unterscheiden sich von diesen nur dadurch, dass anstatt einer neutralen 0,6procentigen Kochsalzlösung andere Flüssigkeiten, nämlich eiweisshaltige, gebraucht worden sind.

Ich lasse die Versuche auch in tabellarischer Darstellung, wie früher, folgen. Zur Infusion wird zuerst Pferdeblutserum gebraucht, welches in folgender Weise gewonnen worden. Beim Schlachten eines Pferdes wird das Blut aus den durchschnittenen Halsgefässen in einem hohen ganz trockenen Glascylinder aufgefangen. Unmittelbar nach der Gerinnung wird der Blutkuchen mit einem Messer an seiner Oberfläche vom Glase, an welchem er festhaftet, abgetrennt, dann sorgfältig bedeckt und die Nacht über ruhig stehen gelassen. Das ausgeschiedene Blutserum wird am nächsten Tage vorsichtig mit einem Heber in ein anderes Gefäss übertragen. Es enthält bei mikroskopischer Untersuchung keine Blutzellen und hat blos in dicker Schicht bei durchfallendem Licht einen rosenfarbenen Schein. Das Serum wird bis zur Körpertemperatur erwärmt und dem Hunde unter Anwendung der gewöhnlichen Vorsichtsmaassregeln infundirt.

Versuch No. 7. Weiblicher kurzhaariger gefleckter, vollkommen ausgewachsener Hund. Berechnete Blutmenge = 562 g. Aderlass = 375 ccm (circa $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes). Infusion eines gleichen Volumens Pferdeserum.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
						Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
3. Aug.	V.d.Vers. 8—10' n. d. Vers.	7300	8,08	19,6493	0,9022	100	100	100	Der Hund war schon den nächsten Tag nach der Operation ganz munter.
4. -	2	—	3,33	12,0144	0,8346	—	61	93	
5. -	3	—	3,51	12,3465	1,1366	43	63(62,8)	126	
7. -	5	—	3,42	12,2930	0,9358	42	63(62,6)	104	
12. -	10	—	3,57	12,9778	0,8718	44	66	97	
16. -	14	—	5,19	—	—	64	—	—	
19. -	17	—	6,18	15,8936	0,8934	76	81	99	
24. -	22	—	7,42	16,8600	0,9093	92	86	101	
3. Sept.	32	—	9,04	19,6883	0,8574	111	100	95	

Der Vergleichung wegen lasse ich gleich noch zwei Versuche folgen, die mit Hundeblutserum angestellt worden sind. Das Serum wurde durch Centrifugiren theils geronnenen theils defibrinirten Hundeblutes hergestellt. Das erstere hatte einen viel schwächeren rosenfarbenen Schein als das letztere. Das Serum wird den Hunden in gleicher Weise wie im Versuch No. 7 infundirt.

Versuch No. 8. Weiblicher, kurzhaariger, älterer Hund. Der eine Hinterfuss ist dünner und überhaupt weniger entwickelt als der andere, auch seine Temperatur ist niedriger. Der Hund hinkt infolgedessen beim Gehen etwas, ist sonst aber vollkommen gesund und munter. Berechnete Blutmenge = 431 g. 200 ccm (etwas weniger als die Hälfte des Gesamtblutes) werden durch dieselbe Menge Hundeserum ersetzt.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
						Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
2. Sept.	V.d.Vers. 5—10' n. d. Vers.	5600	9,09	18,8599	0,8243	100	100	100	Der Hund war schon den nächsten Tag nach der Operation ganz munter.
3. -	2	—	4,85	14,6241	0,8772	—	78	106	
6. -	5	—	5,16	13,3744	0,8478	57	71	103	
13. -	12	—	6,59	—	—	72	—	—	
16. -	15	5770	5,79	—	—	64	—	—	
27. -	25	—	9,47	18,0274	0,9115	104	96	111	
13. Oct.	41	—	7,51	18,3942	0,8285	83	98	101	
28. -	56	6300	9,31	18,5055	0,8524	102	98	103	

Versuch No. 9. Ganz junger, kurzhaariger, männlicher Hund. Die Milchzähne wurden während der Zeit gewechselt, wo der Hund beobachtet wurde. Berechnete Blutmenge = 831 g. 510 ccm (etwas weniger als zwei Drittheile des Gesamtblutes wurden durch die gleiche Menge Hundeserum ersetzt.

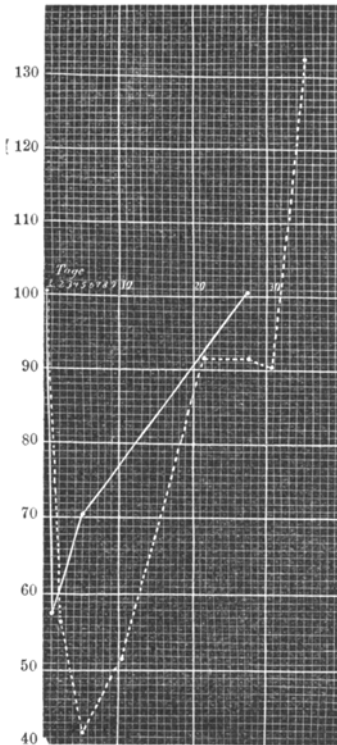
Datum.	Nummer des Ver- suchs- tages.	Ge- wicht des Hun- des in g.	Zahl der Blut- zel- len.	In Procenten be- rechneter Mittel- werth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an Zel- organ. anorg. len. Bestandth.			Bemerkungen.
3. Oct.	V.d.Vers. 5' n. d. Versuch	10800	8,85	17,4998	0,8644	100	100	100	Den 14. Oct. sieht der Hund angegrif- fen aus, erholt sich aber schon in den nächsten Tagen.
		—	—	11,0805	0,8691	—	63	101	
4. -	2	—	4,25	—	—	48	—	—	
7. -	5	—	5,00	14,0820	0,9773	56	80	113	
1. -	9	—	6,32	15,0693	0,8224	71	86	95	
8. Nov.	27	—	11,55	18,1590	0,9235	131	104	107	
8. -	37	—	9,71	17,7699	0,8770	110	102	101	

Den 7. December starb der Hund, und zwar wie die Obduction zeigte, an einer Lungenentzündung.

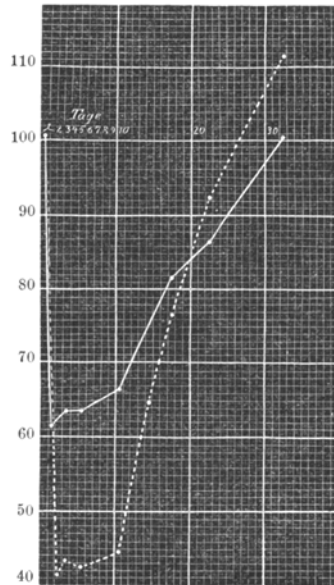
Graphisch lassen sich die beschriebenen Versuche in folgenden Curventafeln darstellen.

Wenn wir die letzten Versuche unter einander vergleichen, so sehen wir, dass eine auffallende Aehnlichkeit zwischen denselben existirt, obwohl der erste Versuch (No. 7) mit fremdartigem Blutserum und die beiden anderen (No. 8 und 9) mit gleichartigem ausgeführt worden sind. Aber eine kaum geringere Aehnlichkeit lässt sich auch mit den früher beschriebenen Kochsalzversuchen nachweisen. Wirklich finden sich alle wesentlichen Punkte, auf die wir in diesen aufmerksam gemacht haben, auch in den Versuchen mit Serum, gleichgültig ob fremdes oder gleichartiges zur Infusion verwendet worden ist. Denn auch das um einige Procente geringere Sinken der organischen Bestandtheile in einigen der Serumexperimente gegenüber der Kochsalzinfusion erklärt sich unschwer daraus, dass in den Fällen, wo Hundebloodserum eingebracht wurde, wegen Mangels an Material weniger Blut ersetzt worden ist, als in den entsprechenden Kochsalzversuchen. Beim Versuch No. 7, in dem genau $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes abgelassen und durch Pferdeblutserum ersetzt worden ist,

Versuch No. 4.



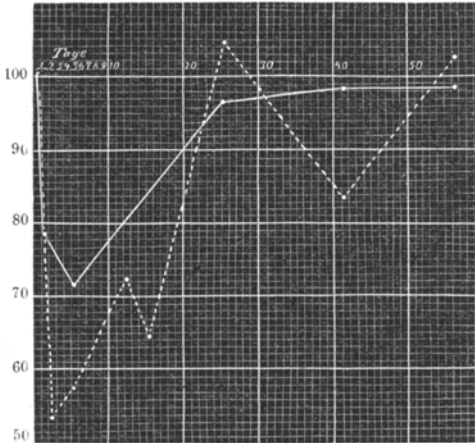
Versuch No. 7.



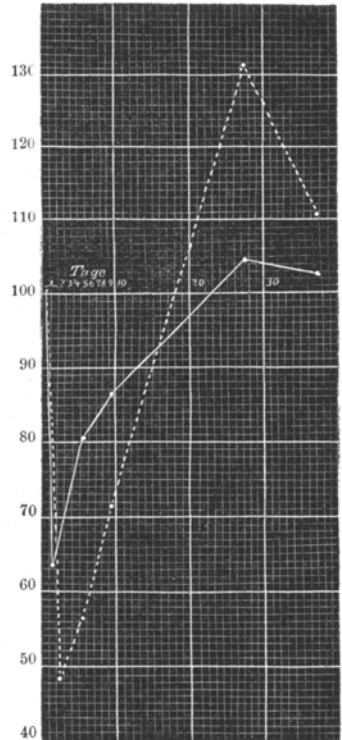
sehen wir, dass der Procentgehalt der organischen Stoffe im Blute fast genau auf dieselbe Zahl (39 und 40 pCt.) gesunken ist, wie im Versuch No. 2, wo auch $\frac{2}{3}$ des Blutes durch 0,6 pCt. Kochsalzlösung ersetzt wurde. Im Versuch No. 8 ist der Verlust an organischen Stoffen 29 pCt.; im entsprechenden Falle mit Kochsalzlösung (No. 1) 31 pCt. Doch ist hier auch etwas mehr Blut durch Kochsalzlösung als in No. 8 durch Hundeserum ersetzt worden.

Auch das Verhalten der Blutkörperchen nach Seruminfusion entspricht durchaus den Erfahrungen hinsichtlich der Kochsalzlösung. Im Versuch No. 7 (Pferdeserum) und No. 4 (Kochsalzlösung) fällt die Zahl der Blutzellen in beiden Fällen genau auf denselben Procentgehalt, nemlich auf 59 pCt. Und im Versuch No. 2, wo $\frac{2}{3}$ des Blutes entzogen und durch Kochsalzlösung er-

Versuch No. 8.



Versuch No. 9.



setzt wurden, sehen wir sogar, dass die Zahl der Blutzellen weniger gefallen ist, als in dem entsprechenden Versuch No. 7 mit Pferdeserum. Was endlich die Zeit anlangt, in welcher die Regeneration der organischen Bestandtheile sowie die der Blutzellen in den Serumversuchen vollendet ist, so schwankt sie in ganz ähnlichen Grenzen, wie nach der Infusion von Kochsalzlösung.

Nach diesen Erfahrungen dürfen wir uns berechtigt halten, es auszusprechen, dass der Grad der Hydrämie, der Abfall der Zahl der Blutkörperchen und der bis zur Ausfüllung der entstandenen Defecte erforderliche Zeitraum ganz die gleichen sind, wenn der Ersatz des verlorenen Blutes durch Blutserum oder durch 0,6 pCt. Kochsalzlösung geschehen ist¹⁾.

¹⁾ Hieraus folgt freilich noch nicht, dass Blutserum überhaupt in seinem

Dieses Ergebniss erscheint vorzugsweise auffallend hinsichtlich der organischen Bestandtheile. Wo, so fragt man billig, sind die Eiweisskörper geblieben, die mit dem Blutserum in's Gefässsystem eingeführt worden sind? Der Eiweissgehalt des Serum beträgt ca. 8 pCt., und um eine entsprechende Menge müsste doch mindestens die Hydrämie nach der Seruminfusion der nach der gleichgrossen Kochsalzeinspritzung nachstehen. Eine etwaige Albuminurie als ein Mittel zu denken, mittelst dessen sich der Organismus von den eingeführten Eiweissstoffen befreite, dazu wird auch sonst sich schwerlich jemand entschliessen; hier aber kommt diese Ueberlegung einfach in Wegfall, weil es weder nach der Infusion von Hunde-, noch nach der von Pferdeserum eine Albuminurie giebt.

Offenbar kann das infundirte Serumeiweiss nur auf dem gewöhnlichen Wege des Stoffwechsels beseitigt werden. Die Zahl der bisher vorliegenden modernen Stoffwechselbeobachtungen an Thieren, die eine Transfusion durchgemacht hatten,

Verhalten gegen den thierischen Organismus in jeder Beziehung der Kochsalzlösung gleichgestellt werden darf. Insbesondere habe ich, wenn ich hier von Blutserum einer fremden Thierspecies spreche, in Bezug auf den Hund nur Pferdeserum im Sinne. Letzteres hat specielle Eigenschaften, die dem Blutserum vieler anderer Thierspecies keineswegs zukommen, hauptsächlich hinsichtlich der Wirkung, welche es auf die geformten Elemente des Blutes anderer Thiere ausübt. Das Pferdeblutserum greift nämlich, wie schon Landois (Die Transfusion des Blutes. Leipzig, Verlag von Vogel. 1875. S. 151) hervorgehoben, die Blutkörperchen anderer Säuger fast gar nicht an. In meinen Versuchen mit Pferdeserum, die ich kurz in der Berliner physiologischen Gesellschaft und in der Gesellschaft für innere Medicin mitgetheilt habe, wurde nur der Beweis geliefert, dass das Pferdeblutserum ein lebensrettendes Mittel bei acuter Anämie der Hunde sein kann; ich war aber weit davon entfernt, es als ein solches allgemein und besonders beim Menschen zu empfehlen. Mir war es vor Allem um ein neues physiologisches Experiment zu thun, durch das sich zeigen liess, dass eine blutzellenfreie Flüssigkeit im Stande ist, die Functionen im verbluteten Organismus unter Umständen wieder herzustellen. Dass aber diese Versuche ohne jede strenge Kritik auf die menschliche Therapie angewendet werden würden, wie es kürzlich durch Hiller (Zeitschrift für thierische Medicin Bd. V. Heft 1. 1882) in der Leyden'schen Klinik geschehen ist, das hatte ich nicht erwartet und möchte jede Verantwortlichkeit dafür nachdrücklichst ablehnen.

ist allerdings noch sehr gering. Forster¹⁾ hat bei Hunden, die im Stickstoffgleichgewicht sich befanden, den Einfluss des infundirten Hunde- und Pferdeblutserum auf die Production von Harnstoff, resp. Stickstoff studirt. Die Anordnung seiner Versuche unterschied sich von der der unsrigen blos dadurch, dass der betreffenden Infusion keine Depletion vorherging. Forster fand, dass die Harnstoffausscheidung, sofort nach der Infusion zunahm, und im Laufe von ca. drei Tagen wieder zur früheren Norm zurückkehrte und der Zahl, welche dem Gleichgewichtszustande entsprach, gleich wurde. Der Ueberschuss von Stickstoff, welcher sich in dem entleerten Harnstoff nachweisen liess, war vollkommen gleich der Menge von Stickstoff, die in dem infundirten Blutserum enthalten war. Gleiche Ergebnisse traten nicht nur bei Pferdeblutserum, sondern auch bei der Infusion von Hundeserum auf. Demnach, sagt Forster²⁾, wird auch das Eiweiss des gleichartigen Blutserum im Organismus des Versuchstieres in derselben Weise und Quantität in die Bedingungen des Zerfalls gezogen, wie dies mit den durch die Verdauungsapparate aufgenommenen Eiweissstoffen des gefütterten Fleisches geschieht. Eiweiss im Harn nach Infusion von Pferde- oder Hundeblutserum hat auch Forster bei dem Versuchsthiere nicht constataren können.

Diese Versuche von Forster lehren uns den Weg, auf welchem das als Blutserum infundirte Eiweiss von dem Organismus ohne alle Albuminurie zersetzt und ausgeschieden wird. Somit wird die Vermuthung nicht zu gewagt sein, dass auch in den Fällen, wo der Infusion eine gleich grosse Depletion vorausgegangen ist, die Verhältnisse sich analog verhalten, und das um so mehr, als in unseren Versuchen zwar die Steigerung der Harnstoffausscheidung nicht direct nachgewiesen, um so sicherer aber das Verschwinden des infundirten Eiweisses im Blute ohne jede Albuminurie dargethan ist. Ein positiver, experimenteller Nachweis hierüber, den ich nicht angestellt habe, würde immerhin willkommen sein.

Wie dem aber auch immer sei, so geht doch aus unseren Erfahrungen und den bisher bekannten Stoffwechseluntersuchun-

¹⁾ Beiträge zur Lehre von der Eiweisszersetzung im Thierkörper. Zeitschrift für Biologie XI. Bd. 1875. S. 496.

²⁾ l. c. S. 526.

gen soviel hervor, dass es nicht der Eiweissgehalt ist, welcher das Blutserum ganz allgemein zum lebensrettenden Mittel gegenüber der acuten Anämie befähigt. Denn da das infundirte Serumeiweiss den Körper des Versuchsthieres in ganz kurzer Frist wieder verlässt, so kann sein Einfluss im besten Falle ein nur vorübergehender sein. Bei Blutverlusten bis zu ca. $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutquantum werden wir deshalb das entscheidende Gewicht auch für das Blutserum lediglich auf das Flüssigkeitsvolumen legen.

Wenden wir uns jetzt zu demjenigen Mittel, welches von den meisten Autoren — wenigstens seit Panum's Arbeiten — als zweckmässigstes anerkannt und am häufigsten zur Transfusion verwendet worden, nämlich dem defibrinirten Blute der gleichen Species.

Defibrinirtes Blut unterscheidet sich bekanntlich von dem unversehrten in den Gefässen circulirenden dadurch, dass die Blutkörperchen statt in Plasma, in Serum suspendirt sind. Von der sehr grossen Mehrzahl der Aerzte und auch der Autoren wird in der That angenommen, dass der einzige Effect des Schlagens in der Entfernung der Fibringeneratoren bestehe, die rothen Blutkörperchen selber aber dadurch in ihrem Verhalten und ihren Functionen kaum irgendwie geschädigt werden. In die Blutgefässe eines anderen Thieres derselben Species eingebracht, soll das defibrinirte Blut im Stande sein, weiterzuleben und zu functioniren. Man soll es einem anderen Individuum, wie der technische Ausdruck lautet, „transplantiren“; unter günstigen Umständen sogar ziemlich die ganze Blutmenge eines Thieres durch defibrinirtes Blut eines anderen Thieres derselben Art „substituiren“ können.

Worauf nun stützt sich eine so weittragende Annahme? Zunächst darauf, dass einige Erscheinungen nach der Infusion defibrinirten Blutes nicht auftreten, die an sich unzweifelhaft auf einen Untergang von Blutkörperchen hinweisen, nämlich die Lackfarbe des infundirten Blutes und Hämoglobinurie, oder doch wenigstens Albuminurie. Das ist ganz richtig, aber diese Symptome beweisen doch nur ein rasches Zugrundegehen der Blutzellen, und aus ihrem Fehlen folgt noch ganz und gar nicht, dass die eingebrachten Blutkörperchen in dem neuen Gefässsystem

fortexistiren und functioniren, wie dessen alte. Auch dass nach der Transfusion einer mässigen Quantität gleichartigen geschlagenen Blutes der Blutempfänger keinerlei bemerkbare krankhafte Zeichen darbietet, ist doch ein schwacher Beweis für die unbeschränkte Lebensfähigkeit der Blutkörperchen im neuen Gefässsystem. Wenn man aber vor allem sich auf die lebensrettende Wirkung von Bluttransfusionen auf verblutete Thiere und Menschen beruft, so haben die Kochsalzinfusionen der neuesten Aera uns diese Fälle ganz anders beurtheilen gelehrt. Möglich, dass auch das defibrinirte Blut blos als unschädliche Flüssigkeit wirkt; und selbst das ist noch nicht ausgemacht, weil die Beobachtungen der betreffenden Versuchsthiere bisher nicht über die ersten Tage ausgedehnt worden sind.

Auch fehlt es schon heute nicht an Stimmen, welche weniger zuversichtlich und sanguinisch von dem Schicksal des infundirten defibrinirten Blutes sprechen; auf Grund von Versuchen, von denen ich einige in Kürze mittheilen werde, sagt Hayem: *Nous pouvons dire, que le sang défibriné est voué à une mort certaine. Le sang d'un animal ne peut être impunément tiré hors de l'organisme et mis en contact avec des corps étrangers avant d'être réintroduit. Il est tué, ou pour parler d'une manière plus exacte, il est frappé à mort etc. . . . Le sang d'un animal, lorsqu'il a été défibriné, fût-ce dans les meilleurs conditions, ne peut plus être greffé, non pas à un animal de la même espèce, mais à l'individu même, qui l'a fourni.*

Von seinen Versuchen mögen die folgenden genügen:

Einem kräftigen Hunde von 15 kg Gewicht wurden am 8. Februar 540 ccm Blut entzogen. Darauf wird es defibrinirt und colirt; wobei 80 ccm verloren gehen. Der Rest von 460 ccm wird in die linke V. saphena injicirt.

Die Zahl der Blutkörperchen war vor dem Versuche 6410000 in 1 cmm. Am nächsten Tage beträgt sie 7300000. Von da fängt die Zahl der Blutkörperchen an zu sinken, bis sie am 11. Tage nach der Transfusion auf 3616000 gesunken, also ungefähr auf die Hälfte der früher vorhandenen Menge. Vom 12. Tage ab beginnt die Blutzellenzahl wieder zuzunehmen, bleibt aber selbst am 14. März noch unterhalb der ursprünglichen Norm, nemlich 5541000.

Bei einem anderen Versuche ist der Hund nur eine kürzere Zeit beobachtet worden, da ein nachträglicher Blutverlust die weitere Beobachtung aufzugeben veranlasste. Es handelte sich um einen kräftigen Bullenbeisser, der 10,5 kg schwer war. Demselben wurden 400 ccm Blut abgezapft, wel-

ches defibrinirt dem Hunde in die linke V. saphena externa wieder transfundirt wurde. Vor dem Versuche hatte der Hund im Cubikmillimeter 5231800 Blutkörperchen. Drei Tage nach der überstandenen Transfusion waren 5559000 Blutkörperchen in demselben Volumen vorhanden. Am 7. Tage ist die Zahl auf 3463000 gesunken. Am 8. Tage kam die nachträgliche Hämorrhagie, welche die Beobachtung sistirte.

Diesen beiden Versuchen füge ich noch eine Stelle hinzu, wo Hayem die Wirkung des defibrinirten Blutes so charakterisirt: Quand on remplace par du sang defibriné une quantité de sang, dont la perte serait immédiatement mortelle, on ne fait que retarder la mort.

Meine eigenen Versuche mit defibrinirtem Blute habe ich nun so angestellt, dass ich einerseits die Zahl der im Gefässsystem circulirenden Blutkörperchen durch Zählung ermittelte, andererseits aber den Gehalt, resp. die Abnahme an organischen Stoffen im Blute zu verschiedenen Fristen bestimmte. In dieser Weise war — trotz des Fehlens von Serumeiweissbestimmungen — bis zu einem gewissen Grade ein Befund im Stande den anderen zu controliren und auf die möglicher Weise entstandenen Fehler aufmerksam zu machen. Im Uebrigen habe ich auch bei den Experimenten mit defibrinirtem Blut dasselbe Verfahren eingeschlagen, wie bei den früheren Versuchen. In den ersten zwei Fällen wurde defibrinirtes Blut anderer Hunde zur Transfusion benutzt, im dritten wurde dem betreffenden Hunde sein eigenes Blut infundirt, nachdem es abgezapft durch Schlagen und Coliren mittelst dünner Leinwand defibrinirt und von den vorhandenen Fibrinflocken befreit worden war. Das Blut wurde stets sofort zur Transfusion verwendet, so dass die Zeit, welche zwischen dem Aderlass und der Transfusion verlief, höchstens $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde betrug. Dadurch waren die Chancen, dass man es mit „lebendem“ Blut zu thun habe, die möglichst günstigen. Des Ferneren wurde dafür gesorgt, dass die Erwärmung des Blutes vor seiner Transfusion unter constantem Rühren auf einem Wasserbade geschah, und die Temperatur nicht über 39—41,5° C. steigen konnte.

Versuch No. 10. Vollkommen ausgewachsener, kräftiger, männlicher Bullenbeisser. Berechnete Blutmenge = 1408 g. 625 ccm (= weniger als die Hälfte des Gesamtblutes) wurden durch dieselbe Menge defibrinirten Blutes, welches von einem anderen Hunde (im Versuch No. 4 citirt) entnommen worden, ersetzt. Das Blut, welches zur Transfusion gebraucht worden ist,

enthielt vor der Defibrination 17,3931 pCt. organische und 0,8514 anorganische Bestandtheile. Die Blutzellenzahl in einem $\frac{1}{400}$ qmm betrug = 7,98.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
				organ.	anorg.	Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
7. Sept.	V.d.Vers. 10' n. d. Versuch.	18300	11,55	21,4588	0,8361	100	100	100	
8. -	2	—	—	19,5199	0,8096	—	91	97	
9. -	3	—	9,44	—	—	82	—	—	
11. -	5	—	10,29	20,1587	0,8396	89	94	100	
12. -	6	—	9,05	19,4554	0,8681	78	91	104	
13. -	7	—	7,69	—	—	67	—	—	
16. -	10	—	9,01	—	—	78	—	—	
27. -	21	—	8,19	19,4559	0,8691	71	91	104	Gegen den 28. Oct. ist an einer Pfote ein haselnussgrosser Abscess bemerkt und incidirt. Die Eiterung hielt noch über eine Woche an.
7. Oct.	31	—	8,77	19,3108	0,9123	76	90	109	
11. -	35	—	9,53	—	—	83	—	—	
23. -	47	—	9,36	19,2976	0,8697	81	90	104	
7. Nov.	62	—	8,13	19,6282	0,8874	70	91	106	
23. -	77	—	10,49	20,4948	0,9119	91	96	109	
29. -	83	14620	10,82	—	—	94	—	—	
			11,08	21,6234	0,8573	96	101	103	

Versuch No. 11. Vollkommen ausgewachsener, männlicher, ziemlich magerer Windhund. Berechnete Blutmenge = 1231 g. 740 ccm (ca. 80 g weniger als $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes) werden durch dieselbe Menge defibrinirten Blutes ersetzt, welches einem anderen ältlichen, obwohl auch gesunden Hunde, der 10,54 Blutkörperchen in $\frac{1}{400}$ qmm hatte, entzogen worden. Das defibrinirte Blut dieses Hundes enthielt 19,9648 pCt. organische und 0,8843 anorganische Bestandtheile.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
				organ.	anorg.	Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
12. Oct.	V.d.Vers. 5' n. d. Versuch.	16000	11,27	20,1761	0,9022	100	100	100	Der Hund ist vollkommen munter.
13. -	2	—	—	20,8612	0,8523	—	103	94	
14. -	3	—	5,38	—	—	48	—	—	Den 21. Nov. wurde der Hund todt gefunden, nachdem er noch magerer als früher geworden war.
17. -	6	—	8,77	18,8599	0,8614	78	93	95	
21. -	10	—	8,03	17,5886	0,8952	71	87	99	
24. -	13	—	7,19	—	—	64	—	—	
6. Nov.	26	—	6,73	16,9337	0,8114	60	84	90	
			6,83	17,2441	0,8753	61	85	97	

Versuch No. 12. Gut genährte älterliche (die vorderen Zähne sind etwas abgerieben) kurzhaarige Hündin. Das berechnete Blutquantum = 2062. Es wurde dreimal ein Aderlass gemacht mit einem Zwischenraum von je 10 Minuten, das aufgefangene Blut defibrinirt, colirt und im Wasserbade erwärmt (die Temperatur stieg nicht über 39° C.) und in die V. jugularis ext. wieder infundirt.

Der 1. Aderlass war 500 ccm, wieder infundirt 400 ccm, Verlust = 100 ccm ¹⁾

- 2.	-	-	730	-	-	700	-	-	=	30	-
- 3.	-	-	590	-	-	550	-	-	=	40	-
Sa. = 170 ccm.											

Die 2. und 3. Blutmenge enthielt hiernach bereits solches Blut, welches schon der Defibrination unterworfen gewesen ist, und es würde sich berechnen lassen, dass in den 730 ccm wir nur 553 ccm und in den 590 ccm nur 288 ccm zum ersten Mal geschlagen haben, also im Ganzen 500 + 553 + 288 = 1341 ccm, was etwas weniger als $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes ist. Der ganze Versuch dauerte zwei Stunden lang. Der Hund war sofort im Stande wieder herumzulaufen, nachdem er nach Beendigung der dritten Transfusion wieder losgebunden war.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
				organ.	anorg.	Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
1882.									
18. Dec.	V.d.Vers. 7—10' n. d. Vers.	26800	9,63	20,3800	0,8751	100	100	100	Der Hund ist ganz munter.
		—	—	21,2219	0,8492	—	104	97	
19. -	2	—	9,17	—	—	95	—	—	
22. -	5	26300	9,10	17,9775	0,8874	94	88	101	
28. -	11	24400	8,20	18,4900	0,8914	85	91	102	28. Dec. Der Hund ist abgemagert.
1883.									
5. Jan.	18	—	9,70	19,3941	0,8713	101	95	100	
10. -	23	—	9,92	—	—	103	—	—	
15. -	28	24500	8,26	19,2034	0,8725	86	94	100	
27. -	40	23600	9,45	19,1357	0,8704	98	94	99	

Bevor ich auf die Besprechung der soeben beschriebenen Versuche eingehe, will ich noch die Beobachtungen anführen, welche ich mit ganzem Blut also bei directer Transfusion

¹⁾ Der Verlust von 100 ccm ist darum so gross, weil zur Blutanalyse 4 Proben entnommen wurden, davon 2 von defibrinirtem Blut. Die Differenz im Gehalt an organischen Blutbestandtheilen im letzteren und im ganzen Blute ward 0,0331 pCt. gleich gefunden.

des Blutes aus der Carotis eines Hundes in das Venensystem (V. jugularis ext.) eines anderen gemacht habe.

Einer der beiden zum Versuche benutzten Hunde spendete sein Blut dem anderen durch einen Gummischlauch von ca. $\frac{1}{2}$ m Länge, der die Carotis des Gebers mit der V. jugularis ext. des Empfängers verband. Die Menge des übergeströmten Blutes wurde dadurch bestimmt, dass eines der Versuchsthiere sammt dem Brette, auf welchem es befestigt war, auf eine Wagschale gelegt war. Die Differenz im Gewichte vor und nach der Transfusion bezeichnete genau das Quantum des übergeleiteten Blutes. Nach der Vollendung der Transfusion wurde auch das Gewicht des anderen Hundes, sei es des Gebers oder des Empfängers geprüft: die erhaltenen Resultate waren stets übereinstimmend.

Versuch No. 13. Mehrjähriger, langhaariger, weiblicher Hofhund. Berechnete Blutmenge = 754 g. Aus der freigelegten Carotis wurden 375 ccm (ca. $\frac{1}{2}$ des Gesamtblutes) abgelassen (alles was überhaupt nur herausfloss) und durch 460 g Blut mittelst einer directen Transfusion von einem anderen, gutgenährten, kräftigen, mehrjährigen Hunde ersetzt, welcher in $\frac{1}{100}$ qmm Blut 10,57 Blutzellen hatte. Der Procentgehalt des Blutes dieses Hundes an organischen Bestandtheilen war = 20,9760, an anorganischen = 0,8564.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an			Bemerkungen.
				organ.	anorg.	Zellen.	organ. Bestandth.	anorg. Bestandth.	
1882.									
31. Oct.	V.d.Vers. 10' n. d. Versuch.	9800	10,95	19,9056	0,8841	100	100	100	
		—	—	20,5098	0,8235	—	103	93	
1. Nov.	2	—	8,88	—	—	81	—	—	
2. -	3	—	9,15	20,2250	0,7982	84	102	90	
4. -	5	—	9,39	18,9904	0,8950	86	95	101	
9. -	10	—	5,82	16,0259	0,9529	53	81	108	
21. -	22	—	5,24	15,8271	0,9253	48	80	105	
5. Dec.	36	—	7,28	18,6976	0,8676	66	93	98	
16. -	47	—	8,20	18,4107	0,8293	75	92	94	
31. -	62	—	10,18	19,4427	0,8602	93	98	97	
1883.									
2. Jan.	64	—	7,06	—	—	64	—	—	
6. -	68	—	7,39	—	—	67	—	—	
15. -	77	8300	8,59	19,4043	0,8350	78	97	94	
28. -	90	8750	10,89	20,4054	0,9129	99	103	103	

Vom 8. bis 12. Nov. sah der Hund sehr matt aus und verweigert das Futter.

Versuch No. 14. Vollkommen ausgewachsener, gutgenährter, sehr lebhafter, kurzhaariger, männlicher Hund. Berechnete Blutmenge = 646 g. Aus der Carotis werden 430 ccm Blut (ca. $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes) abgelassen (bis keines mehr abfließt) und durch eine directe Transfusion durch dieselbe Menge von einem anderen, kräftigen, erwachsenen Treibhunde ersetzt, welcher in $\frac{1}{100}$ qmm Blut 9,38 Blutzellen hatte. Der Procentgehalt des Blutes dieses Hundes an organischen Bestandtheilen war = 20,8260 und an anorganischen = 0,8852.

Datum.	Nummer des Versuchstages.	Gewicht des Hundes in g.	Zahl der Blutzellen.	In Procenten berechneter Mittelwerth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an Zel- organ. anorg. len. Bestandth.			Bemerkungen.
10. Nov.	V.d.Vers.	8400	8,45	16,4010	0,9048	100	100	100	Der Hund hat sofort nach der Transfusion gebrochen, war aber ganz munter, sowie auch die folgenden Tage. Den 22. Nov. ist der Hund sehr abgemagert. Er hat einen eitrigen Ausfluss aus der Nase und frisst fast gar nicht.
	15' n. d. Transfus.	—	—	19,4369	0,8819	—	119	97	
11. -	2	—	9,86	—	—	117	—	—	
12. -	3	—	9,92	20,6516	0,8772	117	126	97	
14. -	5	—	8,82	19,7062	0,8926	104	120	99	
22. -	13	—	5,45	16,2776	0,9444	64	99	104	

Am 29. November Tod. Section: Der Hund ist sehr abgemagert, die Operationswunde ist an einer kleinen Stelle noch nicht überhäutet, die entsprechenden Stellen der benutzten Gefäße zeigen feste Thromben. Sämmtliche Gewebe und Organe sehen auffallend anämisch aus. Das Herz enthält 10—20 ccm dünnflüssiges Blut und ausserdem Gerinnsel mit ganz blasser Speckhaut. In den Lungen finden sich kleine atelectatische Stellen.

Versuch No. 15. Junger, obwohl ausgewachsener, sehr munterer glatthaariger Hund. Berechnete Blutmenge = 585 g. Es werden 397 ccm (ca. $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes) soviel nur fließen will, entleert und mittelst directer Transfusion derselben Menge von einem anderen erwachsenen schwarzen Hunde (der in $\frac{1}{100}$ qmm 8,64 Blutzellen hat) ersetzt. Der Procentgehalt an organischen Bestandtheilen betrug bei diesem Hunde 21,4874 und an anorganischen 0,9831.

Datum.	Nummer des Ver- suchs- tages.	Ge- wicht des Hun- des in g.	Zahl der Blut- zel- len.	In Procenten be- rechneter Mittel- werth aus zwei Blutproben von organ. anorg. Bestandtheilen des Blutes.		Relation zum früheren als 100 angenommenen Gehalte des Blutes an Zel- organ. anorg. len. Bestandth.			Bemerkungen.
1882.									
26. Nov.	V. d. Vers.	7600	8,36	20,7325	0,8802	100	100	100	
	10' n. d.	—	—	21,3140	0,8457	—	103	96	
	Transfus.								
27. -	2	—	7,63	—	—	91	—	—	
28. -	3	—	8,25	—	—	99	—	—	
30. -	5	—	8,08	—	—	97	—	—	
6. Dec.	11	7100	6,65	17,9982	0,8718	80	87	99	
14. -	19	—	5,71	15,6193	0,8997	68	75	102	
31. -	36	—	8,68	18,7553	0,8586	104	90	98	
1883.									
6. Jan.	42	—	9,02	—	—	108	—	—	
15. -	51	8200	9,98	18,9600	0,8875	120	91	101	
28. -	64	8250	9,82	20,6407	0,8720	117	100	99	

Bei der Prüfung der letzten theils mit defibrinirtem, theils mit ganzem Blute angestellten Versuche sehen wir nun sofort, dass in allen Fällen der Gehalt des Blutes der Thiere an organischen Bestandtheilen stark abnimmt im Vergleich mit dem ursprünglichen, und dass diese Abnahme geschieht durchaus unabhängig davon, ob das transfundirte Blut reicher an den genannten Bestandtheilen, als das des Empfängers gewesen ist, oder nicht. In meinen Versuchen ist gerade in den Fällen, wo das transfundirte Blut im Vergleich mit dem Blute des Hundes, welchem es transfundirt wurde, besonders reich an organischen Stoffen war, die nachträgliche Abnahme derselben am deutlichsten zu erkennen.

Wird das Blut vorher defibrinirt oder wurde es direct als undefibrinirtes verwendet, so hatte das, wie gesagt, keinen erheblichen Einfluss auf den Verlauf des Versuches, nur dass bei unseren Hunden die Abnahme an organischen Bestandtheilen ausgesprochener war, wenn das Blut „direct“ transfundirt wurde. Auch machte es keinen erheblichen Unterschied, ob das zur Transfusion gebrauchte defibrinirte Blut einem anderen Individuum derselben Species oder dem zum Experiment gebrauchten Thiere selbst entzogen war. Mithin erzeugt man durch eine

Transfusion von Blut, sei es ganzes (directe Transfusion), oder defibrirtes (indirecte Transfusion), selbst wenn letzteres von dem betreffenden Thiere selbst stammt, bei dem Blutempfänger eine Hydrämie deren Grad desto stärker ist, je mehr von seinem früher vorhandenen Blute durch das transfundirte ersetzt worden ist.

Vergleichen wir den Grad der erzeugten Hydrämie nach Bluttransfusion mit der Hydrämie, welche nach der Anwendung von Flüssigkeiten entsteht, die keine morphologischen Elemente enthalten, so sehen wir, dass bei letzteren die Hydrämie eine fast um das Doppelte stärkere ist (vgl. die Tabellen). Dies ist ein, und zwar sehr bemerkenswerther, Unterschied zwischen dem Effecte des infundirten Blutes und dem des Serum, resp. der Kochsalzlösung. Eine zweite bedeutsame Differenz liegt in der Zeit, in welcher der stärkste Grad der Hydrämie zu Stande kommt. Während bei Kochsalzlösung und Serum die stärkste Hydrämie in der Zeit unmittelbar nach der Infusion eintritt, so finden wir bei der Bluttransfusion, dass die organischen Bestandtheile ihre stärkste Abnahme erst im Verlauf von einigen Tagen oder sogar Wochen erfahren. Im Versuch No. 15 habe ich die stärkste Blutverdünnung am 19. Tage beobachtet, und im Versuch No. 13 am 22. Tage.

Ein dritter Unterschied endlich in den Wirkungen der mehrgenannten Transfusionsflüssigkeiten besteht darin, dass die durch die Bluttransfusion erzeugte Hydrämie, trotzdem sie eine viel weniger starke ist, als die durch Kochsalzlösung entstandene, doch viel länger anhält, sodass der Organismus ungefähr 2mal soviel Zeit braucht, um sich von dem pathologischen Zustande, in den er versetzt worden ist, zu erholen. Die Bluttransfusion scheint der Entziehung einer Hydrämie nicht bloß nicht vorzubeugen, sondern obendrein noch im Gegensatz zu der wässrigen 0,6 procentigen Kochsalzlösung eine Art hemmenden Einfluss auf die Leistungen des thierischen Organismus zu üben, und auf diese Weise die Regeneration der organischen Stoffe viel längere Zeit zu verzögern. Am besten kann man die soeben geschilderten Verhältnisse aus der Curventafel No. IV erkennen, in welcher der Gehalt des Blutes der Versuchsthiere an organi-

schen Stoffen an verschiedenen Tagen und bei Anwendung verschiedener Transfusionsflüssigkeiten zusammengestellt ist.

Ich möchte es einstweilen dahingestellt sein lassen, ob dieser hemmende Einfluss, den das transfundirte Blut auf die Regeneration der organischen Bestandtheile in dem hydrämischen Organismus ausübt, auch die Ursache dafür gewesen ist, dass mehrere Hunde (Versuch No. 11 und 14 und andere, über die nicht in extenso berichtet worden) in einem relativ frühen Stadium der Beobachtung zu Grunde gegangen und andere vermuthlich nahe daran gewesen sind. Jedenfalls bleibt es sehr auffallend, dass Thiere, denen das entzogene Blut — und dies selbst in viel grösserer Quantität — durch Kochsalzlösung ersetzt worden war, sich durchgehends weit besser befanden und mir niemals Gelegenheit zur Beobachtung ähnlicher krankhafter Symptome darboten.

Das Verhalten der Blutkörperchen gestaltet sich nach der Bluttransfusion, gleichviel ob directer oder indirecter, im Ganzen und Grossen ähnlich dem der organischen Bestandtheile. Die Zahl der Blutzellen in einem Volumen Blut wird successive immer spärlicher und spärlicher, wobei diese Abnahme auch viel langsamer vor sich geht als nach Kochsalz- oder Serumtransfusion. Infolge dessen verschiebt sich auch das Minimum auf einen von der Transfusion entfernten Tag, als bei den anderen Transfusionsflüssigkeiten¹⁾. Auch die Regeneration der Blutzellen bis zur früher vorhandenen Menge kommt, in Uebereinstimmung mit der Regeneration der gesammten organischen Stoffe, viel später zu Stande, als es nach Kochsalz- oder Seruminfusionen beobachtet worden (vgl. Curventafel No. V). Während die Regeneration der Blutkörperchen nach Kochsalztransfusion im Laufe von 2 bis 4 Wochen gewöhnlich mit Ueberschuss vollendet ist, so schleppt sich die Regenerationsdauer nach Bluttransfusion in den meisten Fällen über das Doppelte dieser Zeit und mehr hinaus. Indess giebt es einen nicht unwichtigen quantitativen Unterschied in dem Grad der Oligocythämie und dem der Hydrämie nach der Bluttransfusion. Erstere, die Oligocythämie, wird nemlich viel stärker, als die Verarmung des Blutes an festen Bestandtheilen. In einzelnen Fällen ist sogar

¹⁾ Die farblosen Blutkörperchen nehmen in ihrer Zahl nach der Bluttransfusion schon in den ersten Tagen beträchtlich zu.

das Sinken der Zahl der Blutkörperchen fast ebenso bedeutend, wie nach der Infusion von Flüssigkeiten, die keine morphologischen Elemente enthalten. Man braucht nur die Zahlenverhältnisse bei Versuch NNo. 2 u. 8, 13 u. 14 oder bei Versuch No. 3 u. 11 zu vergleichen, um sich von der Richtigkeit des Gesagten zu überzeugen.

Mit diesen meinen Ergebnissen, die für ganzes und defibrirtes Blut bezüglich des entstehenden hydrämischen Zustandes und der Oligocythämie fast keinen nennenswerthen Unterschied darbieten, stimmt Hayem's Auffassung zwar für das defibrinirte, nicht aber für das ganze Blut überein. In Betreff des ganzen Blutes lauten seine eigenen Worte: „Tout autre est le resultat obtenu avec du sang complet. La même opération est suivie dans ce cas d'une survie définitive.“ Nun hat Hayem überhaupt nur die Zahl der Blutkörperchen geprüft, verkennnt auch selber nicht, dass seine Versuche zu sparsam an der Zahl sind, um entscheidende Bedeutung beanspruchen zu können; aber schon, wenn man diese seine wenigen Experimente mit ganzem Blut¹⁾ genauer prüft, so stellt sich ihr Ergebniss keineswegs als ein dem unsrigen entgegengesetztes heraus. Im Versuch XLIX sank die Zahl der Blutzellen am 7. Tage von 8252000 auf 6324000; am 27. Tage war sie aber wieder auf 8413000 gestiegen. Im Versuch L hat der Hund vor der Transfusion 5900000 Blutkörperchen in 1 ccm, nach der Transfusion 7505000, am 2. Tag 7168400, am 17. Tag 5744900. Demnach war beide Male ein Sinken in der resultirten Zahl der Blutzellen zu bemerken, ganz wie wir es in unseren eigenen Versuchen constatirt haben.

Nachdem wir nunmehr eine ausgiebige Einsicht hinsichtlich der Wirkungen der verschiedenen Transfusionsflüssigkeiten auf den Organismus solcher Thiere gewonnen haben, die grosse Blutverluste erlitten hatten, sind wir jetzt in der Lage, eben jene Flüssigkeiten in ihrer Bedeutung gegeneinander abzu-

¹⁾ Versuche, welche von Hayem mit ganzem Blut angestellt worden sind: Vers. XLIX: Ueberleitung von ungefähr 500 g Blut mit Hilfe des Possel'schen Apparates aus einer V. jugularis in die andere bei einem Hunde von 25 kg Gewicht, und Vers. L: Directe Transfusion von 220 g Blut von einem Hunde zu einem anderen, der 8500 g wog und dem 260 g Blut entzogen waren.

wägen, und so vielleicht die besonderen Vortheile zu eruiren, welche etwa die eine gegenüber der anderen hat. Ganz besonders gilt dies von der Bluttransfusion, die doch bis zum heutigen Tage als das in jeder Beziehung vollkommenste Mittel zur Bekämpfung eines grossen Blutverlustes gilt. Worin besteht, so fragen wir, der Vorzug der Bluttransfusion vor der Kochsalzlösung?

Vergleichen wir die directen Wirkungen beider, so ist beiden die Entwicklung einer nachträglichen Hydrämie ebenso gemeinsam, wie das starke Sinken der Zahl der Blutkörperchen. Doch sind nach der Bluttransfusion diese Folgezustände schwächer ausgesprochen als nach der Anwendung der Kochsalzlösung. Solch quantitativer Unterschied ist sicherlich nur die nothwendige Consequenz davon, dass in dem einen Falle eine von organischen und morphologischen Bestandtheilen gänzlich freie, im anderen eine an beiden relativ reiche Flüssigkeit in's Gefässsystem eingeführt worden, mithin eine verschiedenartige Mischung in beiden Fällen resultiren muss. Von dem procentischen Gehalt des transfundirten Blutes an organischen Stoffen muss es direct abhängen, ob überhaupt eine Hydrämie als directe Folge der Transfusion entsteht und wie bedeutend sie eventuell sein wird. War das zur Transfusion verwendete Blut reicher an Eiweiss als das Blut des Thieres, welchem es transfundirt wurde, so wird das letztere sogar in eine künstliche Hyperalbuminose versetzt, wie es z. B. in unserem Versuch No. 14 der Fall gewesen ist. Später freilich verschwindet dieser Zustand allmählich um in den entgegengesetzten einer ausgesprochenen Hydrämie überzugehen. Zu einer solchen kommt es, sei es nach oder ohne vorhergegangene Hyperalbuminose, in Folge der allmählichen Abnahme der organischen Bestandtheile des Blutes, ohne dass jedoch, wie mehrfach betont, die niedrigen Werthe erreicht würden, denen wir nach Kochsalzlösung begegnet sind. Darf man aber daraus schliessen, dass ein Theil der in die Gefässe eingebrachten organischen Stoffe nicht ausgeschieden, sondern als weiterlebende integrirende Masse dem Organismus angesetzt wird? Möglich wäre das schon, und die von Panum eingeführten technischen Ausdrücke „Transplantiren“ und „Substituiren“ sind ohne Zweifel geeignet, dieser Meinung Vorschub zu leisten. Nothwendig aber

ist dieser Schluss nicht, weil die geringere Abnahme der organischen Bestandtheile nach der Bluttransfusion im Vergleiche mit der nach Kochsalzlösung auch dadurch sich erklären lässt, dass, ehe der Organismus mit der Ausscheidung der infundirten organischen Bestandtheile fertig ist, bereits die Regeneration der neuen mehr oder weniger vorgeschritten ist. Lehrt doch die Erfahrung von der Kochsalz- oder Serumtransfusion, dass um die Zeit, wo die Zahlen, welche den hydrämischen Zustand nach Bluttransfusion angeben, ihre niedrigsten Werthe erreichen, die Regenerationsprozesse schon im lebhaftesten Gange sein können! In der That, woran soll die chemische Untersuchung erkennen, ob die gefundenen Eiweisskörper etc. des Blutserum und der Blutkörperchen schon früher im Blute des Versuchstieres sich befunden haben, oder erst durch die Bluttransfusion hineingebracht worden sind? Was aber kann auf der anderen Seite uns zu der Annahme berechtigen, dass zwar ein gewisser Theil des infundirten Blutes dem Zerfalle und der Ausscheidung anheimfalle, dagegen der andere unter denselben Bedingungen transfundirte dem verbluteten Organismus als lebendes Gewebe transplantirt werde? Hinsichtlich der gesammten organischen Stoffe des Transfusionsblutes können wir freilich nur von einem Theil — und zwar ungefähr der Hälfte — durch unsere Versuche den positiven Beweis der Ausscheidung und Elimination aus dem Gefässsystem des Empfängers liefern. Prägnanter aber sind die Resultate, wenn wir allein die morphologischen Elemente des Blutes in's Auge fassen. Denn obwohl auch in dieser Beziehung die bereits eingeleitete Regeneration der Blutkörperchen den Werth der Zählung beeinträchtigen konnte, so bot trotzdem in mehreren schon oben bezeichneten Versuchen die Abnahme der Blutzellen fast genau dasselbe Verhältniss, wie nach Kochsalzinfusion, und in den anderen kam dasselbe der letzteren wenigstens nahe. Sonach können von den transfundirten Blutkörperchen füglich keine zu lebendigen Elementen des Versuchshundes geworden sein, und ich halte es demnach nicht mehr für gewagt, wenn ich mein Urtheil dahin zusammenfasse, dass das transfundirte Blut völlig aus dem Körper des Individuum, welchem es beigebracht worden ist, ausgeschieden wird.

Auf welchem Wege dies geschieht, ist freilich zur Zeit noch

schwer zu bestimmen, weil bisher Stoffwechselversuche an Hunden, denen nach einem Blutverlust eine Bluttransfusion gemacht worden, weder in der Literatur mitgetheilt, noch auch von mir selbst ausgeführt worden sind. Lediglich über die Beschaffenheit des Harnes von Thieren, denen ohne vorherige Blutentziehung eine kleinere oder grössere Quantität von Blut in ihr Gefässsystem infundirt worden, giebt es eine Anzahl Arbeiten, doch sind auch hier meistens — so in den bereits citirten Versuchen von Forster, ferner denen von Tschirief¹⁾ und Albertoni²⁾ — die Versuchsthiere viel zu kurze Zeit beobachtet worden, um daraufhin Schlüsse ziehen zu können, die sich für unsere Frage verwerthen liessen. Allenfalls die Versuche von J. Worm-Müller³⁾ gewähren einigermaassen brauchbare Anhaltspunkte, obwohl auch in ihnen die Thiere in der Regel nicht länger als ca. 10 Tage, und manche nicht einmal so lange, beobachtet worden sind. Das Ergebniss der Müller'schen Experimente war nun, dass mit dem Tage der Blutinfusion Harnmenge und Harnstoffgehalt ansteigen, und dass, während die Zunahme der Harnmenge nicht in gleichem Grade anhält, die Vergrösserung der Harnstoffausscheidung so lange andauert, bis die Zählung der Blutkörperchen wieder die ursprünglichen Werthe, wie sie vor der Infusion gewesen, ergibt. Müller schliesst hieraus, dass das überschüssig eingebrachte Blut, und zwar die Blutflüssigkeit rascher als die Körperchen, im Organismus zerstört wird, und dass die Producte dieser Zerstörung zum Theil im Harn wieder erscheinen. Eine vollständige Uebereinstimmung im Verhalten unserer Hunde mit den Worm-Müller'schen wird man selbstredend nicht erwarten, da bei den unseren der Transfusion immer eine gleich grosse Blutentziehung vorausging, bei Müller's Thieren dagegen die Einspritzung in's normalgefüllte Gefässsystem geschah. Aber wenn wir z. B. auch von

¹⁾ Der tägliche Umsatz der verfütterten und der transfundirten Eiweissstoffe. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1875.

²⁾ La transfusion du sang et l'échange nutritif de l'organisme. Arch. ital. de biologie de C. Emery et A. Mosso. Tome II. Fasc. II. 1882.

³⁾ J. Worm-Müller, Transfusion und Plethora. Christiania 1875,

der Harnmenge absehen, so können wir doch hinsichtlich der übrigen Momente vermuthen, dass das durch die directe Untersuchung des Blutes thatsächlich nachgewiesene Verschwinden des transfundirten Blutes durch eine analoge Zerstörung desselben und nachfolgende Ausscheidung bewirkt wird. Verhält sich das aber so, so kann die Frage mit Recht aufgeworfen werden, ob die Zerstörung des in den Worm-Müller'schen Versuchen eingebrachten Blutquantums wirklich und hauptsächlich der künstlich erzeugten Plethora gilt, und nicht vielmehr schon einfach deshalb erfolgt, weil, wenn auch gleichartiges, so doch fremdes, defibrinirtes Blut in das Gefässsystem der Hunde infundirt war.

Mit der allmählichen, schliesslich aber vollständigen Ausscheidung des transfundirten Blutes gehen die Vorzüge verloren, welche die Bluttransfusion anfangs vor der Kochsalzlösung zu haben schien: im weiteren Verlauf vollends tritt bezüglich der Restitutio in integrum ein ausgesprochener Unterschied zwischen beiden Flüssigkeiten in dem Sinne hervor, dass das Blut sich als ein viel unzweckmässigeres Mittel erweist, als die 0,6 procentige Kochsalzlösung. Denn die volle Regeneration der festen Bestandtheile und der geformten Elemente des Blutes pflegt nach Kochsalzinfusion um das Doppelte rascher, oder sogar noch früher einzutreten, als es in der Regel nach Bluttransfusion geschieht. Am besten sehen wir dies an der vergleichenden Curventafel No. V, auf der in den Versuchen, bei welchen Flüssigkeiten gebraucht waren, die keine organischen Bestandtheile oder verhältnissmässig nur wenig von solchen enthielten, die betreffenden Curven schon lange und sogar weit hinaus über die normale Linie gestiegen sind, während die rothen Striche (Blut) noch tief unter derselben sich befinden und gewöhnlich nur sehr langsam bis zur Normallinie sich erheben. Es scheint demnach, dass die mit dem Blute eingeführten Substanzen einen für die Regeneration unvortheilhaften Einfluss ausüben. Der Körper braucht viel Zeit, um die transfundirten Stoffe auszuschcheiden, während dessen aber befindet sich der Organismus unter ungünstigen Verhältnissen, und ist nicht im Stande, sich von der entstandenen Hydrämie so schnell zu befreien, als wenn in seine Gefässe eine fast indifferente Flüssig-

keit infundirt worden, wie eine neutrale 0,6procentige wässrige Kochsalzlösung sie darstellt. Jedenfalls aber geben unsere Versuche nicht einen einzigen Anhaltspunkt, worin die Bluttransfusion den Vorzug verdiente vor der Kochsalzlösung und so befremdend es auch im ersten Augenblick klingen mag, so vermag ich die belebende Wirkung der Bluttransfusion bei acuter Anämie doch aus nichts Anderem zu erklären, als aus dem in das Gefässsystem eingeführten Flüssigkeitsvolumen.

Freilich gilt dies, wie ich ausdrücklich bemerke, nur für Anämien von dem Grade der in unseren Experimenten erzeugten, d. h. nach Blutverlusten, die nicht mehr als ungefähr zwei Drittel der aus dem Körpergewichte berechneten Gesamtmenge betragen. In practischer Hinsicht könnte man sich hiermit wohl begnügen, da dies einen Grad von acuter Anämie darstellt, den man beim Menschen zu beobachten kaum jemals Gelegenheit haben dürfte. Aber gegenüber der rein theoretischen Frage, ob man noch erheblich grössere Quantitäten des ursprünglichen Blutes eines Thieres ebenso gut durch eine indifferente Flüssigkeit, wie durch defibrinirtes oder ganzes Blut eines anderen Thieres derselben Species ersetzen kann, möchte die Antwort vielleicht anders und mehr zu Gunsten des Blutes ausfallen. Panum wenigstens ist entschieden dieser Meinung, wie am deutlichsten die folgenden zwei von ihm am Schluss seines Aufsatzes formulirten Sätze beweisen¹⁾.

„6. Da es möglich ist, die ganze Blutmasse eines Thieres, wenigstens bis auf etwa 3 pro mille durch gequirktes Blut eines anderen Thieres zu verdrängen und zu ersetzen, ohne dass die normalen Functionen des Organismus dadurch aufgehoben, ja ohne dass sie wesentlich gestört werden, so können also auch die für diese Functionen jedenfalls sehr wesentlichen rothen Blutkörperchen in einen anderen thierischen Organismus derselben Art transplantirt, d. h. so in denselben übertragen werden, dass sie in normaler Weise fortfunctioniren, wie die eigenen, dem Thierte ursprünglich angehörigen Blutkörperchen.

7. Das transplantirte fremde Blut vermag nicht nur das dem Thierte ursprünglich angehörige Blut bezüglich aller Functionen

¹⁾ l. c. S. 453.

nen, der Erhaltung der Nerven und Muskelthätigkeit, der Ernährung, der Verdauung, der Respiration, der Wärmebildung, der Absonderung vollkommen zu substituieren, sondern es scheint sich auch ebenso lange lebensfähig zu conserviren, wie das normale Blut, und schliesslich in derselben normalen Weise wie dieses zu zerfallen. Dies lässt sich aus dem Umstande schliessen, dass keinerlei abnorme Ausscheidungsproducte das normale Fortbestehen der gewöhnlichen Absonderungen und der übrigen Functionen stört und bezüglich der rothen Blutkörperchen auch aus dem Umstande, dass der Gehalt des transplantirten Blutes an rothen Blutkörperchen durchaus nicht grösseren Schwankungen zu unterliegen scheint, als wenn das Thier mit dem ihm ursprünglich eigenen Blutkörperchen fortfunctionirt¹⁾, ja dass dieser Gehalt, nachdem der grösste Theil des Blutes durch fremdes gequirktes Blut substituiert ist, sich mehrere (?) Tage lang unverändert erhalten kann.“

Panum's Ansichten haben seit ihrer Veröffentlichung eine grosse Zahl von Anhängern gewonnen, die die Möglichkeit der „Substitution“ des Blutes zulassen und die Blutkörperchen als etwas betrachten, was man dem Einen wegnehmen, dem Anderen „transplantiren“ kann. Da aber die eigentliche und jedenfalls die Hauptstütze dieser Anschauung der vielcitirte Panum'sche Versuch bildet, so mag es mir erlaubt sein, daran zu erinnern, dass ich vor ungefähr einem Jahr einem Hund fast sein gesammtes Blut entzogen und ersetzt habe, jedoch im Gegensatz zu Panum's Verfahren nicht mit einer an Blutkörperchen reichen Flüssigkeit, sondern mit einer solchen, die gar keine morphologischen Elemente enthielt, nämlich Pferdeblutserum.

Panum ist in folgender Weise verfahren:

¹⁾ In einem Versuche, wo die Menge der rothen Blutkörperchen bestimmt wurde (§ 294), sah Panum, nachdem bereits fünf Tage seit der letzten Blutentziehung und Transfusion vergangen waren, die Blutzellenmenge beträchtlich sinken im Verlauf der angeführten Zeit. Panum meint, dass „durchaus kein Grund anzunehmen ist, dass ihre Eigenschaft als fremde oder transplantirte Blutkörperchen ihr Zugrundegehen befördert oder beschleunigt habe“. Der Vorgang soll völlig durch die stattgefundene Entzündung und Eiterung erklärt werden.

Einem ganz jungen Hunde wurde, vom 18. August bis zum 23. August incl., 13 mal Blut abgezapft und durch defibrinirtes Blut eines anderen Hundes ersetzt. Dabei wurden am 18. Aug. fünf, am 20. Aug. und 23. Aug. je vier Aderlässe gemacht. Jedem Aderlass folgte eine Transfusion, die fast ebenso viel defibrinirtes Blut dem Hunde einbrachte, als er vordem durch den Aderlass verloren hatte. Beim 1. Aderlass hatte der Hund auf einmal 35,05 pCt. seiner aus $\frac{1}{3}$ des Körpergewichts berechneten Blutmenge verloren. Nachdem die 5. Portion Blut entzogen und durch defibrinirtes ersetzt worden war, liess sich der Rest des zurückgebliebenen ursprünglichen Blutes auf 9,24 pCt. berechnen, am 2. Tag (20. Aug.), als der Hund wiederum die successiven Blutverluste und Transfusionen überstanden hatte, aber nur noch auf 1,88 pCt. Am 3. Tage (23. Aug.) sank die entsprechende Zahl nach den neuen Transfusionen noch tiefer und wurde auf 0,30 pCt. berechnet. Am 28. Aug. wurde der Hund getödtet, nachdem er den 27. Aug. noch eine Amputation des Beines überstanden hatte. Der trockene Rückstand im gequirzten Blute am 28. Aug. war 101,22 pro mille. Das specifische Gewicht war von 1041 auf 1028 gesunken.

In meinem Versuche¹⁾ wurde einem männlichen, vollkommen ausgewachsenen Dachshund, dessen Blutmenge (aus $\frac{1}{3}$ des Körpergewichts vor dem Fressen berechnet) 620 g betrug, ein Aderlass aus der linken Carotis gemacht, so lange als das Blut überhaupt floss. Am Ende des Aderlasses entleerte der Hund eine ziemlich reichliche Menge Urin. Das Blut war in einem Zuge genommen und betrug 520 ccm. Nun wurde sofort bis zur Körpertemperatur erwärmtes Pferdeblutserum in derselben Menge in die linke V. jugularis ext. eingeführt. 40 Minuten nach Beendigung der Infusion wurde ein 2. Aderlass gemacht, bis das Blut nur noch tropfenweise aus dem Verblutungsrohre floss. Die entleerte Blutmenge war = 370 ccm. Sofort wurde wieder eine 2. Pferdeblutserumtransfusion und zwar unter geringem Druck gemacht. Der Hund blieb nach dem Versuche $2\frac{1}{2}$ Monate in Beobachtung und befand sich während der ganzen Zeit vollkommen gesund.

Wir sehen aus diesem Versuche, dass die 1. Blutentziehung viel stärker gewesen ist als im Panum'schen Experiment, nämlich 83,87 pCt. der berechneten Blutmenge. Wird aber noch in Rechnung gezogen, dass das ursprüngliche Blutquantum in Grammen berechnet war, die Menge des entzogenen dagegen in Cubikcentimetern, so stellt sich der Procentwerth noch grösser und zwar auf 88,48 pCt. Nach der 2. Blutentziehung und Transfusion lässt sich die entleerte Blutmenge auf 93,55 pCt. be-

¹⁾ Ich benutze die Gelegenheit Herrn Prof. Kronecker, der mir die Möglichkeit gewährte, diesen Versuch in seinem Laboratorium anzustellen, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

rechnen, oder unter Berücksichtigung des specifischen Gewichts des Blutes (als 1055 angenommen) sogar auf 98,71 pCt. Mithin sind vom ursprünglichen Blute nur 6,55 pCt., resp. 1,29 pCt. übrig geblieben.

Panum hatte mit defibrinirtem Blute am Ende seiner ersten Reihe von successiven Blutentziehungen und Transfusionen, welche zusammen $2\frac{1}{2}$ Stunden dauerten, einen grösseren Rest, der = 9,24 pCt. war, also um ungefähr 8 pCt. den meinigen übertraf. Die von mir erreichte „Substitution“ des Blutes durch Pferdeserum war demnach bedeutend grösser, überdies auch in viel kürzerer Zeit (40 Minuten) bewerkstelligt, als es Panum am Schlusse seines ersten Versuchstages berechnet. Erst nach 5 Tagen (am 23. August), nachdem der Hund noch acht Depletionen und Transfusionen überstanden hatte, ist die restirende Blutmenge auf 0,3 pCt. der ursprünglichen heruntergegangen, also auf einen Procentgehalt, der erheblich kleiner ist als der von mir berechnete.

Hat man aber das Recht, die soeben angeführte Zahl mit der, welche das Endresultat in meinem Versuche ausdrückt, unmittelbar zu vergleichen? Ist der Werth, den Panum als Rest der von früher zurückgebliebenen Blutmenge am Ende des fünften Versuchstages anführt, als ungefähr oder gar als unbedingt richtig anzuerkennen? Ich glaube im Gegentheil nicht zu viel zu sagen, wenn ich den angeführten Zahlen höchstens eine Art approximativen Werthes beilege, wie sich ungefähr die Verhältnisse verhalten mögen. Ich trage sogar Bedenken, die im Laufe eines Tages erzielten Resultate — indem dem einen Thiere 5 kleinere (Panum'scher Versuch), dem anderen 2 grössere (mein Versuch) Blutentziehungen mit darauf folgenden Transfusionen gemacht worden sind — als völlig vergleichbare aufzufassen. Lassen wir indess diese Bedenken auch völlig bei Seite, so glaube ich doch mein Ergebniss dem Panum'schen ganz wohl an die Seite setzen zu können, da die Zahlendifferenz zwischen 0,3 pCt. und 1,29 pCt. eine geringfügige ist und fast innerhalb der Fehlergrenzen liegt. Hiermit aber ist, wie ich denke, der Beweis geführt, dass es nicht, und jedenfalls nicht ausschliesslich den Blutkörperchen¹⁾ zuzuschreiben ist, wenn ein

¹⁾ Bei meinem Versuche mit Pferdeblutserum ist die Zahl der Blut-

viel grösseres Quantum des ursprünglichen in den Gefässen kreisenden Blutes durch Hundeblood ersetzt werden kann, als durch Infusion einer wässrigen Kochsalzlösung. Die erfolgreichere Wirkung von Blut und Blutserum muss viel mehr darin gesucht werden, dass die genannten Flüssigkeiten im Gehalte an organischen Bestandtheilen dem Blute um vieles näher stehen, als die Kochsalzlösung. Beim Ersatz des entzogenen Blutes durch eine Flüssigkeit, die gar keine organischen Stoffe enthält, tritt eine plötzliche Hydrämie ein. Hat sich dabei der Blutverlust, und in Consequenz davon, die Hydrämie innerhalb gewisser Grenzen gehalten, so ist der vom Verblutungstode gerettete Organismus im Stande, sich von der erzeugten Hydrämie zu erholen. Sind aber diese Grenzen überschritten, und ist durch wiederholtes Blutabzapfen ein weit stärkerer Blutverlust erzielt worden, so erholt sich das verblutete Thier nicht oder vielleicht nur auf kurze Zeit, da sein Organismus nicht mehr im Stande ist, eine so hochgradige Hydrämie zu überwinden.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei Anwendung einer eiweisshaltigen Flüssigkeit zur Transfusion. Die Rettung des Thieres von dem Verblutungstode geschieht zunächst ganz wie bei wässriger Kochsalzlösung, aber die Hydrämie tritt nicht so plötzlich, sondern nur allmählich ein, indem das in der infundirten Flüssigkeit enthaltene Eiweiss nur relativ langsam zur Ausscheidung gelangt, und der Organismus gewinnt dadurch volle Zeit den schädlichen Verlust zu ersetzen. In der Hydrämie, und zwar der Verarmung des Blutes angelösten Eiweisskörpern — denn die Abnahme der Blutkörperchen kann man, wie mein Versuch zeigt, wirklich bis zu extremen Graden treiben — sehe ich die eigentliche Gefahr, und weil die Transfusion von Blut oder Blutserum keine so hochgradige, acute Hydrämie

körperchen von der früher in 1 qmm 65,4 bestimmten, am Tage nach der Infusion auf 1,17 gesunken. Demnach waren von der früher gewesenen 1,79 pCt. übrig geblieben. In einem anderen Versuche, wo ich die Infusion mit in Temperatur von 40° bis 50° C. getrocknetem und in Wasser aufgelösten Pferdeserum gemacht hatte, konnte ich das Abfallen der früheren Blutzellenzahl um fast 99 pCt. am dritten Tage nach der Transfusion constatiren. Am 4. Tage starb der Hund.

in ihrem Gefolge aufkommen lässt, so kann sie noch lebensretend wirken, wo die Kochsalzinfusion versagt. Dass eine rasch eintretende, so bedeutende Hydrämie verderblich wirken muss, dafür lassen sich mancherlei Ursachen angeben; so die mächtige Störung der Diffusion mit den Gewebssäften, ferner die Beeinträchtigung der Circulation durch die Verringerung der Reibungswiderstände in den Gefässen, dann wohl auch die Schädigung der noch restirenden circulirenden Blutkörperchen durch die eingreifende Aenderung in der chemischen Zusammensetzung des sie umspülenden Medium. Nach dieser Auffassung erklärt es sich auch am besten, dass ich keinen einzigen Hund nach Kochsalzlösung verloren habe, der die ersten Tage überstanden, welche dem stärksten Grade der Hydrämie entsprachen; dagegen Hunde, die durch Bluttransfusion vom Verblutungstode gerettet wurden, befanden sich keineswegs immer wohl und starben mehrfach um die Zeit, wo man das Eintreten des stärksten Grades von Hydrämie erwarten konnte ¹⁾.

Lassen wir jetzt aber diese extremste, durch wiederholte Aderlässe bewirkte Anämie bei Seite und wenden wir uns wieder zu den practisch wichtigeren Blutverlusten von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Gesamtblutmenge, so haben wir durch unsere Versuche allerdings feststellen können, dass im Gefolge der Bluttransfusion die nie ausbleibende Hydrämie langsamer eintritt und innerhalb schwächerer Grade sich hält, als nach der einer Kochsalzlösung. Dem gegenüber haben wir indess auch constatirt, dass die Hydrämie nach Bluttransfusion sehr viel länger anhält und die ganze Herstellung der Hunde einer sehr viel grösseren Zeit bedarf, als die der Kochsalzhunde, bei denen es häufig sogar zu einer beträchtlichen Ueberproduction, besonders an körperlichen Elementen, kommt. Wem soll man nun den Vorzug geben, der stärkeren, aber viel kürzer anhaltenden, oder der schwächeren, dafür aber um so länger andauernden Hydrämie? Nun, unsere Versuche scheinen

¹⁾ Dass der Hund von Panum auch hydrämisch wurde, und dass schon vom transfundirten Blute ein Theil eliminirt gewesen war, sehen wir erstens schon aus dem verminderten specifischen Gewicht des Blutes und zweitens spricht dafür auch die Menge des bereits oben angeführten trockenen Rückstandes seines Blutes am 28. Aug., wo er getödtet wurde.

mir keinen Zweifel darüber zu lassen, dass eine kurz dauernde, aber stärkere Hydrämie für Hunde weniger nachtheilig ist, als eine schwächere, aber länger anhaltende. Sollte es aber beim Menschen wohl anders sein?

Um nun noch mit wenigen Worten auf die Blutkörperchen einzugehen, so haben wir wiederholt darauf hingewiesen, dass auch durch die stärksten Blutverluste, die in praxi vorkommen, niemals so viele von ihnen verloren gehen, dass daraus eine positive Gefahr für den Organismus erwachsen könnte. Vielmehr bleiben ja selbst nach wiederholten Aderlässen immer noch so viele übrig, sei es in Circulation oder sei es gewissermaassen in mehr ruhiger Verborgenheit, wie z. B. im Mark der diversen Knochen und in der Milz, dass ihre Zahl für die unerlässlichen Bedürfnisse des Organismus ausreicht. Würde freilich die Entblutung noch weiter getrieben, so ist es selbstredend unfraglich, dass das Thier wegen Mangels an Blutkörperchen zu Grunde gehen müsste, und in diesem Falle würde allein die Transfusion von frischem Blut das Leben erretten können. Denn der Umstand, dass, wie unsere Versuche gelehrt haben, die in das Gefässsystem eines anderen Thieres eingebrachten Blutkörperchen daselbst nicht zu integrierenden Bestandtheilen des neuen Organismus werden, sondern sämmtlich zu relativ rascher Zersetzung und Ausscheidung bestimmt sind, hindert natürlich nicht, dass sie zunächst in den Gefässen circuliren und daselbst am Gaswechsel sich betheiligen: geschieht letzteres ja doch ausserhalb des Körpers im Glascylinder! Und diese ihre Fähigkeit kommt, wenn auch nicht bei der acuten Anämie, so doch bei einer Affection practisch zur Geltung, nämlich bei der Kohlenoxydvergiftung. Denn hier handelt es sich ja darum, die vergifteten Blutkörperchen durch neue unvergiftete zu ersetzen, und hier kann deshalb nur eine Flüssigkeit, die frische und unversehrte Blutkörperchen enthält, zur Transfusion verwendet werden. Doch dürfte es auch hier mehr als fraglich sein, ob die transfundirten Blutkörperchen wirklich bleibend an die Stelle der durch den Aderlass entfernten vergifteten treten, und ob nicht die schliessliche vollständige Restitution erst durch die eigene Thätigkeit des Organismus erfolgt.

Ziehen wir jetzt die Summe unserer bisherigen Erörterungen, so haben wir keine Thatsache kennen gelernt, durch welche die Kochsalzlösung sich weniger geeignet erwiesen hätte zur erfolgreichen Bekämpfung der gewöhnlichen, practisch allein wichtigen acuten Anämie, als andere Flüssigkeiten, insbesondere als Serum und als ganzes oder defibrinirtes Blut. Die Gefahr von Blutverlusten bis zu circa $\frac{2}{3}$ der Gesamtblutmenge liegt in dem dadurch erzeugten Missverhältniss zwischen der Gefässweite und dem Gefässinhalt und dieser Gefahr begegnet das eingeführte Flüssigkeitsvolumen, gleichgültig, ob dieselbe eiweiss- und blutkörperchenhaltig ist oder nicht — wenn sie nur nicht direct schädlich, sondern indifferent ist. Die eigentliche Herstellung und Rückkehr zur Norm bewerkstelligt aber unter allen Umständen ausschliesslich die regenerative Thätigkeit des Organismus; denn was an gelöstem oder corpusculärem Material in die Gefässe eingebracht worden, fällt ausnahmslos der Zersetzung und Ausscheidung anheim. Weil aber diese Zerstörung und Beseitigung bei allen anderen Flüssigkeiten schwerer und langsamer gelingt, als bei Kochsalzlösung, so erfolgt die Restitutio in integrum nach der Kochsalztransfusion nicht blos nicht später und unvollkommener, sondern sogar rascher und ungetrübter als besonders nach der Transfusion von Blut. Und nun nehme man hinzu die ganz unvergleichlichen Vorzüge, welche die Transfusion von Kochsalzlösung in der practischen Ausführung vor den übrigen Flüssigkeiten gewährt! Nichts einfacher als die Herstellung der passenden Kochsalzlösung in beliebiger Menge und ihre vollkommene Desinfection! Dem gegenüber ist die Herstellung des erforderlichen Quantum von geeignetem Blutserum, zumal in der doch nothwendig kurzen Zeit, geradezu unmöglich, und die Gewinnung genügend grosser Mengen von Blut in den meisten Fällen mit den grössten Schwierigkeiten verbunden. Das Blut vollständig zu desinficiren, dürfte auch kaum ausführbar sein, und dann die viel besprochenen Gefahren der Einführung von Fibrinferment in den Kreislauf des Blutempfängers! Zu alledem kommt dann bei der Kochsalztransfusion noch die erstaunlich einfache Technik der Operation, welche an jeder beliebigen, oberflächlich gelegenen Vene oder Arterie ausgeführt werden kann — sofern wenigstens nicht Jemand auf den Einfall

kommt, die Kochsalzlösung in das periphere Ende einer Schlagader zu spritzen. Hinsichtlich des letzteren Punktes sagt Cohnheim¹⁾ über die Bluttransfusion: „Freilich darf man unter keinen Umständen in das periphere Ende der angeschnittenen Arterie einspritzen; denn die peripherischen Arterienäste contrahiren sich gegen das eindringende fremde Blut mit solcher Energie, dass es öfters ganz gewaltiger Anstrengungen bedarf, um die Widerstände zu überwinden, der Art, dass es nur selten ohne Gefässzersprengungen abgeht. Ganz anders, wenn man in das centrale Ende der Arterie injicirt, natürlich mittelst einer Spritze, unter Anwendung eines Druckes, der nur eben ausreicht, die an dieser Stelle herrschende arterielle Spannung zu überwinden! Das Blut mischt sich sogleich mit dem centralwärts in der Arterie vorhandenen und fliesst nun durch den nächst oberen Seitenast ohne jeden Widerstand in die arterielle und capillare Verästelung desselben, und von da unter dem durchaus normalen Venendruck zum Herzen.“

Wenn aber bei der Blutinjection schon solche Gefahren vorkommen, so sind sie natürlich noch weit mehr bei einer Flüssigkeit, die dem normalen Blut so wenig gleicht, wie eine dünne Kochsalzlösung, zu befürchten, und ein wenig Vertrautheit mit den Erfahrungen der experimentellen Physiologie und Pathologie hätte Kümme²⁾ wohl davor bewahren können, ein so gefährliches Wagniss bei einem lebenden Menschen zu unternehmen. Jedenfalls erzielt man durch Infusion in die Vene unter möglichst schwachem Druck eine vollkommene Mischung des Blutes mit der langsam zufließenden Kochsalzlösung. Würde man aus irgend einem Grunde eine Arterie zur Einspritzung verwenden, so ist das einzig richtige und durch das Experiment bestätigte Verfahren, die Infusion in das centrale Ende des Gefässes zu machen.

Von einer Erörterung über Hühnereiweiss, Milch, Peptone und andere für die Transfusion vorgeschlagene Flüssigkeiten sehe ich ab, da sie nach dem Gesagten schwerlich noch einer Kritik unterworfen zu werden brauchen.

¹⁾ Allgem. Pathologie. I. S. 424. 2. Aufl.

²⁾ Kümme, Centralblatt für Chirurgie. 1882. No. 19.

Zum Schluss ist es mir eine sehr angenehme Pflicht, Herrn Prof. Cohnheim, auf dessen Anregung und unter dessen steter Theilnahme die vorstehende Arbeit ausgeführt worden ist, meinen wärmsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Hoffmann statue ich an dieser Stelle meinen lebhaftesten Dank dafür ab, dass er mir erlaubt hat, die zu dieser Arbeit gehörigen chemischen Untersuchungen in seinem Laboratorium auszuführen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Sie stellt den Gehalt des Blutes an organischen Bestandtheilen dar. Derselbe, wie er vor dem Versuche ermittelt ist, ist = 100 gesetzt, und die verschiedenen im Laufe der Beobachtungszeit an den diversen Tagen bestimmten Werthe sind in entsprechenden Procentzahlen, die kleiner als 100, wenn der Gehalt an organischen Bestandtheilen im Blute abgenommen, und grösser, wenn der letztere zugenommen, eingetragen. Die links in der Verticalen stehenden Zahlen bezeichnen den Procentgehalt der organischen Bestandtheile. Die Tage, wo Bestimmungen gemacht worden sind, sind durch Punkte bezeichnet, welche durch willkürliche Striche verbunden sind und demnach gewöhnlich in Kreuzungsstellen zu liegen kommen. Die römischen Zahlen, die auf einzelnen Strichen stehen, bezeichnen die Versuchsnummer.

Tafel V

stellt die Zahl der Blutkörperchen an den verschiedenen Tagen dar. Die ursprüngliche Menge ist als 100 angenommen; das Uebrige ist in derselben Weise dargestellt wie auf Tafel IV.
