

### III.

## Experimentelles und Casuistisches über den Werth der Kochsalzwasserinfusion bei acuter Anämie.

(Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Göttingen.)

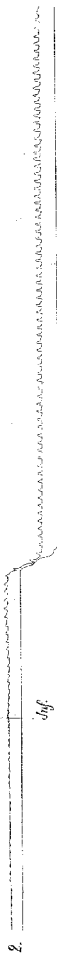
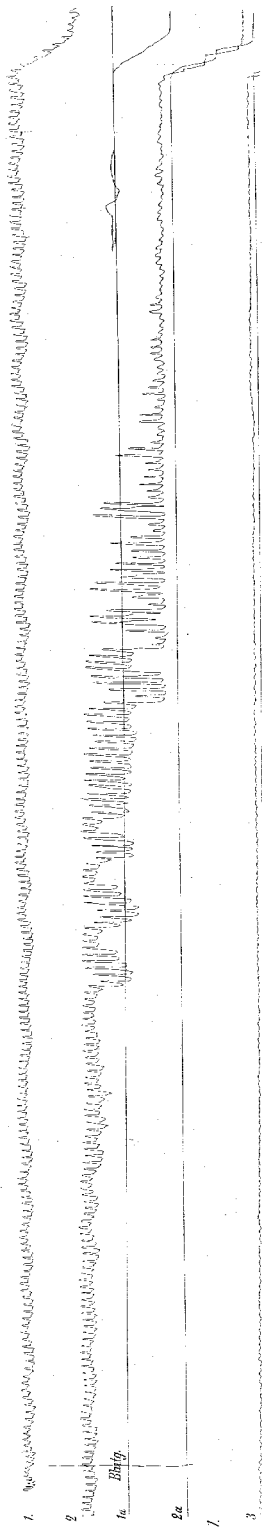
Von Dr. Oswald Feis,  
I. Assistenten der Klinik.

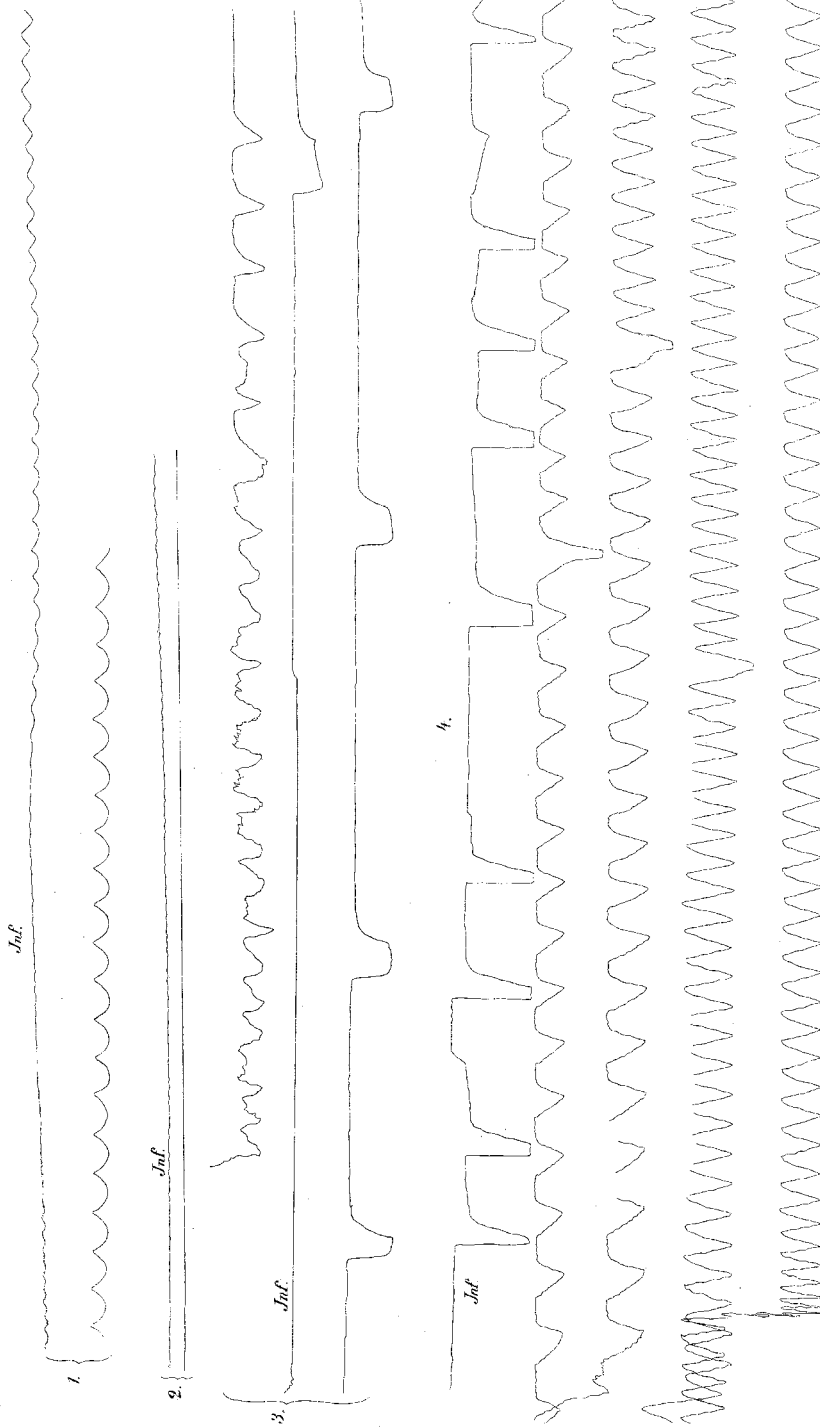
(Hierzu Taf. III und IV.)

Die Infusion physiologischer Kochsalzlösung bei Behandlung der acuten Anämie scheint gegenwärtig eine feste Stellung in unserer Therapie errungen zu haben, wenigstens bedienen sich ihrer die übergrosse Mehrzahl der Chirurgen und Gynäkologen. Als integrierenden Bestandtheil des geburtshülflichen Bestecks führt man den Apparat zur Kochsalzinfusion mit sich. Durch zahlreiche casuistische und auch experimentelle Publicationen glaubt man ein sicheres Urtheil über den Werth der Kochsalzinfusion errungen zu haben.

Auf allen Gebieten der ärztlichen Thätigkeit suchen wir unser Handeln unter streng abgegrenzte, durch pathologische und physiologische Thatsachen bewiesene Indicationen zu bringen, um so mehr muss man dies von einem Eingriff voraussetzen, der zur Zeit von den meisten Aerzten als lebensrettend aufgefasst wird.

Wenn wir dem ausgebluteten Organismus, nachdem all' unsere Therapie sich machtlos gegenüber dem hochgradigen Schwächezustand erwiesen hat, als ultimum refugium die physiologische Kochsalzlösung einverleiben, so müssen wir vor allen Dingen uns bewusst sein, was wir von diesem Eingriff zu erwarten haben. Wenn aus guten Gründen die Bluttransfusion verlassen und an deren Stelle die indifferente Lösung gewählt worden ist, so muss die zweite Methode mindestens dasselbe wie die erste zu leisten im Stande sein. Nach den zahlreichen





Publicationen scheint das Urtheil über den Werth der Kochsalzinfusion abgeschlossen zu sein, und zwar hat es, wie es den Anschein hat, zu Gunsten derselben entschieden. Bei diesem Urtheil stützt man sich vorwiegend oder nur auf die Erfahrungen, die man am Menschen gemacht hat; exact kann jedoch diese Frage nur durch das Experiment entschieden werden, natürlich giebt die Beobachtung am Menschen eine werthvolle und nicht zu unterschätzende Stütze des experimentellen Ergebnisses. Voll befriedigen kann uns unsere Therapie nur dann, wenn sie nicht ein Produkt der Empirie ist, sondern wenn sie sich auf die Erfahrung stützt, die uns die genaue wissenschaftliche Forschung mit ihren exacten Methoden an die Hand giebt.

Bei der Bedeutung, die gegenwärtig die Kochsalzinfusion für uns hat, sollte man meinen, dass man durch das einstimmige Endresultat des Experiments von dem Werth der Methode überzeugt sei. Jedoch stimmen zur Zeit das Ergebniss des Experiments und die Beobachtung am Krankenbett durchaus nicht überein, und so erschien es mir angezeigt, auf's Neue die Bedeutung der Kochsalzinfusion bei der Behandlung der acuten Anämie einer experimentellen Prüfung zu unterwerfen, zumal sich meine bisherigen günstigen Erfahrungen über die Kochsalzinfusion, denen ich an anderer Stelle<sup>1)</sup> Ausdruck gegeben habe, durchaus nicht mit dem fast negativen Ergebniss der von Maydl<sup>2)</sup> und Schramm<sup>3)</sup> in neuerer Zeit angestellten Versuche deckten.

Die Vorversuche zu dieser Arbeit stellte ich in den Räumen der Frauenklinik an, die Experimente jedoch, zu deren Ausführung complicirtere Apparate erforderlich waren, führte ich mit gütiger Erlaubniss des Herrn Geheimrath Meissner im hiesigen physiologischen Institut aus. Ganz besonderen Dank schulde ich dem Assistenten des genannten Instituts, Herrn Privatdocenten Dr. Boruttau, für dessen vielfache Anleitung und stete Unterstützung.

Auf keinen Zweig der Medicin hat man vielleicht mehr Arbeit und Mühe verwandt, wie auf die Lehre von der Transfusion, handelte es sich doch um Mittel, die geeignet schienen,

<sup>1)</sup> Therapeut. Monatshefte. 1894. Februar.

<sup>2)</sup> Wiener med. Jahrbücher. 1884.

<sup>3)</sup> Wiener med. Jahrbücher. 1885.

den ausgebluteten Organismus vor dem Verblutungstod zu bewahren. Seit der Theologe Potter<sup>1)</sup> um das Jahr 1638 im Anschluss an die Entdeckung des Blutkreislaufs durch Harvey dem Gedanken Ausdruck gegeben hat, das verlorene Blut eines Thieres durch das eines anderen zu ersetzen, ist die Zahl der Abhandlungen über diesen Gegenstand Legion geworden und man kann Maydl<sup>2)</sup> beistimmen, wenn er sagt: „dass jedes Detail der Transfusionsfrage unter Opferung ganzer Hekatomben von Thieren festgestellt wurde“.

Es ist nicht uninteressant zu verfolgen, wie wir zu der Kochsalzinfusion gelangt sind.

Schon Prévost und Dumas<sup>3)</sup> haben verbluteten Thieren reines Wasser von 38° C. einverleibt, jedoch vermochte diese Flüssigkeit die ausgebluteten Thiere nicht wieder zum Leben zurückzurufen.

Aehnliche Versuche wurden auch von Leidesdorf und Stricker<sup>4)</sup> ausgeführt, ohne dass jedoch diese Autoren grossen Nutzen von der Wasserinfusion sahen: „Dass eine solche Vertretung keine genügende ist, versteht sich von selbst und der elende Zustand des Thieres nach der Injection spricht auch deutlich dafür“. Immerhin sagen sie: „dass es immer noch besser sein könnte, das Blut sehr stark mit Wasser zu verdünnen, als in Ermangelung von anderen Hilfsmitteln die Zeit ungenützt hingehen zu lassen“.

Dann hat Cohnheim<sup>5)</sup> Infusionen einer 0,75 pCt. NaCl-Lösung bei Fröschen vorgenommen. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass die Infusion in das centrale Ende der V. abdominalis gemacht wurde, während aus dem peripherischen Ende der Vene so lange Blut ausfloss, bis die ausfliessende Flüssigkeit kaum noch roth gefärbt war. Wurden recht kräftige Versuchsthiere gewählt, so vermochte man die Hälfte der Thiere 2—3 Tage lebend zu erhalten.

1) Philosophical transactions. 1668.

2) a. a. O.

3) Examen du sang et son action dans les divers phénomènes de la vie. Annales de Chimie et de Physique. 1821. p. 280.

4) Vierteljahrsschr. f. Psychiatrie, Psychologie und ger. Medicin. 1886.

5) Dieses Archiv. Bd. 45. 1869. S. 338.

Goltz<sup>1)</sup> machte in seiner klassischen Arbeit: „Ueber den Tonus der Gefäße und seine Bedeutung für die Blutbewegung“, die die wissenschaftliche Grundlage für die Lehre von der Kochsalzinfusion bildet und auf die wir später noch näher zurückzukommen haben werden, den Vorschlag, einem verbluteten Thiere statt Blut eine entsprechende Menge einer indifferenten Flüssigkeit einzuverleiben.

Ponfick<sup>2)</sup> hat bei seinen Experimenten die Unschädlichkeit der Injection verdünnter Kochsalzlösungen für die Versuchsthiere festgestellt.

In die Praxis wurden diese genannten Versuche und Vorschläge von H. Kronecker und J. Sander<sup>3)</sup> übertragen. Die Versuche dieser Autoren, die an 2 Hunden angestellt worden waren, waren folgende: „Aus einer Carotis wurde so viel Blut entleert, als überhaupt ausfloss. Der Aderlass bei dem ersten Hunde von 13000 g Körpergewicht ergab 600 g Blut, also etwa 0,6 der gesammten Blutmenge und bei dem zweiten Hunde von etwa 7000 g Körpergewicht 275 g Blut, also etwa 0,5 der gesammten Blutmenge. Als hiernach die Herzthätigkeit nur noch sehr schwach war, wurde beiden Thieren in die V. jugularis externa so viel alkalische Salzlösung (von 38° C.) der angegebenen<sup>4)</sup> Concentration zugeführt, als sie Blut verloren hatten. Beide erholten sich bald vollkommen und dem vor mehreren Tagen operirten Hunde merkte man den Blutverlust nicht mehr an.“

Gleichzeitig publicirten auch Solyet und Laffond<sup>5)</sup> ähnliche Versuchsergebnisse.

Bald darauf bestätigte Schwarz<sup>6)</sup>, gestützt auf eine grosse Versuchsreihe, diese Angaben und im Jahre 1881 wurde durch Bischoff<sup>7)</sup> in Basel zuerst mit Erfolg die Kochsalzinfusion am Menschen ausgeführt.

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 29. 1864.

<sup>2)</sup> Dieses Archiv. Bd. 62.

<sup>3)</sup> Bemerkungen über lebensrettende Transfusion mit anorganischen Salzlösungen bei Hunden. Berl. klin. Wochenschr. No. 57. S. 768. 1879.

<sup>4)</sup> 6 g NaCl, 0,05 NaOH, 1000 g Aq. dest.

<sup>5)</sup> Gaz. méd. de Paris. p. 101. 1879. Citirt nach G. Hayem, Leçons sur les modifications du sang etc. 1882.

<sup>6)</sup> Habilitationsschrift. Halle 1881.

<sup>7)</sup> Centralbl. f. Gyn. 1881. No. 23.

Auch v. Ott<sup>1)</sup> kam in einer grösseren Arbeit zu einem der Kochsalzinfusion günstigen Resultat.

Auch die casuistischen Mittheilungen, die nun folgen, sprechen sich sämmtlich zu Gunsten der Kochsalzinfusion aus, so dass Mikulicz<sup>2)</sup> unter 17 veröffentlichten Fällen, in welchen die Kochsalzinfusion wegen acuter Anämie vorgenommen wurde, 11 vollständige Heilungen zählen konnte.

Das Vertrauen, das man bis dahin auf die Kochsalzinfusion setzte, wurde bald erschüttert durch eine äusserst sorgfältige und streng kritische Arbeit von Maydl<sup>3)</sup>, deren Resultate bald von Schramm<sup>4)</sup> vollständig bestätigt wurden. Beide Autoren kamen auf Grund ihrer Versuche zu dem Ergebniss, dass die Leistungsfähigkeit der Kochsalzinfusion bei wirklich tödtlichen Blutverlusten bezüglich der definitiven Lebensrettung eine ganz minimale, ja gleich Null sei.

Aus diesen kurzen Angaben ist ersichtlich, wie sich zur Zeit die Ansichten der Autoren hinsichtlich des Werthes des fraglichen Eingriffs gegenüberstehen; es erscheint also der Versuch gerechtfertigt, durch neue, möglichst einwandfreie Experimente der endgültigen Lösung dieser für die Praxis so wichtigen Frage näher zu kommen.

Es ist ein grosses Verdienst Maydl's (a. a. O.) diesen Experimenten eine sachgemässe Grundlage geschaffen zu haben, von der ausgehend man den wahrhaften Werth der Infusion prüfen kann. Diese Grundlage wird gebildet durch die Bestimmung der für die betr. Thiergattung sicher nicht tödtlichen, unter Umständen tödtlichen und sicher tödtlichen Blutmenge. Die früheren Autoren haben die Beantwortung dieser Frage einfach unterlassen; sie haben die Kochsalzinfusion zu einer Zeit vorgenommen, wo ihnen durch irgend welche Symptome das Leben des Thieres gefährdet schien, sie haben vor Allem den Controlversuch versäumt, wie sich nemlich ein Thier, das eine gleiche Menge Blut wie das infundirte verloren hat, ohne die Infusion verhält;

1) Dieses Archiv. Bd. 93. S. 114.

2) Ueber die Bedeutung der Bluttransfusion und Kochsalzinfusion bei acuter Anämie. Wiener Klinik. 1884.

3) Wiener med. Jahrbücher. 1884.

4) Wiener med. Jahrbücher. 1885.

dadurch ist ihnen die kritische Beurtheilung des Eingriffs nicht möglich gewesen. Um nun die Grenzen der tödtlichen Blutmengen und damit einigermaassen verlässliche Zahlen zu finden und dadurch den Zeitpunkt, wo die Kochsalzinfusion einzusetzen hat, genau zu bestimmen, habe ich 2 Versuchsreihen, bei Kaninchen und Hunden, ausgeführt, deren Ergebniss ich weiter unten zusammenstelle.

Bei den Entblutungen von Kaninchen verfuhr ich folgendermaassen: Ohne Anwendung eines Narcoticum wurden die Thiere nach vorheriger genauer Bestimmung ihres Gewichts aufgebunden. Die gewünschte Blutmenge wurde schon im Voraus bestimmt. In die Carotis wurde nun eine Canüle eingeführt, an der ein Schlauch befestigt war. Nach Lösen der das Gefäss verschliessenden Klemme fing man das Blut in einem kalibriren Glascylinder auf, in einigen Fällen liess man es auch in ein auf einer Waage stehendes Gefäss laufen. Nachdem die gewünschte Blutmenge erzielt war, wurde das doppelt unterbundene Stück der Arterie excidirt und die Wunde geschlossen.

Sämmtliche Wunden heilten, insofern die Thiere den Eingriff überstanden, gut, kein Thier starb an Sepsis. Nach dem Versuche wurden die Thiere, ohne dass Wiederbelebungsversuche angestellt wurden, sofort in ihren Stall zurückgebracht.

Entblutungen an Kaninchen ohne nachfolgende Kochsalzinfusion.

No.	Körpergewicht.	Entleerte Blutmenge in g.	In pCt. d.Körpergewichts.	Ausgang.
1.	2000	22	1,1	Ueberlebt.
2.	2216	32	1,45	-
3.	3250	60	1,9	-
4.	1830	39	2,12	-
5.	1650	36	2,18	-
6.	2970	70	2,36	-
7.	2230	55	2,46	-
8.	2860	80	2,8	-
9.	3070	90	2,94	-
10.	2460	73	2,97	† nach 10 Minuten.
11.	1970	60	3,05	† einige Minuten nach der Operation.
12.	3320	115	3,47	Tod sofort.
13.	1515	75	4,96	- -
14.	1300	60	4,62	- -
15.	1140	46	4,04	- -
16.	1610	49	3,04	† nach $\frac{1}{4}$ Stunde.
17.	2840	80	2,82	Ueberlebt.



Es resultirt demnach aus dieser Zusammenstellung von 17 Versuchen, die ich ihrer Zahl nach für genügend halte, um die gestellte Frage zu beantworten, Folgendes: Der für das Kaninchen tödtliche Blutverlust liegt bei etwa 3 pCt. seines Körpergewichts. Jedenfalls sind Blutverluste über 3 pCt. immer tödtlich; bei einem Thiere trat jedoch der Verblutungstod schon bei etwas geringerem Blutverlust als 3 pCt. ein.

Stellen wir nun diesem Resultat das Ergebniss der von Schwarz bei Kaninchen vorgenommenen Entblutungen mit nachfolgender Kochsalzinfusion entgegen, so erhalten wir folgende Zahlen:

No.	Körpergewicht.	Entleerte Blutmenge in pCt. des Körpergewichts.	Ausgang.
1.	1830	1,75	Ueberlebt.
2.	1970	1,78	-
3.	1400	1,79	-
4.	1600	1,88	-
5.	1750	2,18	-
6.	2200	2,55	-
7.	1800	2,56	-
8.	2050	2,59	-
9.	2450	2,68	† sofort.
10.	1250	3,2	† nach 2½ Stunden.
11.	2460	3,21	Ueberlebt.
12.	1900	3,27	† nach 8 Stunden.
13.	1300	3,39	† noch vor der Infusion.

Vergleichen wir nun diese 2 Tabellen, so ersehen wir zunächst, dass durch die Kochsalzwasserinfusion die Grenze für den tödtlichen Blutverlust nicht wesentlich verschoben wird. Mit nur einer Ausnahme (Ueberleben nach einem Blutverlust von 3,21 pCt. und nachfolgender Infusion) gingen sämtliche Thiere, die mehr als 3 pCt. ihres Körpergewichts an Blut verloren hatten, zu Grunde, einerlei ob die Kochsalzinfusion gemacht wurde oder nicht. Andererseits starb trotz Infusion ein Thier bei einem Blutverlust (2,68 pCt.), der auf Grund meiner statistischen Zusammenstellung gewöhnlich nicht tödtlich ist.

Man wäre versucht, Maydl beizustimmen, wenn er sagt: „Kochsalzinfusion beim Kaninchen nützt nichts, wenn der Blutverlust 3 pCt. übersteigt. Bei Blutverlusten von unter 3 pCt.

ist die Kochsalzinfusion überflüssig, da die Thiere auch ohne dieselbe zumeist überleben.“

Mehr derartige Experimente wurden an Hunden vorgenommen; die Angaben der Autoren hinsichtlich der Höhe der tödtlichen Blutmenge schwanken jedoch innerhalb weiter Grenzen, so dass auch hierüber eine auf eigene Beobachtung fussende Versuchsreihe angestellt werden musste. Kohnheim<sup>1)</sup> giebt an, dass Hunde bei einem Blutverlust von 3,5—4 pCt. des Körpergewichts rettungslos zu Grunde gehen. Sogar nach einem Blutverlust von 3 pCt. erholen sich manche Thiere nicht wieder.

Nach Béchamp und Baltus<sup>2)</sup> beträgt bei Hunden, die ohne Schaden entleerbare Blutmenge 2,9—4 pCt. ihres Körpergewichts. Ferner haben Hünerfauth<sup>3)</sup>, Lyon<sup>4)</sup> und Buntzen geringere Entblutungen mit günstigem Ausgang bei Hunden vorgenommen, die 3,58—4,5 pCt. des Körpergewichts betrogen.

Nach Hayem<sup>5)</sup> gingen Hunde nach einem Blutverlust von 4,34—5,55 pCt. ihres Körpergewichts zu Grunde, nach v. Kireff<sup>6)</sup> nach 4,3—7,3 pCt.

Landerer<sup>7)</sup> resümiert aus den unter Cohnheim's Leitung angestellten Arbeiten, dass eine 4,5 pCt. des Körpergewichts überschreitende Blutmenge trotz Kochsalzinfusion tödtlich ist.

Grosse Versuchsreihen liegen von Maydl und Schramm vor, deren Resultate folgende sind: Nach dem ersten Autor sind Blutverluste von 5,48—6,57 pCt. des Körpergewichts immer tödtlich, andererseits beträgt der tödtliche Blutverlust für einen Hund gewöhnlich nicht weniger als 5,12 pCt. seines Körpergewichts. Bei Entleerung von  $\frac{2}{3}$  der Blutmenge geht etwa die Hälfte der Thiere zu Grunde, die andere überlebt. Zu einem ähnlichen Ergebniss kommt auch Schramm: Der Hund erträgt einen Blutverlust bis 4,58 pCt. des Körpergewichts ohne Weiteres, bei Blutverlusten bis 5,4 pCt. sind die Chancen für Leben und

<sup>1)</sup> Allg. Pathologie. Bd. I. S. 323.

<sup>2)</sup> Comptes rendus. Vol. 88. No. 25. p. 1327.

<sup>3)</sup> Dieses Archiv. Bd. 76.

<sup>4)</sup> Dieses Archiv. Bd. 84.

<sup>5)</sup> l. c.

<sup>6)</sup> Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1884.

<sup>7)</sup> Arch. f. klin. Chirurg. Bd. 34.

Tod gleich, Blutverluste über 5,4 pCt. führen ausnahmslos zum Tode. Ich verfüge über eine Versuchsreihe, die an 19 Hunden angestellt ist und den Zweck hat, sich anlehnend an die bereits bestehenden Versuchsreihen die Höhe des für den Hund sicher nicht tödtlichen, unter Umständen tödtlichen und sicher tödtlichen Blutverlustes zu bestimmen, um auf Grund einer solchen Zusammenstellung, so wie Maydl und Schramm es thaten, den Werth der NaCl-Infusion sicher beurtheilen zu können.

Diese Versuche wurden nicht alle in der gleichen Weise angestellt. Wie aus den der Tabelle angefügten Bemerkungen ersichtlich, habe ich bei manchen Thieren Narkose oder Morphium zur Betäubung angewandt, bei dem weitaus grösseren Theil jedoch nicht<sup>1)</sup>. Die Entblutung erfolgte aus der Carotis, in einem Falle aus der A. femoralis, in einem weiteren Versuche wurde, da aus der Carotis nicht die gewünschte Blutmenge erzielt wurde<sup>2)</sup>, noch eine A. femoralis eröffnet. Im Uebrigen verfuhr ich in der Weise, wie ich es bereits bei den an Kaninchen vorgenommenen Entblutungen geschildert habe. Septisch ging kein Thier zu Grunde. Es ist auch in dieser Zusammenstellung kein Gewicht auf Rasse, Ernährungszustand, Alter, Geschlecht u. s. w. gelegt; nur die zu entziehende Blutmenge kam in Betracht.

Entblutungen an Hunden ohne nachfolgende Kochsalzinfusion.

No.	Gewicht des Hundes in g.	Grösse der Blutung in pCt. des Körpergew.	Bemerkungen.	Ausgang.
1.	8150	4	Das Thier ist trächtig, daher ist das procentuarische Verhältniss der entnommenen Blutmenge zum Körpergewicht nicht genau bestimmt worden.	Ueberlebt.

<sup>1)</sup> Ich will nicht unerwähnt lassen, dass mir einmal ein sonst gesundes Thier durch Herztod in der Aethernarkose zu Grunde ging, nachdem eben die Carotis freigelegt worden war.

<sup>2)</sup> Ich kann auf Grund meiner Erfahrungen Maydl nicht zustimmen, wenn er sagt: „Bei Carotisblutungen erzielten wir ausnahmslos aus einer Arterie einen tödtlichen Aderlass“. Mehrmals beobachtete ich, dass es aus der Carotis nicht mehr blutete, trotzdem keine Gerinnung eingetreten war; die Thiere überlebten.

No.	Gewicht des Hundes in g.	Grösse der Blutung in pCt. des Körpergew.	Bemerkungen.	Ausgang.
2.	13970	4,01	—	Ueberlebt.
3.	9040	4,36	—	dito.
4.	6790	4,65	—	dito.
5.	8925	4,72	—	dito.
6.	17400	4,89	Aethernarkose.	dito.
7.	5040	5,06	dito.	dito.
8.	9000	5,15	—	dito.
9.	9545	5,12	—	dito.
10.	8550	5,18	—	dito.
11.	4220	5,21	—	† nach 2 Stdn.
12.	10650	5,22	—	dito.
13.	6845	5,25	—	Ueberlebt.
14.	8030	5,28	Blutung aus Carotis und Femoralis. Aethernarkose.	† nach 8 Stdn.
15.	7500	5,23	—	Ueberlebt.
16.	7600	5,4	—	Tod sofort.
17.	5400	5,65	—	dito.
18.	10500	5,72	—	dito.
19.	11870	6,07	Blutung aus der Femoralis.	dito.

Es resultirt demnach aus diesen 19 Versuchen: beim Hunde sind Blutverluste bis 5,18 pCt. des Körpergewichts im Allgemeinen sicher nicht tödtlich, Blutverluste dagegen über 5,4 pCt. sind mit dem Fortbestand des Lebens nicht vereinbar. Dazwischen, also von 5,18—5,40 pCt. des Körpergewichts, scheinen die Aussichten für Ueberleben oder Zugrundegehen fast gleich zu sein.

Dies Resultat stimmt ziemlich genau mit dem der anderen Autoren überein und man könnte nun, fussend auf diesen viele Versuche umfassenden Tabellen den Werth der Kochsalzinfusion bei den wirklich kritischen Blutungen einwandfrei prüfen, wenn nicht in jedem einzelnen Falle die Individualität in Rechnung gezogen werden müsste. Hätte jedes Thier genau gleich viel Blut, so könnte man natürlich nach einem bestimmten Blutverlust auch die Wirkung der Infusion auf's Bestimmteste controliren, dabei noch ganz abgesehen von der sicher in Betracht zu ziehenden verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Einzelindividuums gegen einen Blutverlust.

Indessen erlebt man hierbei ganz gewaltige Ausnahmen, was auch weiter nicht überraschen kann, da ja der Gesamt-

blutgehalt z. B. des Hundes zwischen  $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{18}$  seines Körpergewichts schwanken kann. Ich habe einen Fall zu verzeichnen, den ich in der vorstehenden Tabelle nicht mit angeführt habe, wo ein sonst gesundes, aber allerdings junges und schlecht genährtes Thier schon nach einem Blutverlust von nur 3,7 pCt. seines Körpergewichts zu Grunde ging. Uebrigens haben Maydl und Schramm dieselbe Erfahrung gemacht. So findet sich bei Schramm ein Todesfall nach einem Verlust von 3,91 pCt., bei Maydl solche nach 4,04 und 3,47 pCt. Blutverlust. (Der letztere Fall sogar trotz Infusion.)

Besonders der folgende Versuch war mir Veranlassung, weiterhin mich nicht mehr ausschliesslich auf die durch die Statistik gefundenen Mittelzahlen zu verlassen:

9190 g schwerer Hund, Blutung aus der rechten Carotis. Blutdruck in der linken A. femoralis genommen. Nachdem das Thier 230 g Blut verloren hatte, war der Blutdruck sehr stark gesunken. An der Curve sind kaum noch einzelne Pulse wahrzunehmen, auch die Athmung war terminal geworden. Die Blutung wurde jetzt sistirt, jedoch ging das Thier schon während Ausführung der Naht, trotzdem der Blutverlust nur 2,6 pCt. des Körpergewichts betragen hatte, zu Grunde. Dieser Versuch demonstriert zur Genüge, wie beim Experiment nur auf die objective, unmittelbare Anschauung Gewicht zu legen ist, während man andererseits sieht, wie Mittelzahlen trügen, weil sie zu wenig der Individualität Rechnung tragen können.

Ebenso wie diese Abnormitäten, die demnach wenigstens beim Hunde gar nicht so selten zu sein scheinen, nach der unteren Grenze des Gesamtblutgehaltes hin vorkommen, können sich Fälle einer abnorm grossen Blutmenge finden, die sich bei Aufstellung derartiger Versuchsreihen der Kenntnissnahme völlig entziehen.

Man kann also bei der Prüfung der Infusion nicht annehmen, dass, weil das betreffende Thier einen gewissen Blutverlust erlitten hat, der nach dem Ergebniss der statistischen Zusammenstellung eine schlechte Prognose für das Ueberleben giebt, auch nun eine wirkliche Lebensgefahr besteht, sondern man muss bei der Beurtheilung des wirklich kritischen Moments andere Kriterien noch zu Hilfe nehmen. Verschiedene, selbst neuere Bearbeiter dieses Themas, haben die Berücksichtigung dieses wichtigen Punktes unterlassen.

Die Verschiedenheit der Verhältnisse beim Einzelindividuum,

die man niemals mit Sicherheit im Voraus bestimmen kann, schafft für die Beurtheilung des wirklichen Werthes der Infusion eine Schwierigkeit, die man nur schwer umgehen kann.

Um mir einigermaassen zuverlässige Resultate zu schaffen, habe ich bei jedem der später aufzuzählenden Infusionsversuche die die Hämorrhagie begleitenden charakteristischen Phänomene, die von Seiten des Blutdrucks und des Respirationsapparats stattfinden, graphisch registrirt. Nicht weil das Thier eine bestimmte, nach Mittelzahlen tödtliche oder vielleicht tödtliche Blutung erlitten hatte, machte ich die Infusion, sondern weil Blutdruck und Respiration derartige Veränderungen aufwiesen, dass bestimmt Gefahr im Anzuge war. An einer weiteren Versuchsreihe hatte ich diese Phänomene bei einfacher Entblutung ohne nachfolgende Infusion studirt. Auf diese Weise konnte ich wenigstens gröbere Fehlerquellen ausschliessen, wenn auch Ausnahmen von der Regel auch bei diesem Vorgehen vorkommen mögen, immerhin halte ich es jedoch eher für möglich, dass z. B. ein Hund nach einem Blutverlust von 3 pCt. des Körpergewichts zu Grunde geht, wie wir dies thatsächlich gesehen haben, oder dass er einen solchen von 6 pCt. ohne Weiteres übersteht, als dass ein Thier, dessen Athmung und Blutdruck ganz bestimmte, noch näher zu erörternde Phänomene aufweisen, spontan sich wieder erholt. Da ich, wie erwähnt, bei Ausführung der Infusionen nicht nach der verlorenen Blutmenge, sondern nach dem Allgemeinbefinden des Thieres, insbesondere aber auf die typischen Veränderungen der Athmung und des Blutdrucks bei der Hämorrhagie mein Augenmerk richtete, so war es zunächst nöthig, die verschiedenen Stadien der Respiration und des Blutdrucks bei einfacher Verblutung ohne nachfolgende Infusion zu prüfen.

Wenn ich bei Aufzählung der Versuche es unterlassen habe, die die Hämorrhagie begleitenden anderen Phänomene, wie Verschwinden der Reflexe, Aufhören der Sensibilität, Nachlassen des Tonus des Blasen- und Mastdarmsphincters u. s. w., in jedem einzelnen Falle aufzuzählen, so hat dies darin seinen Grund, dass diese Zeichen gegenüber den beobachteten an Wichtigkeit bedeutend zurücktreten; ausserdem stand mir keine genügende Assistenz zur Verfügung, die diese Veränderungen registriren

konnte. Die Schreibung von Blutdruck und Athmung, sowie die Vornahme der Entblutung und die nachfolgende Infusion erforderte die gespannteste Aufmerksamkeit.

Die Verhältnisse des Blutdrucks, den ich in einem grossen Theil der Infusionsversuche mittelst des Gad'schen Blutwellenzeichners graphisch darstellte, bei der Hämorrhagie sind hinreichend bekannt. Auf einer mittelst dieses Instruments angefertigten typischen Verblutungscurve erkennt man ungefähr Folgendes: Nach Oeffnen des Arterienrohres bleibt die Höhe des Blutdrucks zunächst unverändert. Bemerkenswerth ist, dass sich bei Beginn der Blutung häufig eine Vermehrung der Anzahl der Pulse findet. Deutlich sind auf der Curve die respiratorischen Blutdruckschwankungen ausgesprochen. Geht nun die Blutung weiter, so beginnt der Blutdruck langsam zu sinken, die einzelnen Pulse werden bedeutend grösser, dann in ihrer Höhe wechselnd; die respiratorischen Pulsschwankungen sind noch zu erkennen. Die Pulse werden nun nach und nach klein, die Frequenz derselben ist zunächst noch unverändert. Der Blutdruck ist inzwischen auf etwa  $\frac{1}{3}$  seiner früheren Höhe gesunken. Beim Hunde ist bis zu diesem Zeitpunkt vom Beginn der Hämorrhagie an etwa die einmalige Umdrehungszeit der Curbel verflossen (= 1 Minute). Die Erhebungen der Pulse werden nun flacher, gleichzeitig werden die einzelnen Erhebungen spärlicher, bis nur noch vereinzelt Pulse das Bestehen der Herzthätigkeit anzeigen. Dieses Stadium kann sich durch mehrere Minuten hinziehen, bis schliesslich auf der Curve überhaupt keine Pulse mehr wahrzunehmen sind.

Ist dieser Zustand eingetreten, so ist damit noch kein sicherer Beweis bevorstehender Todesgefahr gegeben, das Thier kann sich, wenn jetzt die Blutung zum Stillstand gebracht wird, sehr wohl noch spontan erholen.

Deswegen musste man sich nach einem anderen, die Verblutung begleitenden Phänomene umsehen, das im Verein mit den Veränderungen des Blutdrucks und der Herzaction die Tödtlichkeit der Hämorrhagie sicher anzuzeigen vermag; ein solches besitzen wir in der die Blutung begleitenden Respiration, deren charakteristische Veränderungen man mittelst der graphischen Methode sich leicht vorführen kann.

Gewisse Veränderungen der Athmung bei der Hämorrhagie waren zwar schon lange bekannt, jedoch ist erst durch eine unter Gad's Leitung von Holovtschiner<sup>1)</sup> angestellten Arbeit auf das Typische dieser Veränderungen aufmerksam gemacht worden.

Die Ergebnisse dieser Versuche, die am Kaninchen angestellt sind, kann ich durch zahlreiche eigene Untersuchungen durchaus bestätigen. Ich lasse die Beschreibung einer solchen typischen Athmungscurve folgen. Die Mehrzahl der Athmungscurven sind beim Kaninchen mittelst des Gad'schen Volumschreibers<sup>2)</sup> aufgenommen, der auf's Genaueste die Volumschwankungen der Athmungsluft registriert.

Bei Beginn einer Blutung bleibt zunächst die Regelmässigkeit der Athmung bestehen, nach und nach werden die einzelnen Inspirationen tiefer, an Frequenz jedoch nicht vermehrt. Die Inspirationsanstrengung nimmt zu (pneumotoretisches Stadium). Häufig, besonders wenn das Thier nicht narkotisirt ist, treten bei weiterer Entblutung in Folge der Unruhe des Thieres unregelmässige Schwankungen in der Athmung ein. Wird die Hämorrhagie weiter getrieben, so entsteht ein Athemtypus, der sich durch Beschleunigung und Verflachung der einzelnen Athemzüge auszeichnet, die hypokinetische Form der Athmung. Verliert nun das Thier noch mehr Blut, so erscheint eine weitere, ausserordentlich typische Athmungsform, die synkoptische. Es geschehen nur noch ganz vereinzelte Inspirationen, zwischen denen längere Pausen liegen. Im Anfang des 3. Stadiums können die einzelnen Inspirationen noch ziemlich ausgiebig und auch noch hinreichend frequent sein, gegen Ende werden jedoch die Einathmungen immer seltener und flacher, bis endlich die Athmung vollständig stillsteht. Kurz vor dem Tode flackert manchmal die Athemthätigkeit nochmals kurz auf.

Die verschiedenen Athmungsformen können nun in verschiedener Weise ausgesprochen sein, so dass z. B. das pneumotoretische Stadium wenig hervortritt und die Athmung sofort in die hypokinetische Form übergeht. Bei Aufzählung der ein-

<sup>1)</sup> Ueber hämorrhagische Dyspnoe. Archiv f. Anat. und Physiol. 1886.

<sup>2)</sup> J. Gad, Ueber einen neuen Pneumatographen. Ebenda. 1879. S. 181. 1880. S. 1.



zelenen Versuche soll auf diese vom Typus abweichenden Fälle hingewiesen werden.

Ob diese 3 charakteristischen Stadien der Athmung bei der Entblutung auch in genau derselben Weise beim Hunde statthaben, kann ich nicht sicher behaupten, da es überhaupt schwer ist, vom nicht narkotisirten Hunde gute Athemcurven zu erhalten. Ausserdem war es aus technischen Gründen nicht möglich, hier die gleichen Instrumente wie beim Kaninchenversuche anzuwenden. Ich benutzte beim Hunde zur Registrierung der Thoraxexcursionen eine der Thoraxwand anliegende mit Luft gefüllte Gummibirne, die durch einen Schlauch mit der Marey'schen Kapsel in Verbindung stand. Die charakteristischen Veränderungen der Athmung, die hypokinetische sowie die synkoptische Form, auf deren Erkennung es mir bei Ausführung der Infusionen besonders ankam, wurden auch hierdurch in genügender Weise registriert.

Ehe wir an die Schilderung der Infusionsversuche gehen, ist es nöthig, die Theorie zu erwähnen, auf die sich die ganze Lehre von der Kochsalzinfusion in letzter Linie stützt; es ist dies die von Goltz<sup>1)</sup> aufgestellte Theorie über das Zustandekommen des Verblutungstodes.

Während man bislang annahm, dass der Verblutungstod ein Erstickungstod sei, bedingt durch die starke Abnahme der specifischen Bestandtheile des Blutes, handelt es sich nach Goltz wesentlich um mechanische Missverhältnisse, die bei der Verblutung den Tod bedingen. Es wird nach ihm durch Ablassen einer grösseren Blutmenge das Gefässsystem für seinen Inhalt relativ zu gross und passt sich nicht mehr vermöge der Elasticität der Wände oder Contraction der glatten Musculatur dem verringerten Inhalt an. „Das Herz arbeitet wie eine leere Pumpe, es contrahirt sich, schafft aber kein Blut in die Aorta, oder der Spannungszuwachs der Aorta ist so gering, dass er nur in der Nähe des Herzens wahrnehmbar ist.“ Nach diesem Autor muss man beim drohenden Verblutungstod vor Allem bestrebt sein, diese mechanischen Missverhältnisse zu eliminiren, indem man durch Einführen einer indifferenten Flüssigkeit in das Gefäss-

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 29. S. 394.

system eine bessere Füllung der Gefässe bewerkstelligt und damit die Treibkraft des Herzens verstärkt. Es handelt sich darum, den Rest des noch im Körper vorhandenen Blutes, der zur Ernährung noch ausreichen soll, auf's Neue in genügende Bewegung zu bringen. Dies drückt Goltz mit den Worten aus: „Die in solchen Fällen in den Gefässen noch vorhandenen Blutreste wären im Stande, das Leben wenigstens nothdürftig noch eine Weile zu fristen, wenn man sie nur in Bewegung brächte, wenn man die mechanischen Bedingungen für den Kreislauf herstellte.“ Goltz bringt eine mit Luft durchgeschüttelte Eiweisslösung von der Concentration des Blutes in Vorschlag und ist überzeugt, dass das Thier sich erholen wird: „vielleicht nur auf kurze Zeit, vielleicht auch dauernd“. Der erste, der die Goltz'sche Theorie zur Grundlage einer grösseren Versuchsreihe machte, war Schwarz und nach ihm v. Ott. Ob diese Versuche geeignet sind, die Richtigkeit dieser Theorie zu beweisen, werden wir späterhin durch das Ergebniss unserer Experimente bezweifeln müssen.

#### Infusionsversuche.

Der Aufzählung der einzelnen Experimente schicke ich zunächst eine kurze Beschreibung der Versuchsanordnung voraus. Beim Hunde verfuhr ich folgendermaassen: Das Thier wurde nach vorheriger genauer Bestimmung seines Körpergewichts auf den Operationstisch aufgebunden; Narcotica wurden in keinem Falle angewandt. Es wurden nun eine Art. carotis, eine V. femoralis und meistens auch eine A. femoralis freigelegt. In die Arterie kam die Entblutungsanüle, in die A. femoralis die mit schwefelsaurer Magnesia gefüllte Canüle zur Blutdruckmessung, in die Vena femoralis die mit Kochsalzlösung angefüllte Infusionsanüle.

Dass ich für die Infusion die V. femoralis und nicht, wie die anderen Autoren, die V. jugularis wählte, hatte den Zweck, dass für den Fall des Eindringens von Luft mit der Infusionsflüssigkeit die Gefahr der Luftembolie weniger zu befürchten war, wenn in ein vom Herzen weiter entferntes Gefäss infundirt wurde.

Um übermässig viele Wunden zu vermeiden, benutzte ich

gewöhnlich Arteria und V. femoralis an demselben Bein, was übrigens, wie ich zugebe, für das Ueberleben der Thiere ein ungünstiger Umstand zu sein scheint. Jedoch wurde dadurch das Endresultat meiner Versuche nicht beeinflusst.

Es wurde nun, nachdem die die Athmung und den Blutdruck registrirenden Apparate in Gang gebracht waren, eine Probeschreibung vorgenommen. Dann erfolgte die Hämorrhagie, die unter steter Registrirung der Athmung und des Blutdrucks vor sich ging. Das entströmende Blut wurde in einem kalibrierten Glascylinder aufgefangen. Erkannte man auf der Curve, dass das kritische Stadium eingetreten war, so wurde das Gefäss abgeklemmt und nun die Infusion mit körperwarmer, steriler Kochsalzlösung, die jedesmal vorher frisch durch Auflösen von 6 g Kochsalz in 1 Liter destillirten Wassers bereitet war, vorgenommen. Die Infusion geschah mittelst einer 34 ccm fassenden, gut schliessenden Spritze; es wurde unter Beobachtung eines gleichmässigen Druckes und so langsam infundirt, dass ich zur Infusion von 30 ccm etwa  $\frac{1}{2}$ —1 Minute gebrauchte (die letzten 4 ccm blieben stets in der Spritze, um das Eindringen etwaiger Luftblasen zu vermeiden). Da ich die Spritze bis zur Vollendung der Infusion öfter frisch füllen musste, so vergingen in jedem Fall mehrere Minuten, so dass nicht zu viel Kochsalzwasser auf einmal in's rechte Herz gelangen konnte.

War die nöthige Menge Flüssigkeit dem Thiere einverleibt, so wurden gewöhnlich noch einige Curvenreihen geschrieben, um die Wirkung der Infusion sich vor Augen zu führen; darauf wurden nach Ligatur der Gefässe die Wunden vernäht und das Thier, ohne dass andere Wiederbelebungsmitel angewandt wurden, in den Stall zurückgebracht. Nachdem meine Arbeit bis auf einige Versuche zum Abschluss gebracht war, erhielt ich erst die Veröffentlichung Kronecker's<sup>1)</sup>. An dieser Stelle interessirt uns besonders die Kritik, die dieser Autor an der Versuchsanordnung bei den Experimenten von Maydl und Schramm ausübt. Er glaubt, dass die ungünstigen Ergebnisse der Versuche der letztgenannten Forscher daher rührten, weil

<sup>1)</sup> Kritisches und Experimentelles über lebensrettende Infusionen von Kochsalzlösung bei Hunden. Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. 1886. No. 16, 17 und 18.

diese unter anerkannt ungünstigen Versuchsbedingungen gearbeitet hätten. Nach ihm hat Maydl den Fehler begangen, in die Jugularvene unter arteriellem Druck zu infundiren, während er Schramm vorhält, dass dieser keine neutrale 0,6 procentige Kochsalzlösung gebrauchte, sondern dieselbe durch Zusatz von 1 g Soda auf 1 Liter Wasser alkalisch machte, wodurch nicht eine „indifferente, sondern eine gefährliche Infusionsflüssigkeit“ entsteht, welche Einwände Kronecker mit einer Anzahl von Versuchen belegt. Ueber den Werth der Kochsalzwasserinfusion äussert er sich mit den Worten: „Dass bei allen Verblutungen bis zu  $\frac{2}{3}$ , vielleicht bis  $\frac{1}{4}$  der präsumptiven Blutmenge die Infusion von 0,6 procentiger Kochsalzlösung das gefährdete Leben rettet!“

Maydl<sup>1)</sup> sucht in einer längeren Arbeit, gestützt auf weitere Reihe von Versuchen, diese gegen seine Experimente erhobenen Einwände zu entkräften, indem er nachweist, dass nicht die Höhe des bei der Infusion angewandten Druckes, sondern nur der Grad des Blutverlustes das für das Weiterleben Entscheidende ist. Ausserdem ist nach dem Ergebniss seiner Untersuchungen die Sterblichkeit nicht grösser, wenn man die von Schramm angewandte Flüssigkeit, als wenn man neutrale Lösungen dem Thiere einverleibt.

#### Versuche an Hunden.

##### 1.

Weisser Spitz, Gewicht 9500 g.

Blutverlust aus der linken Carotis 520 g = 5,48 pCt. des Körpergewichts. Blutdruck aus der rechtsseitigen Arteria femoralis gemessen. Freilegen der linken Vena femoralis behufs Vornahme der Infusion.

Bald nach Beginn der Hämorrhagie sinkt der Blutdruck sehr stark; die einzelnen Pulse sind durch 2 Minuten noch gut wahrzunehmen, bis schliesslich die Herzaction immer langsamer wird; die einzelnen Pulszacken sind bedeutend kleiner, schliesslich nur noch ganz vereinzelt auf der Curve wahrzunehmen.

Die Athmung ist mittlerweile, nachdem das hypokinetische Stadium deutlich ausgesprochen war, flach geworden, einzelne tiefe Inspirationen geschehen noch, es folgen darauf wieder längere Pausen, endlich sind auf der Curve keine Athemzüge mehr erkennbar. Nachdem dieser Zustand etwa 12 Secunden gedauert hat, beginnt die Infusion der sterilisirten,

<sup>1)</sup> Wiener med. Jahrbücher. 1887. S. 165.

körperwarmen, physiologischen Kochsalzlösung in die linke Vena femoralis. Nach wenigen Secunden treten kaum merkliche Pulse wieder auf, die nach und nach grösser werden; in der Athemcurve sieht man im Anschluss an die Infusion eine 15 Secunden dauernde Apnoe, die von 2 tiefen Athemzügen gefolgt ist. Nachdem 260 g infundirt sind, hat sich der Blutdruck auf etwa  $\frac{1}{4}$  der ursprünglichen Höhe wieder gehoben. Nachdem die Infusion (340 g) beendet ist, ist die Pulsfrequenz normal, rhythmisch, die Form der einzelnen Pulswelle dieselbe, wie die vor dem Blutverlust. Der Blutdruck hält sich auf einem Niveau, das höher ist, wie das vor der Infusion. Die Athmung ist zwar noch klein, aber frequent.

Das Thier scheint sich zu erholen, vermag auf den Beinen zu stehen, hebt den Kopf. Stirbt jedoch noch in derselben Nacht.

## 2.

Kleiner, weiblicher Hund, Gewicht 5900 g.

Blutverlust aus der linken Carotis = 310 g = 5,26 pCt. des Körpergewichts. Blutdruck aus der Art. femoralis dextra, Freilegen der V. femoralis derselben Seite. Nachdem die angeführte Menge Blut ausgeflossen ist, ist der Blutdruck stark gesunken, die Pulse sind ausserordentlich klein, aber noch ziemlich frequent. Die Athmungscurve weist noch keine für eine starke Hämorrhagie charakteristischen Veränderungen auf; dieselbe ist regelmässig, die einzelnen Athemzüge nicht sehr tief. Es wird jetzt das Arterienrohr abgeklemmt, und ehe noch die Infusion vorgenommen wurde, hebt sich spontan wieder der Puls.

Trotzdem wird die Infusion (310 g) ausgeführt, der Blutdruck beginnt langsam wieder anzusteigen, die einzelnen Pulse werden höher, die Athmungsexcursionen ausgiebiger. Nach wenigen Minuten hat der Blutdruck den Anfangswerth wieder erreicht. Nachdem das Thier losgebunden ist, vermag es sofort zu gehen. Das Thier ging jedoch am 4. Tage zu Grunde.

Leider wurde die Vornahme der Section unterlassen, jedoch kann ich nicht annehmen, dass das Thier in Folge der ungünstigen Nachwirkung der Hämorrhagie zu Grunde ging, denn es befand sich in den der Operation folgenden 2 Tagen durchaus wohl. Vielmehr muss das Unterbinden der A. und V. femoralis an demselben Bein als ein für das Ueberleben ungünstiger Umstand angesehen werden. Ich nehme daher an, dass das Thier den Blutverlust als solchen überstanden hat.

(Das Verhalten des Blutdrucks und der Herzaction bei der Hämorrhagie in diesem Fall demonstrirt Curve 1, Tafel III.)

## 3.

Kleiner, männlicher Pinscher, Gewicht 6470 g.

Verlorene Blutmenge aus der rechten Art. carotis = 340 g = 5,26 pCt. des Körpergewichts. Blutdruck nicht geschrieben. Die Athemcurve weist, da das Thier sehr unruhig ist, viele Unregelmässigkeiten auf. Nachdem die Athmung sehr langsam geworden ist, zeitweise steht die Athmung ganz

still, infundirt man 300 g in die linke Vena femoralis. Das Thier erholt sich, die Athmung wird bedeutend ausgiebiger und frequenter. Jedoch hält diese Besserung nur kurze Zeit an und das Thier geht schon während des Anlegens der Naht zu Grunde.

## 4.

Kleiner Pinscher, Gewicht 3950 g.

Blutverlust aus der Carotis = 210 g = 5,32 pCt. des Körpergewichts.

Nachdem die genannte Menge ausgeflossen ist, ist die Athmung nur noch ganz oberflächlich, zeitweise stillstehend, dagegen ist die Herzaction noch ziemlich intact. Es beginnt jetzt die Infusion (im Ganzen 210 g infundirt), zunächst ohne bessernden Einfluss auf die Athmung. Jedoch wird die Athmung schliesslich frequenter, jedoch bleiben längere Pausen zwischen den einzelnen Inspirationen bestehen.

Nachdem das Thier losgebunden ist, macht es einen guten Eindruck hinsichtlich seines Kräftezustandes. Es stirbt jedoch nach 6 Stunden. Section: An den Operationsstellen keine besonderen Veränderungen, rechtes Herz ziemlich weit. Beim Einschneiden entleert sich eine hellröthliche wässrige Flüssigkeit, dann folgt noch dunkelrothes, geronnenes Blut. Eine ähnliche wässrige Flüssigkeit entleert sich aus der Halsvene und der V. cava inf. Linker Ventrikel mässig weit, enthält etwas geronnenes Blut. Nirgends Luftblasen. Lungen im Ganzen zusammengesunken. In den Gefässen kein Inhalt.

## 5.

Weiblicher kleiner Pinscher, Gewicht 5800 g.

Blutverlust aus der rechten Carotis = 300 g = 5,18 pCt. des Körpergewichts.

Nachdem das Thier bereits eine grosse Menge Blut verloren hat, ist die Athmung noch verhältnissmässig gut; die einzelnen Athemzüge sind tief, jedoch etwas verlangsamt. An der Blutdruckcurve sind, nachdem der Blutdruck stark gesunken war, noch 3 Minuten lang die einzelnen Pulse gut wahrnehmbar; schliesslich ist kein Puls mehr zu erkennen. Auch die Athmung setzt plötzlich aus. Jetzt beginnt die Infusion in die linke Vena femoralis; es treten einige unregelmässige Athemzüge auf, ebenso sind auch vereinzelte Pulse zu erkennen, die zeitweise kräftiger werden. Nachdem etwa 180 g infundirt sind, hört die Athmung definitiv auf.

Section: Lungen zusammengesunken, sehr blass. Herz mässig dilatirt; beim Einschneiden entleert sich aus den Ventrikeln eine schwach weinroth gefärbte Flüssigkeit, ebenso aus den grossen Halsgefässen. Sonst nichts Bemerkenswerthes.

## 6.

Weisser Spitz, Gewicht 5900 g.

Aus der rechten A. carotis 300 g Blut entleert = 5,09 pCt. des Körpergewichts.

Nach geschehener Entblutung ist die Athmung zwar langsam, aber noch ziemlich regelmässig. Die einzelnen Athemzüge genügend tief. Die einzelnen Pulse sind an der Blutdruckcurve eben noch wahrzunehmen, der Blutdruck stark gesunken.

Es beginnt nun die Infusion, sofort wird der Puls deutlicher sichtbar, auch die Athmung wird wieder frequenter. Im Ganzen wurden 300 g infundirt. Das Thier überlebte.

Die sofortige Besserung des Pulses in diesem Falle demonstrirt Curve 2, Tafel III.

## 7.

Braune Jagdhündin, Gewicht 16600 g.

Blutverlust aus der linken Arteria carotis = 870 g = 5,25 pCt. des Körpergewichts.

Blutdruck nicht geschrieben. Infusion in die linke V. femoralis dextra.

Die Athmung wird gegen das Ende der Blutung sehr unregelmässig, tiefe Inspirationen wechseln mit oberflächlicheren ab. Dann wird die Athmung flach und hört schliesslich vollkommen auf. Nun beginnt die Infusion (im Ganzen 800 cem). Die Athmung wird wieder frequenter, setzt aber bald wieder aus.

Das Thier geht nach  $\frac{1}{4}$  Stunde zu Grunde.

## 8.

Junger, kleiner Hund, Gewicht 6050 g.

Blutverlust aus der rechten A. carotis = 330 g = 5,46 pCt. des Körpergewichts.

Blutdruck aus der A. femoralis links, Infusion in die V. femoralis derselben Seite. Nachdem die angeführte Menge ausgeflossen ist, ist kein Puls mehr auf der Curve wahrzunehmen. Die Athmung sistirt, kaum bemerkbare Erhebungen abgerechnet, vollständig. Nun werden 330 g infundirt. Sofort nach Beginn der Infusion sieht man einzelne Pulse auftreten, die nach und nach kräftiger werden; der Blutdruck steigt langsam an. Die nach Beginn der Infusion vollständig aussetzende Athmung beginnt wieder mit einem tiefen Athemzug; nach etwa 1 Minute folgen die Athemzüge schneller auf einander und werden ausgiebiger.

Das Thier vermag, nachdem es in den Stall zurückgebracht ist, den Kopf zu erheben. Stirbt nach 4 Stunden.

## 9.

16000 g schwerer Schäferhund.

Blutverlust aus der rechten A. carotis = 870 g = 5,44 pCt. des Körpergewichts.

Blutdruck in der rechten A. femoralis. Infusion (800 g) in die linke V. femoralis. Am Schluss der Hämorrhagie hat die Athmung fast terminalen Charakter angenommen; es geschehen nur ganz vereinzelte Athemzüge, die durch lange Pausen von einander getrennt sind. Der Blutdruck ist etwa

auf  $\frac{1}{3}$  seiner früheren Höhe gesunken, einzelne Pulse sind jedoch noch vorhanden. Nun beginnt die Infusion, der Puls wird kräftiger und rascher, die Athmung dagegen behält zunächst den terminalen Typus, bessert sich jedoch auch langsam, so dass nach einigen Minuten wieder regelmässige, wenn auch noch flache Athemzüge erfolgen. Die Pulse sind schliesslich wieder regelmässig und kräftig.

Nachdem das Thier losgebunden ist, vermag es in den Stall zurückzulaufen, hebt auf Anrufen den Kopf u. s. w. Stirbt jedoch nach 3 Stunden.

Section: Gefässe der Lunge frei von Verstopfung, Herz zeigt diastolische Erweiterung; in beiden Ventrikeln und Vorhöfen schwarzes geronnenes Blut, nirgends grössere Luftblasen zu erkennen. An den Operationsstellen keine wesentlichen Veränderungen.

#### Versuche an Kaninchen.

Die Versuche wurden fast in derselben Weise angestellt, wie sie bei den am Hunde ausgeführten Experimenten beschrieben sind. Nur wurde die Infusion in die V. jugularis vorgenommen. Wegen der Nähe des Herzens wandte man bei der Vornahme der Infusion einen so geringen Druck an, dass man zur Einführung von je 30 ccm Kochsalzlösung stets  $1\frac{1}{2}$  Minute gebrauchte.

Die Schreibung des Blutdrucks wurde in allen Fällen aus der A. femoralis vorgenommen, die Registrirung der Athmung geschah theils, wie beim Hunde, durch aufgesetzte Gummibirne, theils mittelst des Gad'schen Aëroplethysmographen.

##### 1.

2070 g schweres Thier. Aus der linken Carotis entleert man 66 g Blut = 3,19 pCt. des Körpergewichts.

Nachdem der Blutdruck sehr stark gesunken (die einzelnen Pulse waren bei dieser Schreibung erst nach der Infusion auf der Curve zu erkennen) und die hypokinetische Form der Athmung nachzuweisen war, erfolgt die Infusion von 80 g. In der Athmungscurve tritt zunächst eine Apnoe auf, die jedoch dann einer zwar noch frequenten, aber ausgiebigen Athmung Platz macht, nach 2 Umdrehungen der Trommel ist der normale Athemtypus wieder nachzuweisen. Der Blutdruck beginnt sich langsam zu heben, hat nach der Infusion etwa  $\frac{1}{3}$  der ursprünglichen Höhe erreicht, die einzelnen Pulse sind regelmässig (s. Taf. IV, 1). Nach der Operation ist das Thier sehr schwach, stirbt nach 5 Stunden.

##### 2.

2420 g schweres Thier. Blutverlust aus der linken Carotis = 82 g = 3,39 pCt. des Körpergewichts.

Nachdem diese Blutmenge ausgeflossen ist, sind keine Pulse mehr wahrzunehmen. Athmungsform nicht deutlich ausgesprochen (Schreibung



mit aufgesetzter Gummibirne). Nach der Infusion von 120 g Kochsalzlösung hebt sich der Blutdruck nicht, die Athmung nimmt ausgesprochen terminalen Charakter an und das Thier stirbt nach wenigen Minuten.

## 3.

1890 g schweres Thier. Verlorene Blutmenge: 60 g = 3,18 pCt. des Körpergewichts.

Dieselbe Menge Kochsalzlösung in die Jugularis infundirt. Die Entblutung geschieht in mehreren Absätzen. Athmungscurve geschrieben mittelst aufgesetzter Gummibirne. Die Infusion wird vorgenommen, als die Athmung nur noch ganz oberflächlich ist, nur noch vereinzelt Pulse auf der Curve wahrzunehmen. Nach der Infusion wird die Athmung frequenter, bleibt jedoch flach. Günstiger Einfluss der Infusion auf die Herzaction (s. Taf. IV, 2). Das Thier vermag, losgebunden, sich auf den Beinen zu halten. 4 Stunden nach dem Versuch (Abends 10 Uhr) lebt es noch. Am nächsten Morgen wird es todt vorgefunden.

## 4.

2260 g schweres Thier. Blutverlust = 80 g = 3,52 pCt. des Körpergewichts.

Dieselbe Menge Kochsalzlösung infundirt. Die Infusion wird vorgenommen als die Athmung sehr langsam war, die einzelnen Athemzüge durch längere Pausen getrennt, kein Puls mehr vorhanden. Kein Einfluss der Infusion auf die Athmung, die terminalen Charakter annimmt. Es treten jedoch wieder Pulse auf, die Herzaction ist etwa 1 Minute lang wieder regelmässig, um dann wieder aufzuhören.

Section: Lungen collabirt, im Herzen eine geringe Masse flüssiges, weinroth gefärbtes Blut, keine Gerinnsel. Sonst nichts Abnormes.

## 5.

2525 g schweres Thier. Blutverlust 95 g = 3,76 pCt. des Körpergewichts.

Dieselbe Menge Kochsalzlösung infundirt. Beginn der synkoptischen Athmungsform, kein Puls wahrzunehmen. Die Infusion ist ohne Einfluss auf die Athmung, die bald vollkommen stillsteht. Einige Pulse sind nach der Infusion wieder wahrzunehmen. Tod nach wenigen Minuten.

## 6.

2520 g schweres Thier. Blutverlust = 90 g = 3,58 pCt. des Körpergewichts.

Die Infusion beginnt nachdem die übrigen typischen Stadien der Athmung bei der Hämorrhagie abgelaufen sind, als die synkoptische Athmungsform deutlich ausgesprochen ist. Einzelne Pulse noch vorhanden. Keine Aufbesserung der Respiration, die Herzaction wird auf kurze Zeit gebessert. Tod nach wenigen Minuten (s. Taf. IV, 3).

## 7.

2170 g schweres Thier. Blutverlust 66 g = 3,05 pCt. des Körpergewichts.

Im Beginn der terminalen Athmungsform wird die Infusion (66 g)

vorgenommen; sofort nach der Infusion wird die Respiration frequenter; die einzelnen Athemzüge immer noch durch lange Pausen getrennt. Die Athemexcursionen werden nun immer ausgiebiger und frequenter, und kehren in das pneumatoecetische Stadium zurück. Schliesslich zeigt die Athmung fast normalen Typus. Jedoch hält diese Besserung nicht lange vor und das Thier geht noch während des Anlegens der Naht zu Grunde (s. Taf. IV, 4).

Section: Herz ziemlich schlaff, wenig flüssiger Inhalt in demselben. Lungen zusammengesunken. Die Gefässe derselben frei. In den grossen Halsgefässen eine grosse Menge einer weinrothen Flüssigkeit.

## 8.

1520 g schweres Thier. Blutverlust = 55 g = 3,62 pCt. des Körpergewichts.

Dieselbe Menge infundirt. Als eben die Athmung beginnt langsamer zu werden, jedoch ist das synkoptische Stadium noch nicht eingetreten, beginnt die Infusion, nach und nach wird die Athmung frequenter und erreicht schliesslich fast normalen Typus. An der Blutdruckcurve ist die Einwirkung der Infusionsflüssigkeit auf die Circulation nicht wahrzunehmen, da Gerinnung eingetreten ist. Das Thier stirbt in der Nacht.

Überschauen wir das Resultat dieser 17 Infusionsversuche, so ergibt sich daraus, was den lebensrettenden Werth des fraglichen Eingriffs anlangt, kein ermutigendes Resultat. Unter 9 an Hunden angestellten Versuchen war das Ergebniss quoad vitam conservandam 7mal ungünstig. Es würde natürlich immer noch für den Nutzen der Methode sprechen, wenn die beiden Thiere (Versuch No. 2 und 6), die den Blutverlust überlebten, durch die Infusion gerettet worden wären; jedoch kann ich wohl, gestützt auf den Verlauf von Versuchen, wo keine Infusion vorgenommen wurde, ziemlich sicher behaupten, dass diese Thiere auch ohne Infusion am Leben geblieben wären; wie aus den Versuchsprotocollen ersichtlich, wurde die Infusion zu einer Zeit vorgenommen, als noch keine Lebensgefahr bestand.

Lassen wir die, allerdings wenig verlässlichen, Mittelzahlen sprechen, so finden wir, dass Blutverluste, die über 5,4 pCt. des Körpergewichts liegen, mit und ohne Infusion tödtlich sind. Bei den Entblutungen, die zwischen 5,09 und 5,4 pCt. liegen, überlebt ein gewisser Procentsatz der Thiere mit und ohne Infusion; ich halte es mehr für einen unglücklichen Zufall, wie er bei kleinen Versuchsreihen vorkommen kann, dass die Anzahl der Thiere, die nach der Infusion überlebten, geringer ist, wie bei der Versuchsreihe, wo keine Infusion vorgenommen wurde. In

den Fällen, wo zur Zeit der Vornahme der Infusion eine wirkliche Lebensgefahr bestand, hatte die Infusion keinen andauernden günstigen Einfluss hinsichtlich der definitiven Lebensrettung. Sämmtliche Thiere gingen nach längerer oder kürzerer Zeit zu Grunde. Besonders deutlich ist dies bei den 8 Kaninchenversuchen. In Folge der besseren Versuchsbedingungen (Schreibung der Athmung mittelst des Volumzeichners, grössere Ruhe des Thieres) war hier die Beurtheilung des kritischen Moments leichter wie beim Hunde; es wurde die Infusion nur dann vorgenommen, wenn wirkliche Lebensgefahr bestand. Kein einziges der Thiere überlebte. Beim Kaninchen scheint, nach meinen Untersuchungen, der Gesamtblutgehalt weniger individuellen Schwankungen unterworfen zu sein, wie beim Hunde. Betrag der Blutverlust mehr wie 3 pCt. des Körpergewichts, so gingen die Thiere mit und ohne Infusion zu Grunde; bei Blutverlusten, die weniger als 3 pCt. betragen, ist, wie ich oben gezeigt habe, die Infusion überflüssig, da die Thiere auch ohne weitere Nachhülfe sich gewöhnlich wieder erholen.

Wenn man behauptet, dass die Kochsalzinfusion lebensrettend wirkt, so muss in jedem einzelnen Falle eine wirkliche Todesgefahr nachgewiesen sein, die durch den Eingriff beseitigt wurde.

Um die drohende Todesgefahr zu constatiren, genügt es, wie Kronecker<sup>1)</sup> verlangt: „völliges Aufhören von Athmung und Herzschlag nachzuweisen“. Ich befinde mich in einem entgegengesetzten Gegensatz gegenüber diesem Autor, der angiebt, mit der Kochsalzinfusion Thiere, die „athemlos und pulslös“ waren, nicht nur wieder belebt, sondern sogar auch dauernd gerettet zu haben. Auch Maydl macht ähnliche Angaben<sup>2)</sup>.

Auf Grund meiner Experimente muss ich vielmehr annehmen, dass, sobald einmal Stillstand der Athmung eingetreten ist, mittelst der Kochsalzinfusion eine Lebensrettung nicht mehr zu erwarten steht, ja in vielen Fällen ist sogar eine nur vorübergehende Belebung nicht mehr möglich. Wie besonders aus den Kaninchenexperimenten ersichtlich, war häufig keinerlei bessern-der Einfluss der infundirten Flüssigkeit auf die Respiration zu

<sup>1)</sup> a. a. O.

<sup>2)</sup> z. B. Versuch No. 7.

constatiren. Ist dagegen die Athmung noch nicht ganz sistirend, sondern nur terminal, so gelingt es gewöhnlich die Thiere durch die Infusion auf längere oder kürzere Zeit wieder zu beleben; überlebt hat jedoch niemals ein Thier, bei dem einmal die terminale Athmungsform deutlich ausgesprochen war. Dass sofort nach der Infusion der vorher nicht fühlbare Puls meistens wieder erscheint, freilich manchmal nur auf kurze Zeit, ist unbedingt zuzugeben; freilich lehrt die tägliche Erfahrung am Verblutenden, dass dies auch ohne Infusion der Fall sein kann.

Ich befinde mich mit meiner Behauptung über die Leistungsfähigkeit des Eingriffs in Uebereinstimmung mit Landois<sup>1)</sup>, der sagt: „Ist das verblutete Wesen bereits im Stadium der anämischen Paralyse, in welchem die Athmung stockt und Reactionslosigkeit eingetreten ist, so kann es nur durch arterialisirtes Blut, aber nimmermehr durch indifferente Lösungen zum Leben zurückgerufen werden.“

Wie ist es nun zu erklären, dass andere Autoren athem- und pulslose Thiere durch die Kochsalzinfusion wieder belebt und sogar gerettet haben, während mir dies hinsichtlich des ersten Punktes niemals gelungen ist?

Ich kann diese Differenz nur dadurch erklären, dass diese Autoren den Zustand des Thieres nach der Entblutung nicht genügend scharf beobachtet haben.

Kronecker<sup>2)</sup> entzog einem Hunde: „mit weiten Blutgefässen und einer Struma“ von einem Körpergewicht von 9500 g, 765 g Blut = 8,05 pCt. Es ist dies allerdings eine solche Blutmenge, wie ich sie bei meinen Versuchen auch nicht einmal annähernd erreicht habe<sup>3)</sup>. Dass jedoch durch diesen Blutverlust ein Thier unbedingt gefährdet sein muss, kann man nicht ohne Weiteres zugeben, warum sollte nicht einmal ein hochgradig plethorisches Thier sich finden? Uebrigens sagt dieser Autor selbst, dass nicht die Grösse des Blutverlustes ausschlaggebend für die Beurtheilung des Zustandes des Thieres sei, denn: „völlig unstatthaft ist es, aus statistischen Erhebungen festzustellen, bei welchem

<sup>1)</sup> Eulenburg's Real-Encyclopäd. Bd. XX. S. 38.

<sup>2)</sup> a. a. O.

<sup>3)</sup> Auch Maydl konnte bei einigen Thieren ähnliche Blutmengen entziehen, z. B. in Versuch No. 12 8,45 pCt. des Körpergewichts.

Blutverluste als Bruchtheil des Körpergewichtes berechnet ein Thier sterben müsse<sup>1)</sup>). Und ferner: „Man weiss, dass die Blutmenge eines Hundes keineswegs individuell bestimmbar ist“<sup>2)</sup>). Da also nicht die verlorene Blutmenge, sondern der Zustand des Thieres nach der Entblutung das Entscheidende ist, so muss man erwarten, dass dieser Zustand auch des Näheren geschildert wird. Statt dessen erfährt man nur, dass das Thier nach der Entblutung: „athemlos und pulslos“ war. Natürlich liegt die Frage nahe: durch welche Methode wurde die Athemlosigkeit festgestellt? In welcher Arterie war das Thier pulslos? Wie constatirte man die Pulslosigkeit?

Die stricte Beantwortung dieser Fragen erscheint mir für jeden Einzelfall unumgänglich nothwendig zu sein.

Nach den Erfahrungen, die ich an den Experimenten gewonnen habe, konnte ich mich in keinem Falle von der lebensrettenden Wirkung der Infusion überzeugen. Ich muss daher annehmen, dass ein Thier, dessen innere Athmung durch einen bestimmten Verlust des Blutes an specifischen Elementen nothgelitten hat, verloren ist, selbst wenn durch die Kochsalzinfusion die noch restirende Blutmenge nochmals in Circulation gesetzt wird. Denn das mit Kochsalzwasser gemischte Blut führt den wichtigen Centren auf die Dauer doch nicht genügend Sauerstoff zu, und so geht das Thier, wie die Experimente zeigen, nach einiger Zeit zu Grunde. Die Regenerationsfähigkeit der rothen Blutkörperchen kommt bei der kurzen Spanne Zeit, um die es sich handelt, wohl kaum in Betracht.

Es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass, wie Leichtenstern<sup>3)</sup> annimmt, beim Hunde in Folge einer in weiteren Grenzen wirksamen „Regulation ihres Gefässtonus“ nur ein functioneller Verblutungstod, wie ihn dieser Autor nennt, vorkommt, während beim Menschen: „in Folge eines geringer entwickelten Anpassungs- oder Regulationsvermögens des Gefässtonus, weitaus geringere Blutverluste bereits die Gefahren des mechanischen Verblutungstodes heraufbeschwören“. Demnach hat man mit der „Salzwasserinfusion bei Verblutenden

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 448.

<sup>2)</sup> S. 449.

<sup>3)</sup> Sammlung klinischer Vorträge. No. 25.

unter gewissen Bedingungen die Möglichkeit, lebensrettend zu wirken“.

Nach den Thierversuchen zu schliessen, entfaltet die Kochsalzinfusion ihre vortheilhafte Wirkung vielmehr nach einer anderen Seite hin. Sie vermag den ausgebluteten Organismus unter Umständen auf einige Zeit wieder zu beleben. Wenn mir dies auch nicht bei Thieren gelungen ist, die „am Operations-tisch todt waren“, so verdient doch der Umstand die grösste Beachtung, wie rasch in den Fällen, die überhaupt einer Besserung noch fähig waren, die günstige Wirkung der Infusion sich einstellte. Freilich ist diese Besserung nur zu häufig vorübergehend; je nach dem Zustand des Thieres nach der Entblutung dauert die Belebung nur wenige Minuten bis mehrere Stunden nach der Infusion an. Durch die beigegeführten Versuchsprotocolle und Curven ist diese belebende Wirkung genügend deutlich vorgeführt. Wir kennen kein Mittel, das in gleich günstiger und prompter Weise auf die Circulation einwirkt.

Durch die Einführung der subcutanen Methode der Infusion<sup>1)</sup> ist die Möglichkeit gegeben, auf einfache und gefahrlose Weise diese belebende Wirkung jederzeit in Anwendung bringen zu können.

Ich habe fernerhin noch eine weitere Reihe von Versuchen angestellt, bei denen man mit der Entblutung nicht bis zur kritischen Grenze ging, sondern die Hämorrhagie früher unterbrach, und das Thier sich nun selbst überliess. Auch hierbei wurden Respiration und in einigen Fällen auch der Blutdruck graphisch dargestellt und so die Rückkehr zur Norm genau vor Augen geführt. Ferner wurden noch eine Anzahl von Infusionsversuchen bei nicht tödtlichen Blutentziehungen vorgenommen. Diese letzteren Versuche erschienen mir besonders wichtig, weil sie dem etwaigen Einwurf entgegen treten sollen, dass ich meine Thiere unter solche Versuchsbedingungen gebracht hätte, dass dadurch schon die Möglichkeit des Ueberlebens ausgeschlossen sei. Dieser Einwurf wäre bei den Kanincheninfusionsversuchen, die sämmtlich ungünstig ausfielen, vielleicht berechtigt, wenn ich nicht den Nachweis führen könnte, dass Thiere, die der-

<sup>1)</sup> Zuerst angegeben von Michaelis, Deutsche med. Wochenschr. 1883.

selben Versuchstechnik unterzogen worden waren, nach geringeren Blutverlusten am Leben blieben. Die Hauptschwierigkeit dieses Nachweises bestand darin, die behufs Anwendung des Gad'schen Volumschreibers tracheotomirten Kaninchen längere Zeit am Leben zu erhalten, da die Thiere, wenn man die Canüle liegen lässt, gewöhnlich nach 24 Stunden zu Grunde gehen. Nach einiger Uebung gelang es mir jedoch, nach Entfernung der Canüle, die Trachea durch feine Seidensuturen zu verschliessen, und die Thiere am Leben zu halten.

Es folgen nun zunächst einige Infusionsversuche bei nicht tödtlichen Blutentziehungen:

1.

1820 g schweres Kaninchen.

Blutverlust aus der Carotis etwa 50 ccm (der Blutverlust konnte nicht genau bestimmt werden, weil das Thier beim Einführen der Blutdruckcanüle etwas Blut verloren hatte) = 2,75 pCt. des Körpergewichts.

Im hypokinetischen Stadium der Athmung wird die Blutung sistirt. Nach  $2\frac{1}{2}$  Minuten ist die Athmung wieder zur Norm zurückgekehrt, das Thier überlebte. Infundirte Menge 50 ccm.

2.

1820 g schweres Kaninchen.

Blutverlust aus der Carotis = 50 g = 2,75 pCt.

Nach dem Beginn der Blutung wird die Athmung bald tiefer, das hypokinetische Stadium ist jedoch in diesem Falle nicht deutlich ausgesprochen, sondern es beginnt eine Athemform, die sich durch kurzdauernde, expiratorische Pausen auszeichnet. Es wird sofort mit der Infusion (50 ccm) begonnen, der Typus der Athmung bleibt zunächst noch unverändert, jedoch verschwinden nach und nach die Pausen, die Athmung wird zunächst klein, aber regelmässig, um nach Verlauf weniger Minuten den vollkommen normalen Athemtypus aufzuweisen. Das Thier überlebt.

3.

2300 g schweres Thier.

Blutverlust aus der Carotis = 65 g = 2,83 pCt. des Körpergewichts.

Die einzelnen Stadien der Athmung bei der Hämorrhagie sind in diesem Versuche ausserordentlich deutlich ausgesprochen. Im ausgeprägten hypokinetischen Stadium wird die Arterie abgeklemmt; die beschleunigte und flache Athmung hält nach der Infusion noch 1 Minute an, um dann ausgiebigeren Athemzügen Platz zu machen. Nach 2 Minuten völlig normale Athmung (s. Taf. III, Curve 3). Das Thier überlebt. Infundirte Menge = 65 g.

4.

Im folgenden Versuche war, da die charakteristischen Veränderungen der Respiration nicht deutlich ausgesprochen waren, die Blutung erst sistirt

worden, als das terminale Stadium bereits eine Zeit lang bestanden hatte. Demgemäss war, da das Thier auch eine zu grosse Blutmenge verloren hatte, kein Dauererfolg zu constatiren.

1920 g schweres Thier.

Blutverlust aus der Carotis = 60 g = 3,13 pCt. des Körpergewichts.

Aus der oben angeführten Ursache wurde erst im terminalen Stadium der Athmung abgeklemmt und die Infusion (60 g) vorgenommen. Völlige Rückkehr der Athmung zur Norm. Trotzdem stirbt das Thier nach  $\frac{1}{2}$  Stunde.

Schliesslich seien noch einige Versuche einfacher Entblutung ohne nachfolgende Infusion mit Schreibung der Athmung (in manchen Fällen auch des Blutdrucks) angeführt:

1.

5040 g schwerer Hund.

Blutverlust aus der Carotis = 225 g = 4,47 pCt. des Körpergewichts.

Nur Athmung geschrieben. Die Blutung wurde sistirt, als die Athmung vollkommen unregelmässig und klein war. Die Athmung nimmt von selbst wieder normalen Typus an und das Thier überlebt.

2.

17400 g schwere Jagdhündin.

Aus der Carotis entnommene Blutmenge = 870 g = 5 pCt. des Körpergewichts.

Nur Athmung geschrieben. Es wurde so viel Blut abgelassen, bis die Athmung ganz oberflächlich (jedoch noch regelmässig) geworden war, erst dann wurde die Arterie ligirt. Die Athmung wird spontan nach und nach wieder tiefer und das Thier überlebt.

3.

4970 g schwerer Hund (wahrscheinlich trächtig).

Entnommene Blutmenge aus der Carotis sinistr. = 250 g = 5,04 pCt. des Körpergewichts.

Blutdruck geschrieben aus der linken Arteria femoralis. Die Hämorrhagie wird unterbrochen, als auf der Blutdruckcurve nur noch ganz vereinzelte Pulse wahrzunehmen sind. Die Athmung ist flach und oberflächlich, nähert sich stellenweise dem terminalen Typus. Nach Ligatur der Carotis wird der Puls bald kräftiger, die Herzaction frequenter, der Blutdruck beginnt zu steigen. Die Athmung bleibt zunächst noch flach, um auch dann wieder ausgiebiger zu werden. Das Thier überlebt.

4.

1380 g schweres Kaninchen.

Blutverlust aus der Carotis = 36 g = 2,7 pCt. des Körpergewichts.

Im Beginn der hypokinetischen Athmung wird die Hämorrhagie sistirt. Nach und nach werden die Athemzüge tiefer und langsamer. Nach wenigen Minuten Rückkehr zur Norm. Das Thier überlebt.



5.

1930 g schweres Kaninchen.

Blutverlust aus der Carotis = 54 g = 2,79 pCt. des Körpergewichts.

Nachdem die genannte Blutmenge ausgeflossen ist, ist die Athmung im typischen pneumotactischen Stadium. Es wird die Blutung sistirt, die Athmung nimmt spontan wieder normalen Typus an und das Thier überlebt<sup>1)</sup>.

Wenn wir die über die Resultate der Kochsalzinfusion vorliegende Casuistik mit den angeführten experimentellen Ergebnissen in Einklang zu bringen suchen, so scheint dies auf den ersten Blick nicht recht möglich, denn auf der einen Seite begegnet man auf Grund der Beobachtung am Menschen einem gewissen Enthusiasmus, auf der anderen Seite einem fast absprechenden oder zum mindesten widersprechenden Urtheil der Experimentatoren. Ich möchte die vorliegende Arbeit, die einen wesentlich praktischen Zweck verfolgt, nicht abschliessen, ohne wenigstens einen Ueberblick über die Ergebnisse der Kochsalzinfusion beim verblutenden Menschen, insbesondere auf dem Gebiete der Geburtshülfe und Gynäkologie, gegeben zu haben.

Dass man durch eine solche Zusammenstellung kein klares Bild über den wirklichen Werth der Kochsalzinfusion erhält, ist ja einleuchtend, denn Misserfolge werden auf diesem Gebiet nur ganz vereinzelt publicirt. Das wichtigste Kriterium fehlt uns dazu noch, der Controlversuch, der beweisen soll, wie es ohne die Infusion abgegangen wäre. So ist man einzig und allein auf die objective Beobachtung angewiesen und diese Beobachtung ist oft bei der dringlichen Lage, in der man sich befindet, wohl keine streng kritische; so wird der Arzt, welcher schon gute Erfolge von der Kochsalzinfusion gesehen zu haben glaubt, sie in Fällen zur Anwendung bringen, wo ein anderer sie noch nicht für indicirt hält, und wird so Erfolg auf Erfolg häufen.

<sup>1)</sup> Indess glückten nicht alle Versuche dieser Reihe in derselben Weise, jedoch war in sämtlichen Fällen, die bei diesen Experimenten ohne Infusion zu Grunde gingen, wie ich durch die angefertigten Curven nachweisen kann, die Blutung erst sistirt worden, als die Athmung bereits terminalen Typus angenommen hatte. Ein Versuch mit tödtlichem Ausgang, Tod nach einem Blutverlust von 2,5 pCt (Blutung sistirt im hypokinetischen Stadium, spontane Rückkehr der Athmung zur Norm), war durch einen Fehler in der Technik bedingt (fast völliger Verschluss der Trachea durch eine zu tief greifende Naht).

Die Schwierigkeit, über den Werth der Methode nur durch die am Menschen gewonnene Beobachtung zu entscheiden, räumt auch Mikulicz in seinem Vortrag: „Ueber die Bedeutung der Bluttransfusion und Kochsalzinfusion bei acuter Anämie“ ein, indem er zugiebt, dass man, um wirklich kritisches Beweismaterial über den Werth der Kochsalzinfusion zu haben „eine Reihe von vollkommen gleichartigen und rein expectativ behandelten Fällen“ zur Verfügung haben müsse; „um den Werth der Kochsalzinfusion mit mathematischer Genauigkeit bestimmen zu können“. Er kommt auf Grund seiner und der der übrigen von ihm citirten Autoren gemachten Erfahrung zu dem Schluss, dass die Kochsalzinfusion in den betr. Fällen: „entweder ein direct lebensrettendes Mittel war oder zum mindesten die Blut-circulation auffallend besserte“.

Seine Ansicht über den lebensrettenden Werth der Methode wurde durch die auf seine Veranlassung von seinem Schüler Schramm ausgeführten Experimente nicht bestätigt. Dieser kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ausspruch: „dass die Kochsalzinfusion auf die Erhaltung des Lebens der Thiere nach Blutverlusten keinen entscheidenden Einfluss geübt hat“.

Aus der über Kochsalzinfusion vorliegenden Casuistik habe ich 56 Fälle zusammengestellt, und zwar gehören 35 Fälle dem Gebiete der Geburtshilfe, 21 dem der Gynäkologie<sup>2)</sup> an. Natürlich geben die Collapszustände nach atonischer Blutung am häufigsten Anlass zur Kochsalzinfusion. So finden sich in der zugänglichen Literatur 21 Fälle; dabei constatirte man 15mal einen günstigen Erfolg, sämmtliche Fälle blieben am Leben, 6 mal war die Infusion von keinem Nutzen. Jedoch constatirte man,

1) Wiener Klinik. 1884.

2) Es wurden für diese Zusammenstellung nur solche Fälle verwerthet, welche so beschrieben sind, dass man ein genügend klares Bild von dem Grade der Anämie erhält. Es konnten daher die grösseren Zusammenstellungen von Steinberger, Spencer, Neistube, die mir nur in kurzen Referaten zugänglich waren (Ref. Centralbl. f. Gyn. 1893), nicht verwandt werden. Aus demselben Grunde wurden 7 Fälle von Münchmeyer, bei denen die Infusion ohne Erfolg blieb, nicht in diese Statistik aufgenommen.

ebenso wie beim Thierexperiment, auch in den Fällen, die lethal endigten, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wenigstens eine vorübergehende Besserung.

Wir wissen, dass die den Abort begleitenden Blutungen nur höchst selten eine solche Heftigkeit erreichen, dass sie das Leben der Frau ernstlich bedrohen. Daher ist es auch vielleicht zweifelhaft, ob in den 4 Fällen [Pregaldino<sup>1)</sup>, Frank<sup>2)</sup>, Warmann<sup>3)</sup>], die sämmtlich in Genesung übergingen, die Infusion wirklich stricte indicirt war.

Die Bestimmung des Zeitpunktes, wo die Kochsalzinfusion einzusetzen hat, ist nicht leicht zu treffen, und, vorausgesetzt, dass man überhaupt an die lebensrettende Wirkung der Kochsalzinfusion glaubt, ist ein möglichst frühzeitiges Infundiren gewiss richtig. Freilich wird man dann manchmal ohne Noth den Eingriff vornehmen und man muss dann besonders vorsichtig in der Beurtheilung des Werthes der Infusion sein.

Lehrreich ist in dieser Hinsicht der folgende Fall, der von Jäger<sup>4)</sup> veröffentlicht ist: Es handelte sich um eine Nachblutung am 7. Tag des Wochenbetts. Der Zustand der Frau war so, dass der Arzt die Infusion für indicirt hielt. An einer Beule, die am Oberarm entstand, merkte man, dass man nicht in die Vene gelangt war, sondern sich im Unterhautzellgewebe befand. Es wurde daher die Infusion, nachdem etwa 50 g ausgeflossen waren, abgebrochen — und die Frau erholte sich auch ohne die Infusion unter Darreichung von Excitantien.

In wie vielen Fällen es ohne Infusion ebenso gegangen wäre, entzieht sich natürlich unserem Urtheil.

6mal wurde die Infusion zur Bekämpfung von Collapszuständen nach und bei Placenta praevia vorgenommen, 4mal mit günstigem, 2mal mit ungünstigem Ausgang [Thomson<sup>5)</sup>, Harrington<sup>6)</sup>].

1) Bull. de l'acad. roy. de méd. de Belgique. 1888. No. 9.

2) Prager med. Wochenschr. 1890.

3) Therapeut. Monatshefte. 1893. (1 Fall nach Abort und 1 Fall nach Blasenmole.)

4) Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. 1885. No. 12.

5) Deutsche med. Wochenschr. 1891. No. 19.

6) Boston medical and surgical Journal. 1887. May.

Bei den übrigen Fällen handelt es sich:

1mal um Inversio uteri [Bergstrand<sup>1)</sup>] — Heilung.

1mal um Blutung im Wochenbett [Coates<sup>2)</sup>] — Tod.

1mal um Blutung bei einer Schwangern (traumatisch?) [Coates<sup>3)</sup>] — Tod.

1mal um Anämie bei Cervixriss [Warman<sup>4)</sup>] — Heilung.

Schlechter sind die Resultate der Kochsalzinfusion bei gynäkologischen Fällen. In der Mehrzahl der Publicationen handelt es sich um Collaps nach Laparatomie, theilweise bedingt durch Nachblutungen. Es wurde die Kochsalzinfusion vorgenommen: 8mal nach Ovariectomie und zwar 6mal mit günstigem, 2mal mit ungünstigem Ausgang, 6mal nach Totalexstirpation und partieller Entfernung der Uterus (3mal mit günstigem, 3mal mit ungünstigem Ausgang). 1mal wegen Durchbruchs einer Extrateringravidität in den Darm (Krönlein<sup>5)</sup>).

Recht gering sind die Erfolge der Kochsalzinfusion bei den Collapszuständen nach Myomotomie, unter 5 Fällen zähle ich nur eine Heilung.

Münchmeyer<sup>6)</sup> weist mit Recht darauf hin, dass gerade bei Uterusmyomen die braune Atrophie des Herzens sich findet, dass ein solch geschwächtes Herz unter Umständen nicht mehr kräftig genug ist, die aufgenommene Flüssigkeit in Circulation zu bringen. Dieselbe Erfahrung hatte schon vorher Sängner<sup>7)</sup> gemacht.

Bei den enormen Blutungen, die bei Ruptur extrauteriner Fruchtsäcke statthaben können, kann es uns nicht verwundern, wenn die Kochsalzinfusion versagt.

In den beiden publicirten Fällen [Wiercinsky<sup>8)</sup>, Jakoby<sup>9)</sup>] blieb der erhoffte Erfolg aus. Ob der Erfolg in dem von Chazan<sup>10)</sup> beschriebenen Fall von Ruptur eines extrauterinen

1) Ref. Centralblatt f. Gyn. 1890.

2) Med. Times and Gaz. 1883. p. 296.

3) *ibid.*

4) Therapeut. Monatsh. 1893.

5) Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. 1887.

6) a. a. O.

7) Centralbl. f. Gyn. 1884. No. 37.

8) Centralbl. f. Gyn. 1889.

9) Centralbl. f. Gyn. 1885.

10) Centralbl. f. Gyn. 1889.

Fruchtsacks der Kochsalzinfusion zugeschrieben werden kann, muss als zweifelhaft betrachtet werden, denn wie der Autor an giebt, war erst eine Stunde nach der Infusion der Radialpuls etwas deutlicher zu fühlen. Nach den am Experiment gewonnenen Erfahrungen, mit denen in dieser Hinsicht alle casuistischen Mittheilungen übereinstimmen, pflegt der Erfolg der Kochsalzinfusion, wenn er überhaupt eintritt, niemals so lange auf sich warten zu lassen. Es ist gerade der Vorzug der Infusion, dass der Nutzen ein sofortiger ist.

Ein Fall von Dührssen<sup>1)</sup> (Tubenruptur, starker Collaps Laparotomie) endete trotz mehrerer subcutaner Infusionen zwei Stunden nach der Laparotomie tödtlich.

Zweckmässig erscheint das Vorgehen Dührssen's<sup>1)</sup>, der dem Vorschlage Wyder's<sup>2)</sup> folgend, in 2 Fällen von Ruptur der schwangeren Tube der Laparotomie eine Kochsalzinfusion vorangehen liess. In beiden Fällen constatirte er die günstige Wirkung der eingeführten Lösung auf die Herzaction.

Wenn wir nun aus dem gewonnenen Resultat das Ergebniss ziehen, so ist dies für die Kochsalzinfusion in gewisser Hinsicht nicht günstig und man befindet sich in der misslichen Lage, den Werth eines verbreiteten therapeutischen Eingriffs schmälern zu müssen. Es finden hier die Worte von Bergmann's Anwendung: „So wahr es ist, dass Geben seliger denn Nehmen thut, so mag es mehr Freude und Befriedigung schaffen; durch neue Heilmethoden das ärztliche Können zu mehren, als an den bestehenden zu rütteln und mit beizutragen, dass an sie die Axt gelegt werde.“

Es liegt mir jedoch fern, den Werth der Kochsalzinfusion vollkommen zu negiren; ich glaube genügend gezeigt zu haben was diese Methode zu leisten vermag und was wir demnach von ihrer Anwendung zu erwarten haben; wird man auf Grund der nun in hinreichender Anzahl vorliegenden Experimente etwas skeptischer in Bezug auf den „lebensrettenden“ Erfolg, so werden sich die Ergebnisse des Experiments und die Beobachtung am Krankenbett in ihrem Urtheil vielleicht nicht mehr so diametral entgegen stehen.

<sup>1)</sup> Deutsche med. Wochenschr. 1894. No. 2.

<sup>2)</sup> Archiv f. Gyn. Bd. 41. H. 1 u. 2.

Hinsichtlich der „belebenden“ Wirkung der Infusion von Kochsalzlösung stimmen Experiment und klinische Erfahrung in schönster Weise überein. Hier wir da constatiren wir: das Wiedererscheinen des Pulses, das Frequenterwerden der Athmung, das Wiederkehren der Reflexe u. s. w. Die „lebensrettende“ Wirkung der Infusion ist durch einwandfreie Thierexperimente bis jetzt nicht nachgewiesen worden, vielmehr muss dieselbe auf Grund der am Hund und Kaninchen gesammelten Erfahrungen wenigstens für diese Thiere als illusorisch aufgefasst werden.

In letzter Linie hängt die Entscheidung über den lebensrettenden Werth der Kochsalzinfusion bei acuter Anämie von der Beantwortung der Frage ab: Gibt es einen Verblutungstod aus mechanischen Ursachen im Goltz'schen Sinne?

Gibt es einen solchen, was anzunehmen ich auf Grund meiner Experimente keine Veranlassung habe, so kann die Infusion von physiologischer Kochsalzlösung wirklich lebensrettend wirken. Gibt es dagegen einen solchen nicht, sondern nur einen Verblutungstod, der bedingt ist durch Verlust der specifischen Elemente des Blutes, so hat die Kochsalzinfusion nur den Werth eines, allerdings vorzüglich wirkenden, Belebungs- und Reizmittels für das Herz.

---

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel III.

- Curve 1. Verhalten des Blutdrucks und der Herzaction bei einer Hämorrhagie.
- Curve 2. Günstiger Einfluss der Kochsalzinfusion auf die Herzaction nach Entblutung.
- Curve 3. Spontaner Uebergang aus der hypokinetischen Athmungsform in Normalathmung (ohne Infusion).

#### Tafel IV.

- Curve 1. Ueberführung der hypokinetischen Athmung durch Infusion in normale Athmung.
- Curve 2. Günstiger Einfluss der Kochsalzinfusion auf die Herzaction.
- Curve 3. Kochsalzinfusion ohne günstigen Einfluss auf die Respiration.
- Curve 4. Beispiel der Ueberführung terminaler Athmung durch Kochsalzinfusion in Normalathmung (jedoch ohne dauernden Erfolg).

Die Blutdruckcurven sind mit Gad's Blutwellenzeichner, die aufgeführten Athemcurven mit Gad's Aëroplethysmographen aufgenommen. Sinken der Athemcurve bedeutet Inspiration. B Beginn der Blutung. Inf Beginn der Infusion.

---