

Ueber die chemischen Bedingungen für die Entstehung des Herzschlages.

Von

Dr. Merunowicz.

Den Sitz der automatischen Erreger des Froschherzens musste man so lange in die Ganglien auf der Vorhofscheidewand und an dem Basalring der Ventrikel verlegen, als die Thatsache aufrecht stand, dass die unteren zwei Drittel der Herzkammer pulslos absterben, wenn sie aus ihrem natürlichen Zusammenhang gelöst sind.

Indess war diese Grundlage von *Bowditch* erschüttert worden. Allerdings hatte auch er gefunden, dass die sogen. Herzspitze in der Regel ohne Zuthun äusseren Reizes schlaglos verharrt, aber es war ihm doch begegnet, dass das genannte Präparat gruppenweise angeordnete Zuckungen vollführte, wenn die Höhle desselben mit einem durch Delphinin vergifteten Blutserum gefüllt war. Diese Beobachtung liess erkennen, dass der Ventrikel durch die Aenderungen und zwar zunächst die der chemischen Bedingungen, unter welchen er steht, zu selbstständigen Schlägen befähigt sei. Es schien von Interesse, diese beiläufig gewonnene Beobachtung methodisch zu verfolgen, was ich auf Veranlassung des Herrn Prof. *Ludwig* gethan habe.

Die Vorbereitungen, welche die zum Versuch benutzte Herzspitze erfahren muss, ist von *Bowditch* und seit ihm auch von Anderen so eingehend beschrieben worden, dass eine nochmalige Darstellung der Einrichtungen des registrirenden Manometers und der Verbindungsart zwischen ihm und der Herzspitze unterbleiben kann.

Da der Ausgangspunkt meiner Versuche eine Vergleichung des Gebahrens bezweckte, welches die Herzspitze darbot, je nachdem ihr Inhalt aus einer reinen oder delphininhaltigen Ernährungsflüssigkeit bestand, so war es natürlich geboten, zuerst die Erscheinungen zu beobachten, welche sich unter der Anwendung von Blut und Blutserum einstellen. In den Mittheilungen

von *J. Rossbach*, welche dem mit Kochsalz verdünnten Kaninchenblute eine andere Stellung zum Froschherzen anwiesen, als sie dem Serum jener Blutart zukommt, lag die Aufforderung, sich nicht blos auf das letztere zu beschränken. Zugleich aber verlangten es die Erfahrungen von *Luciani*, sich bei den Beobachtungen, welche jetzt ausgeführt werden sollten, mit Geduld zu waffnen; denn er hatte gefunden, dass die ernährenden Flüssigkeiten, um ihre volle Wirkung zu entfalten, eine sehr lange Zeit mit dem Herzen in Berührung bleiben müssen.

Aus diesen Gründen füllte ich gleich im Beginn meiner Versuche in den Binnenraum der Herzspitze des Frosches ein Gemenge, das aus einem Theile frischen, geschlagenen Kaninchenblutes und aus vier Theilen 0.6 pCt. Kochsalzlösung bestand. Diese Mischung will ich kurzweg blutige Kochsalzlösung nennen; ich führte sie erst dann ein, nachdem die Herzkammer einige Millimeter unter der Atrioventricular-Furche auf die Canüle geschnürt war, welche die Spitzenhöhle mit den übrigen Stücken des Apparates verbinden sollte. Da ich meine Versuche im November begann, so standen mir sehr lebenskräftige Thiere zu Gebote.

Als die Herzspitze auf beschriebene Art vorbereitet an das Manometer gesetzt war, verhielt sie sich zwar anfangs vollkommen ruhig, nach einer Reihe von Minuten aber traten plötzlich Zusammenziehungen ein und diese dauerten gerade bei dem ersten meiner Versuche mehrere Minuten hindurch in fast regelmässiger Folge und in nahezu ungeschwächtem Umfange fort, trotzdem dass die Flüssigkeitsmasse, welche in die Spitzenhöhle eingeführt war, nicht erneuert und unabhängig davon, ob das mit 0.6 pCt. Kochsalzlösung gefüllte Gefässchen, in welches die Herzspitze bei diesen Versuchen stets eingesenkt wird, entfernt oder auch wieder angesetzt wurde. Man hatte es also mit einer Wirkung des verdünnten Blutes zu thun, die an der isolirten Herzspitze dasselbe, wie am unversehrten Herzen hervorbrachte. Diese Beobachtung musste zunächst verfolgt werden; inwieweit dies geschehen, werde ich zunächst mittheilen.

Die Versuchsreihe wurde mit einer öfteren Wiederholung des eben mitgetheilten Experimentes begonnen. Um gewiss zu sein, dass die etwa auftretenden Schläge durchaus freiwillig waren, wurde von dem Herzen, nachdem es einige Millimeter unter seiner Querfurche auf die Canüle gebunden, alles oberhalb des Fadens liegende Fleisch sorgfältig abge-

schnitten, so dass kein Rest des Ganglienkranzes, welcher die Basis des Ventrikels umsäumt, vorhanden sein konnte. Darauf wurde die an den Apparat gesteckte Spitze sorgfältig mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt unter dem Drucke von einigen Millimetern Quecksilber, der Hahn der Röhre, welche zu dem mit der ernährenden Flüssigkeit gefüllten Behälter führte, geschlossen, so dass die Höhle der Herzspitze nur mit dem Manometer communicirte. Von Aussen her wurde um den Herzrest eine reine oder blutige Kochsalzlösung geschoben, so dass die Oberfläche des Präparates durch eine unveränderlich zusammengesetzte Flüssigkeit befeuchtet war; jede äussere Störung wurde sorgfältig vermieden. Ungeachtet dessen fanden sich nun in 12 aufeinanderfolgenden Versuchen d. h. in allen auf die beschriebene Art vorbereiteten freiwillige Pulsationen ein, die, wenn sie einmal erschienen waren, dann auch lange Zeit hindurch fortbestanden. Dem Leser mag ein Beispiel die Reihe der Erscheinungen verdeutlichen.

Beobachtung 4.

Unmittelbar oberhalb der Ligatur, durch welche die Herzspitze auf die Canüle befestigt ist, sind alle übrigen Herztheile abgeschnitten. Nachdem die Spitzenhöhle mit blutigem Serum unter einem Drucke von 5 Mm. Quecksilber gefüllt ist, bleibt sie 30 Minuten hindurch in Ruhe, und vollführt erst dann einen Schlag, welcher das Quecksilber um 10 Mm. über seine ursprüngliche Lage hebt. Von nun an folgen die Schläge in den nachstehenden Intervallen:

2. Schlag: 16 Sec. später,	8. Schlag: 12 Sec. später,
3. - 16 - -	9. - 8 - -
4. - 16 - -	10. - 16 - -
5. - 38 - -	11. - 8 - -
6. - 10 - -	12. - 8 - -
7. - 16 - -	13. - 10 - -

Darauf folgen in dem Verlaufe von 8 Min. 4 Sec. 90 Schläge, das längste Intervall zwischen je zweien derselben betrug 9 Sec., das kürzeste 2 Sec. Mit der rascheren Schlagfolge wuchs auch in treppenförmigem Aufsteigen die Höhe der Excursion auf 22 Mm. Quecksilber, auf dem sie sich annähernd erhielt.

Vom 103. Schlage an verlangsamte sich die Pulsfolge; das Intervall stieg nun auf 12 und später auf 20 Secunden, die Excursion sank auf 12 Mm. Quecksilber herab, welche sie schon

nach 3 Schlägen erreichte. Hierauf wurde der Inhalt der Herzspitze entleert und durch frische blutige Kochsalzlösung ersetzt. Alsbald wurden die Schläge wieder häufiger, so dass nun in 100 Sec. 25 Schläge vollführt wurden, wobei das kürzeste Intervall 2 Sec. und das längste 8 Sec. dauerte; die Excursion erhob sich allmähig auf 44 Mm., bei der sie sich bis zum Schlusse erhielt.

Alle übrigen Versuche, die nach dem Vorbilde des mitgetheilten angestellt waren, verhielten sich im Wesentlichen ähnlich. Niemals begann das freiwillige Schlagen unmittelbar nach der Füllung der Spitzenhöhle mit blutiger Kochsalzlösung, aber die Zeit, welche zwischen ihr und dem ersten freiwilligen Schlage verstrich — wir wollen sie die anfängliche oder auch kurzweg die Stille nennen — schwankte zwischen 10 und 60 Min. Aus dieser langen Zeit der Stille mag es sich erklären, dass man früherhin die selbstständige Schlagfähigkeit der Herzspitze übersehen, trotzdem dass man sie schon wiederholt mit ernährender Flüssigkeit gefüllt vor das registrirende Manometer gesetzt hat.

Ebenso veränderlich wie die Dauer der Stille erwies sich auch die des Intervalles zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schlägen. Wiederholt ordnete die Spitze ihre Schläge in Gruppen die denen glichen, welche *Luciani* an den im Bereiche des Vorhofes unterbundenen und mit Kaninchenblut gefüllten Herzen beobachtet hatte.

Auch an der Herzspitze zeigte sich die wiederholte Erneuerung der ernährenden Flüssigkeit nothwendig, wenn die Schlagfähigkeit für längere Zeit erhalten werden sollte, und auch hier fand es sich, dass endlich, meist aber erst nach mehreren Stunden die Schlagfähigkeit erlosch, trotzdem dass die ernährende Flüssigkeit durch neue Portionen ersetzt wurde.

Das Gelingen mit Hülfe der blutigen Kochsalzlösung forderte auch zu Versuchen mit centrifugirtem Serum des Kaninchenblutes auf, das höchstens nur Spuren von Hämoglobin enthalten konnte. Da in der Spitzenhöhle eine geringe Menge von Froschblut enthalten sein konnte, so musste auch dieses zunächst entfernt werden; zu dem Ende ward jene mit einer 0.6procentigen Lösung von chemisch reinem Kochsalz ausgewaschen und mit derselben Lösung gefüllt vor das Manometer gesetzt.

Beobachtung 2.

Mit 0.6procentiger Kochsalzlösung gefüllt und in ein Bad derselben Flüssigkeit eingetaucht verweilte die Herzspitze 90 Min. hindurch in vollständiger Ruhe; hierauf wurde die Kochsalzlösung durch centrifugirtes Kaninchenserum ersetzt. Mit diesem verweilte die Herzspitze 42 Min. hindurch in Ruhe und schlug dann plötzlich, ohne dass eine Erneuerung der Inhaltsportion stattgefunden, in folgender Ordnung:

Ordnungs- zahl d. Schläge	Intervalle		Ordnungs- zahl d. Schläge	Intervalle		Ordnungs- zahl d. Schläge	Intervalle		Ordnungs- zahl d. Schläge	Intervalle	
	Min.	Sec.		Min.	Sec.		Min.	Sec.		Min.	Sec.
1	—	—	11	—	7	21	—	8	31	—	11
2	3	—	12	—	4	22	—	38	32	—	12
3	2	56	13	1	8	23	—	35	33	1	47
4	—	11	14	—	9	24	—	44	34	—	2.3
5	—	8	15	—	19	25	—	20	35	—	2.3
6	—	6	16	—	12	26	—	20	36	—	2.3
7	—	9	17	—	15	27	—	20	37	—	2.3
8	—	34	18	—	7	28	1	40	38	—	2.3
9	1	36	19	1	24	29	—	21	39	—	2.3
10	—	27	20	—	16	30	—	5	40	—	12
									41	—	3

Die Excursion dieser Pulse, welche in sehr unregelmässigen Gruppen aufeinander folgten, waren einander sehr annähernd gleich; sie lagen zwischen 30 und 34 Mm. Quecksilber.

Von nun ab führte die mit reinem Serum gefüllte Spitze keinen selbstständigen Schlag mehr aus, trotzdem dass die Flüssigkeit wiederholt erneuert wurde; das Präparat schlug dagegen in der früheren kraftvollen Weise, wenn seine Oberfläche sanft berührt wurde.

3 Stunden 50 Min. nach der ersten Füllung mit Serum wurde dieselbe Flüssigkeit mit einigen Tropfen einer Delphininlösung vermischt in die Spitzenhöhle gebracht. Schon 52 Sec. nachher begann jetzt die Spitze und zwar in folgender Ordnung zu schlagen:

Zahl des Schlags	Intervalle	Zahl des Schlags	Intervalle	Zahl des Schlags	Intervalle	Zahl des Schlags	Intervalle
1	—	11	1,6 Sec.	21	3 Sec.	31	2 Sec.
2	1 Sec.	12	3 —	22	4 —	32	4 —
3	6 —	13	3 —	23	4 —	33	2 —
4	3 —	14	3 —	24	3 —	34	3 —
5	3 —	15	3 —	25	2 —	35	4 —
6	1,6 —	16	3 —	26	4 —	36	2 —
7	1,6 —	17	4 —	27	4 —	37	5 —
8	1,6 —	18	4 —	28	3 —	38	4 —
9	1,6 —	19	2 —	29	3 —	39	5 —
10	1,6 —	20	3 —	30	4 —	40	6 —

Die Excursionen, welche in dieser Gruppe vorkamen, nahmen allmählig an Höhe ab. Die ersten betrugen 28, die letzten 24 Mm. Quecksilber.

Obwohl sich die Spitze bei jeder Berührung zusammenzog, so löste sie doch nunmehr freiwillig keinen Puls aus, darum ward 30 Min. nach Verfluss des letzten Schlags blutige Kochsalzlösung eingefüllt. Schon nach dem Verlauf von einer Minute erschien eine Gruppe von 50 Schlägen, die in 108 Sec. abließ. Die Excursion des ersten derselben betrug 40, die des letzten 30 Mm. Hg. — Da in der auf diese Gruppe folgenden Minute nur noch zwei Schläge fielen, so unternahm ich eine zweite Füllung mit blutiger Kochsalzlösung, der schon nach wenigen Secunden eine neue Gruppe von 150 Schlägen folgte; der eigenthümliche Verlauf derselben ist in der nachstehenden Zahlenreihe dargelegt. Die in dem ersten Stabe der Tabelle eingetragenen Zahlen bedeuten die fortlaufende Zeit in Secunden; die im zweiten Stabe aufgeführten Zahlen geben an, wie viel Schläge in dem zugehörigen Zeitraum von 8 Sec. ausgeführt wurden.

Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden
8	4	88	5,75	168	7
16	5	96	5	176	7
24	5,57	104	5	184	9
32	6	112	6	192	9
40	5,75	120	5,75		
48	6	128	6		
56	5,75	136	6,5		
64	5,50	144	8,5		
72	4,75	152	8		
80	5	160	8		

Diese Gruppe zeichnet sich vor den bisher bekannt gewordenen dadurch aus, dass die Schlagfolge mit der fortschreitenden Zeit im Allgemeinen beschleunigt wird und dass ganz plötzlich das Herz stillsteht, sowie die rascheste Schlagfolge erreicht ist. Die Excursionen der Schläge nahmen vom ersten an, bei dem sie 32 Mm. betrug, allmähig bis zum letzten ab, welche das Quecksilber nur auf 14 Mm. hob. Da abermals nach dieser Gruppe während des Verlaufs von mehreren Minuten nur ein Schlag erfolgte, so wurde zum 3. Male blutige Kochsalzlösung eingefüllt. Einige Secunden, nachdem dies geschehen, begann wiederum eine Gruppe, deren zeitlicher Ablauf in der folgenden Tabelle dargestellt ist.

Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden
8	7	96	3	184	4
16	2	104	3,5	192	5
24	3,75	112	3,5	200	5
32	3,25	120	3,5	208	5
40	3	128	3,5	216	6
48	3,25	136	3,5	224	7,25
56	3	144	4	232	8,5
64	3	152	4	240	8,25
72	3	160	4	248	9,75
80	3	168	3	256	11
88	3	176	4	264	12

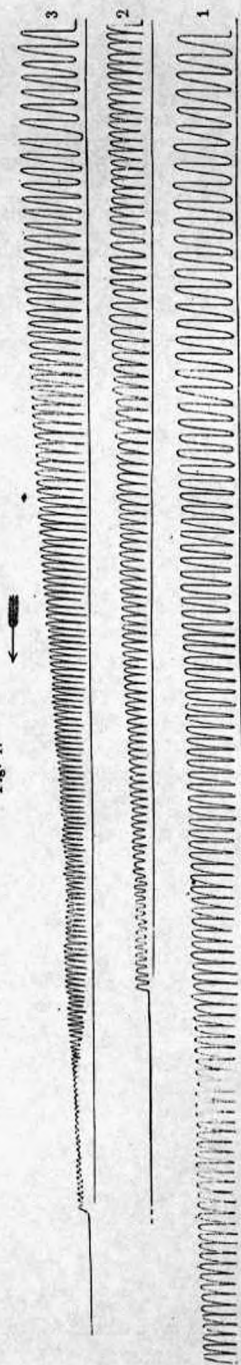
Also auch hier nahm mit der fortschreitenden Zeit die Schlagfolge zu und die Excursionen der aufeinanderfolgenden Schläge sanken in ähnlicher Weise, wie in der vorher beschriebenen Gruppe allmähig vom Anfang gegen das Ende hin herunter. Als aber diese Reihe von Schlägen abgelaufen war, stand das Herz nicht still, sondern es pulsirte in mässigen Intervallen von 4—6 und später von 8 Secunden weiter. Um zu erfahren, ob eine neue Füllung nochmals im Stande sei, eine Gruppe von den Eigenschaften der beiden vorhergehenden zu erzeugen, wurde die Spitze zum vierten Male mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt. Diese veranlasste sogleich eine Reihe von 20 Schlägen, welche in Intervallen von je 2 Secunden aufeinanderfolgten, dann trat eine Pause von 36 Secunden ein und nun fand sich eine Gruppe ein, deren zeitlicher Ablauf in den folgenden Zahlen verzeichnet ist.

Fort- laufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secund.	Fort- laufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secund.
16	2	136	6
24	2,5	144	7
32	2,5	152	7,75
40	2,5	160	8,25
48	2,5	168	9,50
56	2,5	176	10
64	2,5	184	11
72	2,5	192	12
80	2,5	200	12
88	3,0	208	13
96	4	216	14,5
104	5	224	13
112	4	232	13,5
120	5	240	15
128	5		

Um den Charakter, der dieser und den vorhergehenden Gruppen eigen war, deutlicher hervortreten zu lassen, gebe ich in Fig. 4 ein Ebenbild derselben.

Sechszehn Secunden nach Vollendung dieser Gruppe erschienen wiederum Schläge, bald häufiger, bald seltener mit Excursionen, die annähernd denen der ersten Schläge der Gruppe gleich waren.

Auch noch eine fünfte Füllung rief Erscheinungen hervor, wie die vorausgegangenen. Zuerst nämlich eine Gruppe von 9 Schlägen in regelmässiger Folge; darauf entstand eine Pause von etwas über 3 Minuten, während welcher die Herzspitze durch eine sanfte Berührung ihrer Aussensfläche zum Schlagen veranlasst werden konnte. Hinter dieser langen Pause folgte plötzlich eine Gruppe von 106 Schlägen mit den wiederholt beschriebenen Kennzeichen.



Die mit delphininhaltigem Serum vergiftete Herzspitze wird mit blutiger Kochsalzlösung ausgewaschen. — Zeile 1 zeigt eine Gruppe von Pulsen mit einer sehr eigenthümlichen Anordnung. — Zeile 2 ist die unmittelbare Fortsetzung der ersten. — Zeile 3 zeigt eine ähnliche Gruppe nach erneuerter Füllung mit blutiger Kochsalzlösung.

Dieser so ausführlich mitgetheilte Versuch gewährt die Ueberzeugung, dass auch ein hämoglobinfreies Blutserum in der abgeschnittenen Herzspitze freiwillige Zusammenziehungen wecken kann, aber es scheint doch, als ob seine Leistungsfähigkeit hinter der der blutigen Kochsalzlösung zurückstehe. Diese letztere hat auch ein entschiedenenes Uebergewicht über das mit Delphinin vergiftete Serum, keinesfalls aber kommt diesem letzteren Gifte eine specifische Wirkung für die Wiederbelebungen der scheidtoden Herzkammer zu, wenn es auch vielleicht eine eigenthümliche Wirkung auf zeitliche Wiederkehr der Schläge übt. Für die weitere Verfolgung meiner Aufgabe war somit sein Gebrauch nicht nothwendig. Wie andere Versuche mich lehrten, muss man bei der Dosirung dieses Giftes sehr vorsichtig sein, da es häufig selbst in sehr kleinen Gaben den Ventrikel rasch abtödtet.

Aus den mitgetheilten Erfahrungen über die abgeschnittene Herzspitze, welche mit blutiger Kochsalzlösung, mit reinem und mit einem durch Delphinin vergifteten Serum gefüllt war, ergibt sich, dass in dem Bereiche der Herzspitze eben so gut wie in dem des Vorhofes und der unmittelbar an der Querfurche gelegenen Kammertheile automatische Erreger des Herzschlages enthalten sind.

Wenn sich nun auch die Herzspitze grundsätzlich nicht von dem ganzen Herzen unterscheidet, so bestehen doch zwischen den von beiden hervorgerufenen Erscheinungen mannigfache Abweichungen. Zunächst fällt die anfängliche Stille der Spitze auf. Jeder mann weiss, dass der in Verbindung mit dem Vorhof ausgeschnittene Ventrikel des Froschherzens auch bei einer Armuth an Blut, die an einen vollkommenen Mangel desselben grenzt, noch weiter schlägt. Warum unterlässt nun die vom übrigen Herzen abgeschnittene Spitze das Schlagen, trotzdem dass sie durch ihre inneren Einrichtungen hierzu befähigt ist? und wenn sie zur Entwicklung der inneren Reize einer ernährenden Flüssigkeit wie z. B. der blutigen Kochsalzlösung bedarf, warum verstreicht zwischen der Einfüllung dieser und dem Beginne des Schlagens ein so langer Zeitraum? Um dieses zu erklären, kann man entweder annehmen, dass in dem abgeschnittenen Ventrikel die Befähigung zum freiwilligen Schlagen nur latent enthalten sei, weshalb es, um sie zur vollen Entwicklung

zu bringen, erst einer Reihe von chemischen Aenderungen bedarf, welche u. A. durch die blutige Kochsalzlösung herbeigeführt werden kann. Aus bekannten Gründen, die in der geringen Diffusionsgeschwindigkeit der organischen Blutbestandtheile und in der Langsamkeit der physiologisch-chemischen Prozesse gelegen sind, würde sich die lange Dauer der Stille begreifen lassen.

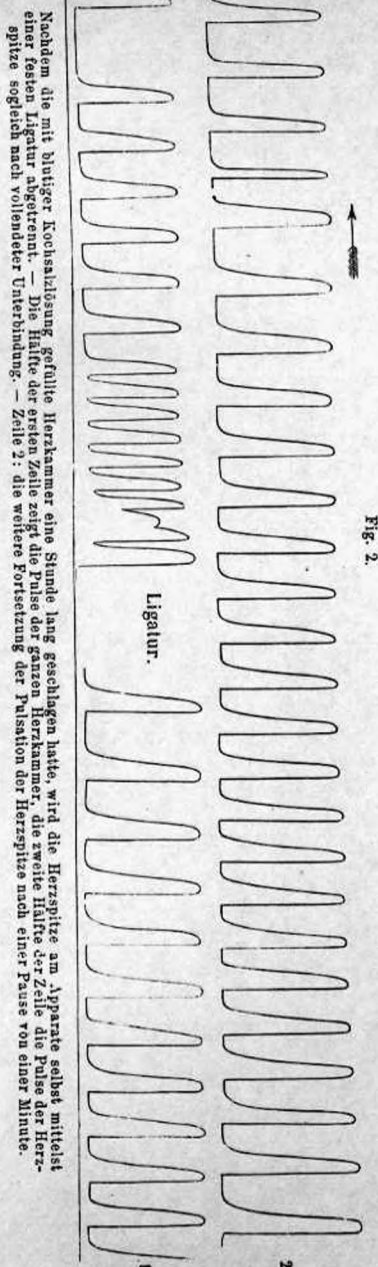
Dieser Erklärung könnte man ohne Einwendungen beipflichten, wenn nicht noch die folgende zweite möglich wäre.

In Analogie mit den Erscheinungen, welche man, wie bekannt, nach dem Durchschneiden und Reizen des Vorhofes findet, könnte man zu glauben geneigt sein, dass zwar die Herzspitze auch nach dem Abschneiden mit der vollen Befähigung zum selbstständigen Schläge begabt sei, dass aber die in ihr vorhandene Leistungsfähigkeit durch den Act des Abschneidens oder des Abbindens unterdrückt werde. Die Dauer der Stille würde demgemäss die Zeit angeben, während welcher der in der Schnittfläche hervorgerufene Zustand befähigt sei, die in der Herzmasse entwickelten Anregungen niederzuhalten. Bei der Abwesenheit eines ernährenden Stoffes könnte möglicherweise diese Zeit genügen, um irgend welches reizbare Stück der Kammer zum Absterben zu bringen, was bei der Anwesenheit der blutigen Kochsalzlösung vermieden würde.

Zur Entscheidung dieser Alternative brachte ich das Herz mit seinem Vorhofe vor das registrirende Manometer, füllte es mit blutiger Kochsalzlösung, liess es dort unter mehrmaliger Erneuerung des Inhaltes schlagen, und nach einer Zeit, welche die grösste Dauer der beobachteten Stillen übertraf, unterband ich die Kammer einige Millimeter unterhalb der Quersfurche. Wäre die Unterbindung als solche die Ursache der Stille gewesen, so hätte man erwarten müssen, dass dieselbe auch noch dann eintreten würde, wenn die Unterbindung nach einer Zeit angelegt, in welcher das blutige Serum wegen genügend langer Berührung mit der Herzkammer dieser die Befähigung zum freiwilligen Schlagen erteilt hätte. Dieses ist nicht der Fall. War das Herz schon eine Stunde hindurch mit der blutigen Kochsalzlösung gefüllt gewesen, bevor dessen Spitze abgebunden wurde, so setzte sich in einer ganzen Reihe von Versuchen das freiwillige Schlagen sogleich fort. Der Act der Unterbindung bewirkte allerdings in der Mehrzahl der Fälle sogleich eine beschleunigte Schlagfolge, ganz in derselben Weise, wie man sie in dem Versuche von

Stannius sieht, wenn man eine Ligatur unmittelbar in die Herzfurche anlegt. Jen-seits dieser ersten durch das Zuziehen des Fadens bewirkten Schläge trat auch zuweilen eine Pause von einigen Minuten ein, öfter aber fehlte diese und es setzte sich das Schlagen un-
unterbrochen fort. Bei der Unregelmässigkeit der Pul-sation unseres Präparates muss man, wie mir scheint, ein weit grösseres Gewicht auf die Fälle legen, in welchen das Schlagen ohne Unterbrechung weiter ging. Durch sie ist jedenfalls bewiesen, dass in dem betreffenden Herzen von Seiten der Ligatur keine Veranlassung zur Entstehung einer Pause gegeben wird. Zur Veranschaulichung eines solchen Vorkom-mens möge die Figur 2 dienen.

An diesem Orte dürfte es schicklich sein zu er-wähnen, dass ich mich nicht immer damit be-gnügt habe, nur die eine Ligatur gleich unterhalb des oberen Dritttheils der Kam-mer zu schlingen. An einer Anzahl von Herzen habe ich nach der ersten Um-schlingung noch eine zweite tiefere folgen lassen; wie-



Nachdem die mit blutiger Kochsalzlösung gefüllte Herzkammer eine Stunde lang geschlagen hatte, wird die Herzspitze am Apparat selbst mittelst einer festen Ligatur abgetrennt. — Die Hälfte der ersten Zeile zeigt die Pulse der ganzen Herzkammer, die zweite Hälfte der Zeile die Pulse der Herzspitze nach vollendeter Unterbindung. — Zeile 2: die weitere Fortsetzung der Pulsation der Herzspitze nach einer Pause von einer Minute.

derholt ereignete es sich, dass auch dann noch der kleine Rest selbstständig fortpulsirte.

Ganz dieselbe Reihe von Erscheinungen trat auch dann ein, wenn das Herz statt der blutigen Kochsalzlösung mit hämoglobinreichem Serum gefüllt war. Zur Darstellung des Beweises, dass die Ligatur als solche für den Eintritt der Anfangspause nicht verantwortlich gemacht werden kann, eignet sich das Serum jedoch weniger gut, weil das letztere, wie bekannt, gewöhnlich nicht zur regelmässigen, sondern zur gruppenweisen Schlagfolge führt.

In Rücksicht auf das Verfahren, welches bei der Ausführung der Umschnürung zur Verwendung kam, bemerke ich noch ganz ausdrücklich, dass die letztere zu einer Zeit ausgeführt wurde, in welcher die Spitzenhöhle mit dem ins Freie mündenden Glasrohr in offener Verbindung stand. Es konnte sich also im Innern des Präparates kein höherer als der atmosphärische Druck entwickeln. —

Aus den Erfahrungen an den Herzen, bei welchen das obere Drittel der Kammer erst dann abgebunden war, nachdem die Höhle schon vorher mindestens eine Stunde hindurch mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt gewesen, geht hervor, dass die Ursache der Stille in einem besonderen Zustande der Kammerwand, nicht aber in der Umschnürung als solcher bzw. in einem durch sie bedingten Reize gelegen sei.

Wenn aber der aus dem lebenden Thiere herausgeschnittene Ventrikel nicht von selbst schlägt, wohl aber der überlebende, welcher eine bestimmte Zeit hindurch mit blutiger Kochsalzlösung gespeist war, so dürfte es auch schwerlich verwehrt sein zu behaupten, dass an dem in der lebenden Brust schlagenden Herzen die Anregung zur Bewegung nicht vom Ventrikel ausgeht; beweisen lässt sich dieses allerdings nicht.

Aber auch dann, wenn die Herzspitze durch die passende Ernährungsflüssigkeit zum freiwilligen Schlagen veranlasst war, ist der Zustand, in dem sie sich nun befindet, dem normalen nicht in allen Stücken gleich. — Die Arbeitskraft des in seinem oberen Drittel unterbundenen Ventrikels ist allerdings eben so gross, wie an dem unversehrten; dieses kann man behaupten, weil die frische mit neuer Lösung gefüllte Herzspitze ihren Inhalt bis zur letzten Spur in das Manometer zu entleeren und dabei, wie wir schon in einzelnen Beispielen gesehen, bedeutende Drücke zu erzeugen vermag. Da nun aber der Umfang der

Herzschläge nach *Bowditch* und *Kronecker* von der Reizbarkeit des Herzmuskels, nicht aber von der Stärke des Reizes abhängt, so ergibt sich hieraus die Richtigkeit der eben aufgestellten Behauptung. — Anders stellt es sich mit der Schlagfolge der Herzspitze im Gegensatz zu der des ganzen Herzens, vorausgesetzt, dass beide unter dem Zuthun der blutigen Kochsalzlösung arbeiten. Das noch mit dem Vorhof versehene Herz schlägt bei der Anwesenheit jener Flüssigkeit gewöhnlich in regelmässiger Folge, die Herzspitze dagegen meistens sehr unregelmässig und zwar in der Art, dass nicht einmal die *Luciani'schen* Gruppen ein gewöhnliches Vorkommen bilden. Obwohl die Unregelmässigkeiten in der Schlagfolge und die Aufhebung des Zusammenhanges der Herzspitze mit den anderen Herztheilen gewöhnlich zusammenfallen, so darf man beides doch nicht in einen nothwendigen Zusammenhang bringen und zwar darum nicht, weil man öfter auch Herzspitzen begegnet, die nach ihrer Füllung mit blutiger Kochsalzlösung lange Zeit hindurch vollkommen regelmässig schlagen.

Die grossen Unterschiede, welche die verschiedenen Herzspitzen und öfter auch dieselbe nach verschiedenen Füllungen bezw. zu verschiedenen Zeiten rücksichtlich der Folge ihrer Contractionen darbieten, fesselt das Interesse im hohen Grade. Da die Unregelmässigkeiten der Schlagfolge an Herzspitzen zur Beobachtung kommen, welche mit einer normalen Muskel-Erregbarkeit begabt sind, und da sich die Schläge bald öfter und bald seltener folgen, trotzdem dass die in der Herzhöhle anwesende Flüssigkeit unverändert blieb, so kann man sich die Entstehung der Reize nicht mehr so einfach denken, wie man dieses unter Berücksichtigung der regelmässig wiederkehrenden Pulsationen des unverstümmelten Herzens bisher gethan. Keinenfalls reicht man nach den vorgelegten Erfahrungen mit der Annahme aus, dass im Herzen eine Einrichtung gelegen sei, welche sich fortwährend einen Theil des gebotenen Nahrungsstoffes aneigne, denselben umforme und damit in sich allmählig einen Spannungsgrad erzeuge, welcher die Entladung eines Reizes und damit den Verlust der aufgesammelten Reizungsursache bedinge. Wäre dem so, so müsste irgend welche Gesetzmässigkeit in der Folge der Herzschläge sichtbar werden. Da dieses mit den Pulsen der Herzspitze durchaus nicht immer der Fall war, da trotz der Anwesenheit einer vollkommen tauglichen Ernährungsflüssigkeit die Schläge weder nach einem stets gleichen noch einem

regelmässig wachsenden, noch einem periodisch veränderlichen Intervalle auftreten, so müssen von vornherein alle Erklärungsversuche ausgeschlossen werden, welche zu irgendwelcher Regelmässigkeit in der Pulsfolge hinführen.

Weil nun die Beobachtungen, welche von Anderen an dem im Vorhofe unterbundenen Herzen angestellt wurden, zu der Erkenntniss geführt haben, dass die chemische Zusammensetzung der in die Höhle gebrachten Flüssigkeit von wesentlichem Einfluss auf die Schlagfolge ist, da fernerhin durch meine Versuche erwiesen wurde, dass durch die Zufügung von blutiger Kochsalzlösung eine Herzspitze zu freiwilligen Zusammenziehungen veranlasst werden kann, so wurde es nothwendig, die Zusammensetzung der eingefüllten Flüssigkeit noch weiter zu variiren, um die Abhängigkeit der Schlagfolge von den Eigenschaften des Herzinhaltes genauer festzustellen. Zu Versuchen dieser Art eignet sich kein Theil des Herzens so sehr, als die Herzspitze. Weil ihr die Blutgefässe fehlen, so werden ihre irritablen Bestandtheile nur auf dem Wege der Diffusion oder der Filtration von den Flüssigkeiten durchdrungen, welche in dem Binnenraum des Herzens enthalten sind. So kann man ohne Schwierigkeit jeden beliebigen diffusibeln Stoff sicher zwischen die Bestandtheile der Wand befördern.

Die Reihe der Beobachtungen mit veränderlicher Zusammensetzung der in die Herzhöhle gefüllten Flüssigkeit begann ich mit der Anwendung einer Kochsalzlösung, welcher verschiedene Mengen desselben Blutes zugesetzt wurden. Die Herzspitze, die diesem Versuche unterworfen wurde, zeigte die Eigenthümlichkeit, dass nach dem Wechsel der Füllung jedes Mal eine Reihe von Schlägen auftrat, die in annähernd gleichmässigen Intervallen aufeinander folgten. Nach dem Ablaufe der so beschaffenen Reihe stellte sich dann eine Pause ein, nach deren Verfluss die Pulse in weit grösseren Intervallen als anfangs aufeinander folgten. Bei dieser Beschaffenheit der Erscheinung zog ich nur die zu den Anfangsreihen gehörigen Pulse in Betracht. Hiezu wurde ich durch die Ueberlegung bestimmt, dass, weil die Blutlösungen ihre erholende Kraft durch ihr Verweilen im Herzen einbüssen, die stark verdünnten Lösungen schon nach kurzer Zeit bedeutend an Wirksamkeit verloren haben mussten.

Die Beschaffenheit der Erscheinungen zeigt der Holzschnitt und die Tabelle, die Bedeutung ihrer Zahlen wird durch die entsprechenden Ueberschriften deutlich sein.

Reihenfolge der Füllungen	Procentgehalt der NaCl-Lösung an Blut	Excursion der Schläge	Intervall der Schläge als Zeiteinheit 1 Mm. Papierlänge	Zahl der Schläge einer Reihe
1	20 pCl.	46 mm.	10,5.	12
2	4,8 -	24 u. 22 mm.	5,7	10
3	9,1 -	34 mm.	6,7	18
4	3,8 -	10,17 -	2. u. 9,5	20
5	3,2 -	22 -	2. - 6	8
6	2,0 -	26 u. 22 mm.	3. - 5	20
7	1 -	18 mm.	3. - 4	20
8	0,5 -	6 -	2,5- 6	17
9	0,25 -	2 -	2. - 5	20
10	0,5 -	5 -	2. - 7	16
11	0,12 -	1 -	2. - 5	26
12	0,25 -	0,5 -	2. - 4	24
13	0,5 -	0,5 -	?	?
14	1 -	4 -	3. u. 5	46
15*	20 -	34 -	? 1)	13

Die 3 ersten in tetanischer Folge

Wenn man die in der zweiten Reihe aufeinander folgenden Gehalte der Kochsalzlösung an Blut mit den Excursionen der Schläge vergleicht, welche in der dritten Reihe aufgeführt sind, so ist leicht zu erkennen, dass diese letzteren mit dem sinkenden Procentgehalt an Blut abnehmen und mit dem zunehmenden wieder steigen. Als der Procentgehalt der eingefüllten Lösung im Blut gegen Ende des Versuches wieder zunahm, erhob sich die Excursion allerdings nicht ganz auf die Höhe, welche ihr beim Beginn des Versuches unter demselben Blutgehalte der Kochsalzlösung eigen gewesen war. Diese Abweichung wird theils auf die Rechnung der Ermüdung, zum Theil aber auch darauf zu setzen sein, dass die Muskelsubstanz, welche durch die vorhergehende Einwirkung der verdünnten Blutlösung verändert war, bei der kurzen Anwesenheit der dichteren noch nicht wieder auf den Zustand zurückgebracht wurde, den sie früher besaßen, als die Blutlösungen sich in umgekehrter Ordnung folgten. Wie dem auch sei, keinenfalls kann durch die kleinen Abweichungen der grosse Unterschied verdeckt werden, welchen der abnehmende Gehalt der Ernährungsflüssigkeit im Blut auf den Umfang der Excursion übt.

Vergleicht man dagegen die vierte Reihe, in welcher die Intervalle je zweier aufeinanderfolgender Schläge verzeichnet

1) Mit sehr unregelmässiger Folge, im Anfang tetanisch.

sind, so tritt nun die Thatsache hervor, dass die Häufigkeit der Pulse zunimmt, wenn der Gehalt der Ernährungsflüssigkeit im Blut in der Abnahme begriffen ist. Diese Regel gilt, wie ich noch einmal betone, zunächst nur für die ersten Schläge, welche unmittelbar nach jeder neuen Füllung auftreten.

Indem man die Ergebnisse dieser Vergleichung kurz zusammenfasst, könnte man sagen, der höhere Procentgehalt der Ernährungsflüssigkeit im Blut steigert die Erregbarkeit des Muskels, der niedere dagegen beschleunigt die Entladung der Reize.

Wollte man aber diesen Satz durch den vorliegenden Versuch noch nicht für begründet erachten, so würde man ihm doch jedenfalls zugestehen müssen, dass es nothwendig sei, bei der Betrachtung verschiedener Ernährungsflüssigkeiten die Wirkungen derselben auf den Umfang der Zusammenziehung und auf die Entwicklung der Reize wesentlich auseinander zu halten. Diese Bemerkung wird in ihrer vollen Bedeutung in den nun folgenden Versuchsreihen hervortreten, in welchen ich statt des Blutes Salzlösungen in das Herz füllte.

Wirkung einer wässerigen Lösung von 0.6pCt. chemisch reinen Kochsalzes. Kommt eine solche Lösung in das Innere der Herzspitze, so verändern sich die Eigenschaften der Muskeln zugleich mit denen des inneren Erregerwerkes. Um ihre Wirkungen zu beobachten, führte ich zuerst durch die Spitze so lange die Kochsalzlösung, bis sie vollkommen wasserklar aus derselben abfloss. Darauf wurde die ins Freie führende Röhre geschlossen, und das Herz jedesmal unter einem bekannten Drucke gefüllt. War dieses geschehen, so liess ich das Herz in das Manometer hineinarbeiten, und entfernte erst nach dem Verlaufe von Minuten die bis dahin vorhandene Inhaltsportion und ersetzte dieselbe durch eine neue. Bei diesem Verfahren fällt selbstverständlich der Anfang der registrirten Beobachtungen nicht zusammen mit dem Beginn der Kochsalzwirkung auf das Herz. Um den Unterschied dieser beiden Zeiten nicht so zu verlängern, dass hierdurch ein wichtiges Stadium der Wirkung ausfällt, ist es geboten, das Ausspülen des Blutes nach Kräften zu beschleunigen. Gewöhnlich reicht der Durchgang von 20 bis 25 Ccm. Lösung aus, um die gewünschte Absicht zu erreichen.

Schon nach Vollendung der ersten Füllung, also mit dem Beginne des Versuches zeigte sich, dass der Umfang der Zusammenziehung im Vergleich zu denen, welche während der Anwesenheit des Serums oder des Blutes aufgetreten waren, um ein Bedeutendes abgenommen hatte. Wenn, wie es sich sehr häufig ereignet, die Pulse im Beginn des Versuches sehr rasch aufeinander folgen und bei längerer Anwesenheit desselben Lösungsantheiles seltener werden, so nimmt damit ihr Umfang um ein geringes zu. Bei noch weiter fortgesetzter Anwesenheit der Lösung sinkt aber auch allmähig der Umfang der seltener erscheinenden Herzschläge. Entleert man, nachdem dieses eingetreten, das Herz, und füllt es mit einem neuen Lösungsantheile, so erhebt sich der Umfang der nun auftretenden Zusammenziehung um ein geringes, sinkt aber bei fortdauernder Anwesenheit derselben Füllungsportion noch tiefer als bei der ersten. Nach einer dritten und vierten Erneuerung nehmen die Pulse im Vergleich zu den letzten, die vor ihr vorhanden waren, an Umfang allerdings zu, aber innerhalb einer jeden Füllungsperiode allmähig so weit ab, dass sie kaum noch das Quecksilber über die Grundlinie zu erheben vermögen. Endlich verschwinden auch diese letzten Spuren und von nun an kann durch den Wechsel der Füllung keine Pulsation mehr erzeugt werden. Die eben gegebene Darstellung schliesst es in sich, dass die Höhe der Pulse vom Beginn bis zum Ende einer Füllungsperiode stetig abnimmt, wenn die zeitliche Folge derselben von vornherein eine mässig beschleunigte war.

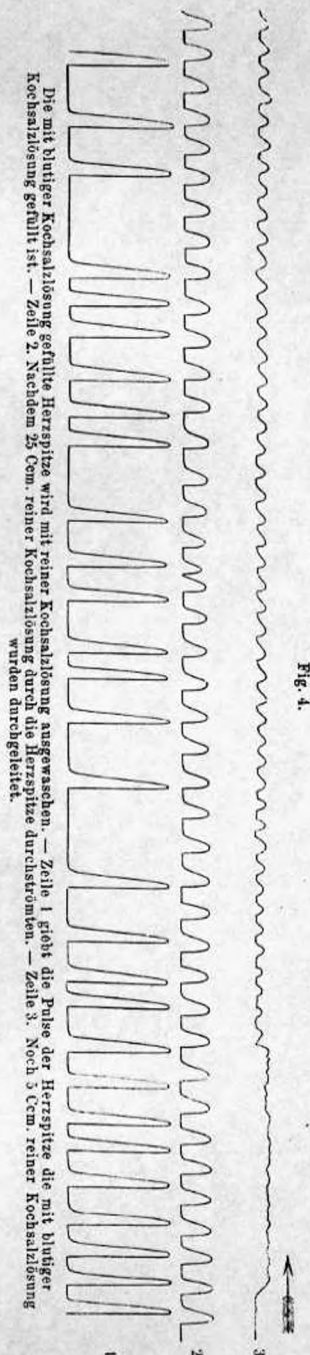
Die Zahl der Füllungen, welche nöthig ist, um den Umfang der Pulsationen bis zur Unsichtbarkeit zu verkleinern, erweist sich für verschiedene Herzen und für verschiedene Zustände desselben Herzens ungleich gross. Nicht selten findet es sich, dass schon unmittelbar nach dem Auswaschen der letzten Blutreste jede sichtbare Spur der Pulsation verschwunden ist, während andere Male auch noch durch die sechste und siebente Füllung die Pulsation von Neuem geweckt wird. Wie mannichfaltig sich aber auch die Widerstandsfähigkeit der Herzen gestalten mag, so stimmen doch alle darin überein, dass sie die Befähigung zur Zusammenziehung verlieren, wenn die Anwendung der Kochsalzlösung genügend lange fortgesetzt werde. Pulsirt aber ein Herz, das vorher geschlagen, in Folge der Kochsalzwirkung schliesslich nicht mehr freiwillig, so hat es auch die Befähigung

verloren, durch einen Inductionsreiz oder durch Berührung seiner äusseren Flächen in Contractionen zu gerathen. Aber auch in diesem Zustande sind die Herzmuskeln nicht abgestorben, sondern nur ermüdet, denn die freiwilligen Pulse erscheinen von Neuem, sowie eine blutige Kochsalzlösung in die Spitzenhöhle gebracht wird. Zur Veranschaulichung der bisher beschriebenen Erscheinungen möge die Figur 4 dienen.

Durch diese Thatsachen empfangen die Beobachtungen von *H. Kronecker* ihre volle Bestätigung, zugleich aber befinden sich dieselben in Uebereinstimmung mit einem von *Bowditch* aufgestellten Satze, nach welchem der Umfang der Zusammenziehung der Herzen von der Grösse der Muskelreizbarkeit, nicht aber von derjenigen des Reizes abhängt.

Nicht minder bemerkenswerth als diejenigen, welche der Umfang des Schlages erfährt, ist die Aenderung, welche durch die Kochsalzlösung in der Pulsfolge hervorgerufen wird. Diese letztere tritt in mehrfacher Gestalt auf.

Wenn die Spitze vor der Einföhrung der Kochsalzlösung freiwillig pulsirte, so pflegt dieses auch unmittelbar nach derselben zu geschehen. In sehr zahlreichen Fällen, deren Beschreibung ich voranstellen will, beschleunigt



sich mit dem Eintritte der Kochsalzfällung die Pulsfolge sehr beträchtlich, häufig genug so weit, dass während der zwischen zwei Schlägen gelegenen Pause die Muskelmasse nicht Zeit genug findet, um auf den Umfang des ruhenden Herzens zurückzukehren, es bildet sich dann eine verschmolzene Pulsreihe. Wenn aber die eingefüllte Portion länger als eine halbe Minute in der Herzhöhle verweilt, kehrt der Schlag allmählig weniger oft zurück, bis endlich lange Pausen zwischen einzelnen oder gruppenweise angeordneten Schlägen auftreten. Durch eine Erneuerung der Kochsalzlösung vermag man dann dieselbe Reihe von Erscheinungen noch einmal hervorzurufen; nach Vollendung der neuen Füllung oder auch schon während ihres Eintrittes beschleunigt sich der Herzschlag abermals und geht dann wie vorher zu einer langsameren Folge über. An nicht wenigen Herzen lässt sich dieses siebenmal wiederholen, bis endlich die Excursionen der Pulse verschwinden. Nun wird man häufig im Zweifel bleiben, ob die Ursache des Herzstillstandes in der Ermüdung der Muskeln oder im Erlöschen der inneren Reize gelegen sei; dieser lässt sich nur dann lösen, wenn man durch den Inductionsfunken eine Zuckung hervorrufen kann; alsdann darf man mit Sicherheit behaupten, dass die Ursache des Stillstandes in dem Mangel des inneren Reizes ruhe; gelingt dieses dagegen nicht, weil der Muskel vollkommen ermüdet ist, so muss es allerdings dahingestellt bleiben, ob nicht auch in dieser Zeit innere Reize auf den nicht mehr antwortenden Muskel wirken.

Der Gegensatz, in welchem die blutige und die reine Kochsalzlösung rücksichtlich ihrer Wirkung auf die Pulsfolge zu einander stehen, kommt recht deutlich zur Anschauung, wenn man auf die Füllung des Herzens mit reiner eine solche mit blutiger Kochsalzlösung folgen lässt. Durch diese letztere kehrt sogleich die vor der Kochsalzlösung anwesende langsame Pulsfolge wieder. Durch die Verlangsamung der Pulsfolge nach dem Wiedereintritte der blutigen Kochsalzlösung wird auch demjenigen, der mit den Versuchen am Froschherzen weniger vertraut ist, deutlich werden, dass die Erschütterung, welche das Präparat durch den Wechsel der Flüssigkeiten erleidet, keineswegs die rasche Pulsfolge veranlasst hat, wie sie nach der Zuführung des Kochsalzes zur Beobachtung kam. Wer sich vielfach mit dem ausgeschnittenen Froschherz und seiner Arbeit an dem Manometer befasst hat, weiss zudem, dass Umfüllungen von Flüssigkeiten, die mit

einem mässigen Grade von Sorgfalt ausgeführt werden, keine Veranlassung zu einer einzigen, geschweige denn zu einer Reihe rascher Pulse geben können, wie sie in den unter Fig. 4 abgebildeten Fällen auftreten.

An die gegebene Schilderung dieser häufig vorkommenden Fälle knüpfen sich sogleich einige Betrachtungen an. Das Auftreten des raschen Pulses, die gleichsam krampfartige Folge desselben unmittelbar nach der Verdrängung des Blutes durch Kochsalz kann nicht auf Rechnung des Blutverlustes geschoben werden, wie man dieses mit den Krämpfen zu thun pflegt, die mit einer plötzlich eingetretenen Anaemie des verlängerten Markes entstehen; dagegen spricht die Wiederkehr der verschmolzenen Pulsreihe, wenn zum zweiten und dritten Male eine Kochsalzportion, welche längere Zeit im Herzen verweilte, durch eine neue ersetzt wird. Als hier der Wechsel der Lösung stattfand, war gar kein Blut in dem Herzen. So bleibt denn nur die Annahme übrig, dass die plötzliche Beschleunigung des Pulses in einer Wirkung des Kochsalzes selbst begründet sei. Da aber eine Kochsalzportion bei länger dauernder Anwesenheit in der Herzhöhle ihre Befähigung zur Unterhaltung der beschleunigten Pulsfolge verliert, das Herz jedoch sogleich wieder rascher schlägt, wenn die Lösung erneuert wird, so muss die obige Annahme mit dem Zusatz ausgestattet werden, dass sich die Kochsalzlösung während ihrer Berührung mit den Herzwänden hinreichend ändere, um nun das innere Erregerwerk des Herzens nicht mehr in gleicher Weise wie früher beeinflussen zu können. Worin diese Veränderung der Kochsalzlösung bestehe, bleibt freilich unbekannt.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht jedenfalls hervor, dass die reine Kochsalzlösung die Zuckungsfähigkeit des Muskels zum Erlöschen, den Vorgang oder das Werkzeug aber, das die inneren Reize erzeugt, zu einer erhöhten Thätigkeit bringen könne. Hieraus ergibt sich denn weiter, dass die Reizbarkeit der Muskeln und die Erzeugung der inneren Herzreize von wesentlich verschiedenen Bedingungen abhängen müssen.

Da die Zusammenziehung des Muskels und der Reiz, welcher sie auslöst, Bewegungsvorgänge sind, so kann die Entstehung beider nur aus dem Verbrauch von Spannkraften begriffen werden. Diese letztere können aber sicherlich nicht von dem Kochsalz hergegeben worden sein, oder besser gesagt, es werden aus einer Umsetzung des Kochsalzes die Bewegungen nicht entstanden

sein, welche im Bereich des erregenden Werkzeuges freigeworden sind, da dasselbe wegen seiner neutralen Eigenschaften und wegen der Festigkeit, mit der in ihm die Elemente verbunden sind, an chemischen Umsetzungen innerhalb des Herzens keinen directen Antheil zu nehmen vermag.

Wie aber auch das Kochsalz wirkt, jedenfalls ist die Aenderung, die es an der Beschaffenheit des Herzens hervorbringt, eine äusserst geringe. Denn sonst würde die Geschwindigkeit unverständlich sein, mit welcher der vor der Anwesenheit der Kochsalzlösung vorhandene Zustand wiederkehrt, nachdem die Lösung durch Blut verdrängt wurde. Schon wenige Secunden nachdem dieses geschehen, kehren die Schläge in dem Umfange und in der Folge, in der sie früher bestanden, zurück. Diese überraschend geschwinde Wiederherstellung macht es denn auch zum mindesten fraglich, ob eine Durchtränkung der gesamten Herzmasse mit Blutbestandtheilen dem Wiedererscheinen der vollen Schlagkraft vorausgehen müsse.

Die Erscheinungen, welche bis dahin als Folge der Kochsalzlösung beschrieben sind, ereignen sich nur an solchen Herzen, die vor dem Einbringen des Kochsalzes freiwillig schlugen, entweder, weil sie die entsprechende Zeit hindurch mit bluthaltigen Flüssigkeiten gefüllt waren oder weil ein beträchtlicher Theil des Vorhofs in seiner natürlichen Verbindung mit dem Ventrikel blieb. Wie schon erwähnt, zeichnen nicht alle, wohl aber die meisten Herzen, die auf die genannte Weise vorbereitet sind, unmittelbar nach der Kochsalzfüllung eine Reihe verschmolzener oder zum mindesten sehr rasch aufeinanderfolgender Pulsschläge.

Die Pulsationen fehlen dagegen sicher, wenn die Herzspitze vor ihrer Beschickung mit Kochsalz nicht schon freiwillig schlug, denn das innere Erregerwerk wird durch die Kochsalzlösung niemals aus dem Scheintode, den wir die Stille nannten, erweckt. Auch dieses Verhalten zeigt, dass das Eintreten der raschen Kochsalzpulse einen besonderen Zustand des Herzens voraussetzt.

Diese letztere Annahme empfängt noch eine besondere Beleuchtung durch Erfahrungen an solchen Herzen, die man der Reihe nach mit Blut oder mit einzelnen Bestandtheilen des Blutes erfüllt hatte. In anderen demnächst zu beschreibenden Versuchsreihen wurde dasselbe Herz mit der wässerigen Lösung des alkoholischen Serumauszuges oder mit der wässerigen Lösung der Serumasche u. s. w. gefüllt. Nachdem es viele Minuten mit

den genannten Lösungen in Berührung gewesen, wurden diese durch Kochsalzlösung verdrängt, darauf wurde in die Herzhöhle blutige Kochsalzlösung und nach dieser abermals reine Kochsalzlösung eingebracht. Unter diesen Umständen hatte man Gelegenheit, die Wirkung des Kochsalzes auf dasselbe Herz zu beobachten, nachdem dieses vorher mit verschiedenen Stoffen behandelt worden war.

Da diese Reihen nicht in der Absicht unternommen worden sind, um die Modificationen zu erkennen, welche die Wirkung des Kochsalzes in Folge des Vorausganges verschiedener Lösungen erfährt, so sind sie nicht zur Gewinnung eines vollkommenen Aufschlusses geeignet. Aus einigen Fällen, welche aus mehreren anderen hier zusammengestellt sind, ergibt sich jedoch, dass eine Kochsalz- hinter einer wässerigen Lösung der Serum- asche weit wirksamer ist für die Reizbarkeit der Muskeln und für die Auslösung von Reizen, als wenn sie hinter einer blutigen Kochsalzlösung folgt.

Wirkung der Kochsalzlösung nach vorausgegangener Einwirkung einer wässerigen Lösung der Serum- asche oder einer blutigen Kochsalzlösung.

Versuch a. Frisches Herz, Kochsalzlösung unwirksam.

3mal Aschenlösung unwirksam.

3mal Kochsalzlösung, jedesmal niedere Pulse
Anfangs in verschmolzener Reihe.

Aschenlösung unwirksam.

Kochsalzlösung, Pulse höher als in der letzten
Kochsalzfüllung vor dieser Aschenlösung.

Kochsalzlösung kaum wirksam.

Blutige Kochsalzlösung 5mal hintereinander mit wach-
sendem Erfolge.

Kochsalzlösung, Anfangs verschmolzene
Reihe, mit Auflösung in höhere Pulse als in allen
früheren Kochsalzlösungen.

Kochsalzlösung kaum wirksam.

Aschenlösung unwirksam.

Kochsalzlösung kaum sichtbare Pulse.

Aschenlösung unwirksam.

Kochsalzlösung höhere Pulse als vorher.

Versuch b. Frisches Herz, Kochsalzlösung, verschmolzene Doppelpulse in grossen Intervallen.

Kochsalzlösung unwirksam.

Aschenlösung unwirksam.

Kochsalzlösung, verschmolzene Pulse, starke Erhebungen, unter Auflösung in Pulse abfallend.

Versuch c. Frisches Herz, Kochsalzlösung, Gruppen sehr niedere Pulse.

Kochsalzlösung unwirksam,

Aschenlösung, Concentration 3fach stärker als die natürliche, fast unwirksam.

Kochsalzlösung, eine Reihe anfänglich sehr hoher, rasch abnehmender Excursionen.

Blutige Kochsalzlösung sehr wirksam.

Kochsalzlösung, kurze Reihe verschmolzener niedriger Pulse.

Kochsalzlösung, kaum sichtbare Wirkung.

Kochsalzlösung unwirksam.

Versuch d. Frisches Herz, Kochsalzlösung, Gruppen sehr niedrige Pulse.

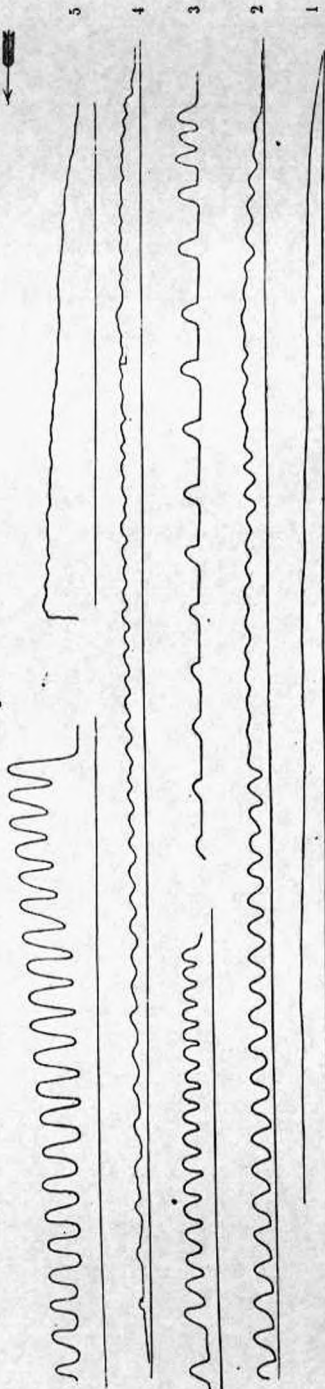
Aschenlösung gut wirksam.

Kochsalzlösung, eine lange Reihe regelmässiger an Höhe allmählig abnehmender Pulse.

Die Autographen, welche in den Figuren 5, 6, 7 wiedergegeben sind, legen das Verhalten des Herzens, das soeben in gedrängter Fassung beschrieben wurde, anschaulich dar.

Da das gesammte Blut und das Blutserum den Ventrikel zu kräftigen Schlägen veranlassen, während ein Bestandtheil desselben, das Kochsalz, den Muskeln die Leistungsfähigkeit nimmt und die Rhythmik des inneren Erregers in abnormer Weise umgestaltet, und da endlich ein Gemenge aus Blut und Kochsalz je nach dem Uebergewichte des einen oder andern Bestandtheiles die Schlagweise des Herzens mehr derjenigen annähert, welche einer von ihnen im reinen Zustand herbeizuführen vermag, so erscheint es nicht mehr ungereimt, nach denjenigen Stoffen des Blutes zu suchen, welche dasselbe zur Erhaltung des normalen Herzschlages befähigen. Der Weg zur Lösung der hier gestellten Aufgabe würde damit betreten sein, wenn man das Blut oder statt dessen das annähernd wirksame Serum in seine Bestandtheile zerlegte

Fig. 7.



Die Herzkammer wird durch öfteres Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht; darnach mit concentrirter Aschenlösung des Serums gefüllt. Zeile 1 zeigt die Wirkung derselben. — Nach 3 Minuten wird das Herz mit Kochsalzlösung gefüllt, es erscheinen deutliche Pulse, die in der 2. Zeile wiedergegeben sind. — Zeile 3. Pulse nach der zweiten und dritten Füllung mit reiner Kochsalzlösung. — Zeile 4. Vierte Füllung mit Kochsalzlösung. — Zeile 5. Anfangs die Wirkung der concentrirten Aschenlösung des Serums, dann Wirkung der Kochsalzlösung, die unmittelbar darauf vorgenommen wurde.

und auf das Herz wirken liesse. Hierbei würde sich finden müssen, ob einer der Bestandtheile des Serums für sich allein gerade so wirksam wäre, als alle zusammengekommen. Um hierbei von den verschiedenen Zuständen unabhängig zu werden, in welchen sich die Herzen vor der Anwendung des zu prüfenden Stoffes befanden, ist es nothwendig, alle womöglich auf denselben Anfangszustand zurückzubringen. Dieses suchte ich dadurch zu erreichen, dass ich die noch mit einem bedeutenden Vorhofsrreste versehene Herzkammer zuerst mit reiner Kochsalzlösung so lange behandelte, bis die Ausschläge der Pulse unsichtbar wurden. Und weil anderseits ermittelt werden sollte, ob der geprüfte Stoff dieselben Erscheinungen wie das gesammte Blut oder das Blutserum hervorrufe, so wurde, nachdem jener eingefüllt gewesen, schliesslich noch blutige Kochsalzlösung oder Serum in Anwendung gezogen. Der Gang des Versuches stellte sich dementsprechend folgendermassen. Nachdem das Herz im Bereich des Vorhofes auf die Canüle gebunden, und diese an der richtigen Stelle an den Apparat eingesetzt war, wurde die Höhle des Herzens mit Kochsalzlösung gefüllt und sein Schlag beobachtet. Nachdem die erste Kochsalzportion abgelassen, und durch neue so oft ersetzt war, bis auch durch eine neue Füllung keine Schläge mehr sichtbar waren, wurde eine Lösung desjenigen Blutbestandtheiles angewendet, der auf seine Wirksamkeit geprüft werden sollte. War dieses geschehen, so wurde das Herz von Neuem mit Kochsalzlösung behandelt, bis seine Pulse verschwunden waren. Hierauf kam die blutige Kochsalzlösung an die Reihe; hatte sich ihre Wirkung genügend entfaltet, so wurde das Herz abermals mit Kochsalz beruhigt, und die Lösung des zu prüfenden Stoffes von Neuem eingeführt.

Bei der grossen Zahl der in Betracht kommenden Bestandtheile des Serums musste es den Anschein gewinnen, als ob eine gradweise Zerlegung den Weg des Versuches sehr bedeutend abzukürzen vermöchte. In dieser Absicht prüfte ich zuerst die Wirkungen der Stoffe des Serums, welche durch wässerigen Alkohol nicht niedergeschlagen werden. Um diese zu gewinnen, wurde auf der Centrifuge das Serum des Blutes von etwa 8 bis 10 Kaninchen abgeschieden. Dieses wurde mit dem dreifachen Volumen absoluten Alkohols gefüllt, die klare abfiltrirte Lösung eingedampft und der Rück-

stand in einer Wassermenge gelöst, welche an Volumen derjenigen des Serums, aus welchem der Extract bereitet, gleich war. Demgemäss waren die von dem Alkohol nicht gefällten und in Wasser löslichen Bestandtheile in derselben Dichtigkeit im Wasser wie vorher im Serum vorhanden.

Diese Lösung, welche wir den einfachen Alkoholauszug nennen wollen, habe ich dreimal dargestellt und folgende Resultate erhalten:

Versuch 4. Die Kochsalzlösung erzeugte nach mehrmaliger Wiederholung der Füllung Schläge von einer etwa 4 Mm. betragenden Excursion, welche, nachdem der Füllungsanfall verschwunden war, in sehr regelmässiger Folge abliefen; sie konnten jedoch durch weiter fortgesetzte Füllungen zum Verschwinden gebracht werden. Die darauf eingebrachte Lösung des Extractes erzeugte alsbald Pulse von 9 Mm. Excursion, welche regelmässig aufeinander folgten. Nach 35 Schlägen war ihre Excursion auf 5 gesunken, in 6 Minuten waren 30 Pulse geschehen. — Durch eine zweite Einfüllung von Extractlösung erhoben sich die Excursionen unter aufsteigender Treppe auf 26 Mm., nach 57 Pulsen war diese auf 9 Mm. gesunken, während einer Zeitdauer von 6 Minuten folgten sich in regelmässigen Abständen 41 Pulse. — Nach nochmaliger Wiederholung der Füllung erhoben sich unter aufsteigender Treppe die Excursionen auf 34 Mm., die Schläge erscheinen nun aber gruppenweise, die Pausen zwischen je zwei Gruppen waren anfänglich kurz, später aber dauerten sie mehrere Minuten; in diesen konnte das Herz durch Berührung seiner äusseren Fläche zum Schlagen gebracht werden.

Eine Vergleichung mit blutiger Kochsalzlösung wurde nicht ausgeführt. Eine Anschauung vom Verlaufe dieses Versuches giebt Holzschnitt 8. Ein zweiter Antheil derselben Extractlösung welche in Vers. 4 zur Anwendung gekommen war, wurde bei einem zweiten Herzen benutzt; während der Auswaschung mit Kochsalz erwies sich dieses schon äusserst träge, eine einmalige Füllung genigte, um die Schläge vollständig zum Verschwinden zu bringen. Durch die Einführung der Extractlösung wurden die Schläge nicht häufiger, aber die Excursion des ersten der auftretenden Schläge betrug schon 20 Mm. Nachdem die Extractlösung noch dreimal hintereinander geschehen war, stieg die Excursion auf 23 Mm., auch wurden die Schläge häufiger, so dass nun in 12 Minuten 17 Pulse erschienen, durch noch 2mal

wiederholte Einfüllungen von Extractlösungen änderten sich die Erscheinungen nicht. Die Excursionen der ersten paar Schläge waren von der früheren Höhe, beim 18ten aber war sie schon auf 5 Mm. gesunken.

Aus diesen beiden Versuchen ergibt sich, dass die wässrige Lösung des alkoholischen Serumextractes den Muskeln des Ventrikels die durch Kochsalzlösung entzogene Leistungsfähigkeit gerade oder mindestens nahe so vollkommen wieder zu geben vermag, wie das ganze Serum. Ein Unterschied zwischen dem Serum und dem Extract scheint nur insoweit zu bestehen, als bei dem letzteren eine raschere Ermüdung eintritt.

Rücksichtlich der Pulsfolge gleicht das Extract dem ganzen Serum mindestens insoweit, als auch bei dem ersteren die rasch aufeinander folgenden Schläge, welche nach einer Kochsalzfällung einzutreten pflegen (Kochsalzanfall) ausbleiben. Ob aber die Pulsfolge eine regelmässige wird, ist, wie die beiden Beobachtungen lehren, von der Individualität des Herzens abhängig.

Versuch 2. An diesem Herzen erzeugte die Kochsalzlösung einen sehr ausgesprochenen Anfall, indem in 27 Secunden 20 Schläge geschahen; nachdem das Herz durch Kochsalzlösung pulslos geworden war, belebte die Einfüllung des Extractes dasselbe von Neuem; dem ersten der erschienenen Pulse kam eine Excursion von 14 Mm. zu, nach 29 Pulsen war diese auf 4 Mm. gesunken. Durch eine zweite Füllung mit Extract stieg die Excursion auf 9 Mm., aber nach 18 Pulsen war dieselbe auf 2 Mm. gesunken. Durch eine dritte Füllung mit Extract konnte keine neue Erhebung erzielt werden. Die Pulsfolge war in den beiden letzten Transfusionen regelmässig aber langsam, es erfolgten in 6 Minuten 15 Schläge.

Durch die darauf folgende Einführung von blutigem Serum erhoben sich die Ausschläge der Pulse unter aufsteigender Treppe bis zu 42 Mm. Höhe und sanken nach 31 Pulsen auf 38 Mm. herab.

Nachdem das Herz in Folge der jetzt eingeführten Kochsalzlösung seine Leistungsfähigkeit verloren hatte, konnte durch wiederholte Zuführung von Extractlösung die frühere Reihe der Erscheinungen noch einmal hervorgerufen werden.

Versuch 3. In dieser Beobachtung rief eine Füllung mit blutiger Kochsalzlösung Ausschläge der Pulse von 44 Mm. Höhe hervor. Das alkoholische Extract bewirkte dagegen keine höheren Excursionen als das reine Kochsalz.

Aus den beiden letzten Fällen geht hervor, dass die wässe-

rige Lösung des alkoholischen Extractes nicht immer die günstige Wirkung für die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Herzmuskels besitzt. Dieses dürfte wahrscheinlich davon abhängen, dass jedes Extract eine besondere Zusammensetzung besitzt. Indess hatte es sich doch gezeigt, dass auch nach der Abscheidung des weitaus grössten Theiles der Eiweisskörper des Blutes ein Lösungsgemenge übrig bleibt, welches dem Herzmuskel annähernd dieselbe Fähigkeit zur Zuckung zu ertheilen vermag, wie das gesammte Serum. Diese Erfahrung bestimmte mich, den Versuch in der eingeschlagenen Richtung fortzusetzen.

Zu dem Ende fällte ich wie vorher das Serum des Kaninchenblutes mit seinem dreifachen Volumen absoluten Alkohols, filtrirte die Flüssigkeit ab, dampfte dieselbe ein und zog nun den trockenen Rückstand mit absolutem Alkohol aus. Nachdem der letztere aus der filtrirten Flüssigkeit verjagt war, wurde der Rückstand in einem Wasservolumen gelöst, das gleich dem des Serums war, von welchem das Extract herrührte. Diese Lösung des doppelten Alkoholauszuges habe ich auf zwei verschiedene Herzen angewendet.

Stoffe, welche in dem zweifachen Alkoholauszuge enthalten sind.

Versuch a. Nach der Füllung mit Kochsalzlösung schlug das Herz in Gruppen; nachdem die Leistungsfähigkeit seiner Muskeln durch wiederholte Füllung mit Kochsalzlösung verschwunden waren, kam die Lösung des doppelten Alkoholextractes an die Reihe. Unmittelbar nach der ersten Füllung gewann der Ausschlag der Pulse eine Höhe von 17 Mm., nach 49 Pulsen war dieselbe auf 2 Mm. herabgesunken. Nach einer zweiten Füllung mit Extractlösung erhob sich die Excursion der Schläge auf 4 Mm. und erhielt sich auf dieser annähernd bis zum 27. Schläge.

Durch die Einfüllung von blutiger Kochsalzlösung stieg der Ausschlag auf die Höhe von 38 Mm.

Versuch b. Dieselbe Lösung auf ein anderes Herz angewendet brachte in diesem nach der ersten Füllung Pulse hervor, die sich nicht über 2 Mm. erhoben; nach der 2. Füllung erhoben sich dieselben auf 4 und nach der 3ten auf 5 Mm. Nach allen 3 Füllungen waren die Pulsschläge annähernd regelmässig, doch neigten sie schon bei der 3ten zur Gruppenbildung. Als nun blutige Kochsalzlösung in das Herz kam, erhoben sich die Excursionen alsbald auf 36 Mm. und hielten sich auf dieser Höhe mehrere Minuten. Nach Verfluss derselben konnten durch eine Koch-

salzlösung keine Zuckungen sichtbar gemacht werden, durch die Extractlösung dagegen, die darauf in Anwendung kam, stieg die Höhe des Ausschlags der Pulse auf 16 Mm., sank aber nach 45 Pulsen auf einen kaum sichtbaren Werth herab. Durch Wiederersetzung der ermüdeten mit neuer Extractlösung stieg dagegen die Excursion wieder auf 6 Mm. und sank in ähnlicher Weise wie früher zum Unsichtbaren.

Diese Versuche lieferten den Beweis, dass das doppelte Alkoholextract zwar keineswegs in gleicher Weise die verlorene Leistungsfähigkeit der Muskeln wiedererwecken kann, wie dieses das Serum oder das einfache Alkoholextract zu thun vermochte, dem Kochsalz gegenüber erscheint es dagegen in einem bedeutenden Uebergewicht und es bietet mit den besser erholenden Flüssigkeiten insofern Analogien, als es die Wiederherstellung, welche es überhaupt zu leisten vermag, unter der Form einer aufsteigenden Treppe bewirkt, woraus denn deutlich hervorgeht, dass das Herz in dem Maasse an Muskelkraft gewinnt, in welchem es von der Lösung des doppelten Extractes inniger durchdrungen wird.

Die Wiedererholung unter dem Einflusse des doppelten Alkohol-Extractes musste den Gedanken wecken, dass den mineralischen Bestandtheilen, welche neben dem Kochsalz im Blute vorkommen, eine besondere Wirkung auf das Herz eigen sei. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, stellte ich nun Versuche mit Lösungen der Serumasche an. Bei der Darstellung der Asche musste man auf die Veränderung Rücksicht nehmen, welche die Salze des Blutes während der Verbrennung der organischen Bestandtheile zu erleiden pflegen. Um die letztere so weit als thunlich zu verringern, äscherte ich nicht das ganze Serum, sondern nur den trockenen Rückstand seines alkoholischen Extractes ein; hierdurch konnte das lange und heftige Glühen vermieden werden, das bei der Verbrennung des Gesamtserums nothwendig gewesen wäre. Ausser der Asche des einfachen stellte ich mir auch die des doppelten Alkoholextractes dar.

Die gewonnene Asche wurde entweder in einem Volumen Wasser gelöst, welches dem des Serums gleich war, aus welchem sie dargestellt worden oder auch in einem geringeren. Die erstere dieser Concentrationen mag die normale heissen.

Mit der normalen Lösung der Asche des einfachen Alkoholextractes stellte ich drei, mit derjenigen des zweifachen Alkoholextractes einen Versuch an.

Wirkung der Aschenlösung:

I. Einfaches Alkoholextract, Concentration gleich der des Serums.

Versuch a. Kochsalzlösung und Aschenlösung verglichen. — In Höhe und Häufigkeit der Pulse der beste Gegensatz.

Die erste Kochsalzauswaschung zeigt sehr niedere, kaum sichtbare Erhebungen der HgSäule.

Erstesmal Füllung mit Aschenlösung: in treppenartigem Aufsteigen Excursionen von 14 Mm., nach 18 Schlägen 17 Mm. — Anfänglich in grösseren Pausen, die letzten 13 Schläge regelmässig in je 12.5 Secunden.

Zweite Kochsalzauswaschung: die ersten Pulse 6 Mm., nach 19 Pulsen 8 Mm. Nach etwa 8 Minuten nur 2 Mm., 43 Pulse in 90 Secunden.

Zweitesmal Aschenfüllung: sogleich Excursionen von 34 Mm., nach 219 Schlägen von 12 Mm. — Nach den 8 ersten Schlägen folgen annähernd regelmässig in je 90 Secunden 15 Schläge, später in je 90 Secunden 21 Schläge.

Drittesmal Aschenfüllung (die Lösung ist nicht frisch, sondern schon zu den zwei ersten Transfusionen gebraucht) ein Anfall verschmolzener Pulse; als sich die einzelnen derselben von einander absetzen, werden nach 11 Pulsen die Excursionen 18 Mm. hoch, nach 45 Pulsen 14 Mm., in je 90 Secunden erscheinen 23 Pulse. — Das Herz schlägt mit dieser Füllung über eine halbe Stunde. Die letzte Excursion 2 Mm.

Viertesmal Füllung mit der Aschenlösung (dieselbe wie bei der dritten) bringt eine Reihe verschmolzener Pulse, als sie sich von einander absetzen, sind die Excursionen 20 Mm. hoch; das Herz schlägt mit dieser Füllung 18 Minuten, die letzte Excursion 2 Mm.

Fünftesmal Füllung mit Aschenlösung: anfänglich verschmolzene Schläge mit 24 Mm. hohen Excursionen, später regelmässig mit 14 Mm. Excursionen, nach 6 Minuten auf 6 Mm. In 90 Secunden 39 Schläge.

Dritte Kochsalzauswaschung: niedere Schläge; in 9 Secunden 8 Schläge.

Sechstesmal Füllung mit Aschenlösung: sogleich regelmässige Pulse, Anfangs 14 Mm. hoch, später 10 Mm.; in 54 Secunden 27 Schläge.

Die Autographen, welche in Fig. 9 enthalten sind, veran-

schaulichen das Ergebniss des eben beschriebenen Versuches, während der beiden ersten Füllungen mit Aschen- und der zwischen beiden gelegenen Füllung mit Kochsalzlösung.

Obwohl in diesem Versuche die Vergleichung der Wirkungen unserer Aschenlösungen mit denjenigen des ganzen Serums unterlassen ist, so kann doch der ganzen Reihe der Erscheinungen nach kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass die Aschenlösung wenn nicht vollkommen, so doch nahezu wie das Serum oder die blutige Kochsalzlösung gewirkt hat, denn die Leistungsfähigkeit der Muskeln, welche durch die Kochsalzlösung auf ein Minimum herabgedrückt war, kehrt bei der Anwesenheit der Aschenlösung in einem Grade wieder, wie er bisher nur mit Hilfe des Blutes oder Serums zu erreichen war. Die Ermüdung, von welcher die Muskeln des Herzens ergriffen werden, wenn dieses letztere mit einer abgemessenen Portion von Aschenlösung längere Zeit hindurch gearbeitet hat, geht sehr allmähig von Statten, nicht rascher als sie auch bei der Anwesenheit des Blutes aufzutreten pflegt. Wird der Lösungsantheil, nachdem er längere Zeit im Herzen verweilt hatte, durch eine neue Füllung ersetzt, so erheben sich die Excursionen von Neuem. Wie in dem Umfange, so zeigt sich auch in der Folge der Schläge die grösste Analogie zwischen dem mit Aschenlösung und mit Blut gefüllten Herzen, insoweit aus dem Gegensatz der Folge zwischen den zuletzt genannten Füllungsmitteln und der Kochsalzlösung geschlossen werden kann, denn es erscheinen während der Füllung mit Aschenlösung die Pulse ebenso selten, als bei der mit Blut.

Weniger günstig als im vorliegenden waren die Erfolge in den beiden nächsten Fällen, bei welchen die Lösung einer Asche zur Verwendung kam, die zur Entfernung der Kohlenreste heftiger geglüht werden musste.

Versuch b. Zweimal folgten auf Kochsalzauswaschungen Anfälle mit verhältnissmässig hohen Pulsen, bei der vierten Transfusion mit Kochsalzlösung waren die Pulse verschwunden.

Erste Füllung mit Aschenlösung: sogleich Excursionen von 14 Mm. die durch Erhöhung des Füllungsdruckes auf 32 gesteigert werden; nach dem 42. Pulse ist die Excursion nur 4 Mm. — Pulsfolge in Gruppen. In etwa 7 Minuten 42 Pulse.

Zweite Füllung mit Aschenlösung: die Excursionen erreichen in einer Treppe eine Höhe von 22 Mm., nach

30 Schlägen 7 Mm.,
nach 20 Minuten 2 Mm.
Zuerst sind die Gruppen
schlagreicher als frü-
her, dann Auflösung.

Dritte Füllung mit
Aschenlösung: die
Excursionen erreichen
in einer Treppe eine
Höhe von 10 Mm., nach
52 Pulsen 8 Mm. Grup-
pen mit kurzen Zwi-
schenpausen.

Blutkochsalzlösung:
durch eine Treppe er-
reichen die Schläge eine
Höhe von 30 Mm., nach
52 Schlägen noch 26
Mm., nach 20 Minuten
noch 18 Mm. Excurs.
Gruppen mit vielen ver-
schmolzenen Schlägen.

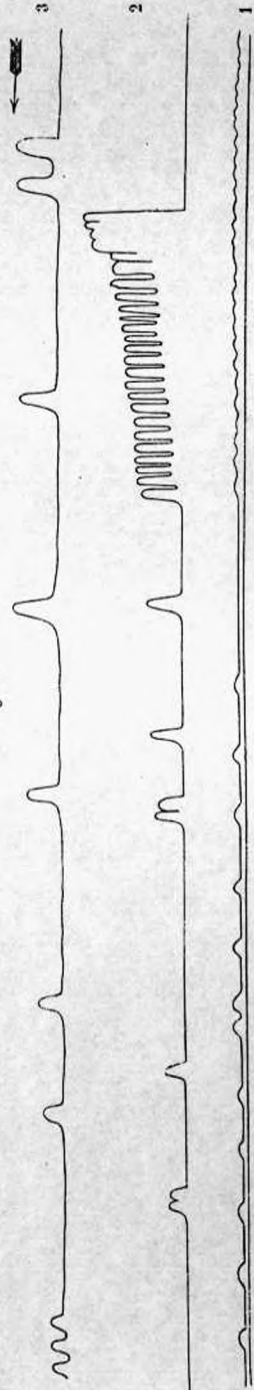
Versuch c. Dreimal Koch-
salztransfusion,
jedesmal ein Anfall
mit immer niedriger
werdenden Pulsen.

Erste Füllung mit
Aschenlösung: ein
Anfall bis zur Höhe von
28 Mm., abfallend nach
30 Schlägen auf 3 Mm.,
nach 60 Schlägen ver-
schwindend.

Zweite Füllung mit
Aschenlösung:
einfache Schläge von
14 Mm. Höhe, nach 15
Schlägen auf 3 Mm. ab-
fallend. Selten und
unregelmässig.

Dritte Füllung mit
Aschenlösung: wie
vordem.

Fig. 10.



Die Herzkammer wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht — (in der Reihe 1 ist die Wirkung derselben zu sehen)
hierauf das Herz mit der wässrigen Lösung der Asche vom einfachen Serumextracte gefüllt: in der Reihe 2 sieht man die Wirkung der ersten Füllung, in der Reihe 3 die
Wirkung der zweiten Füllung.

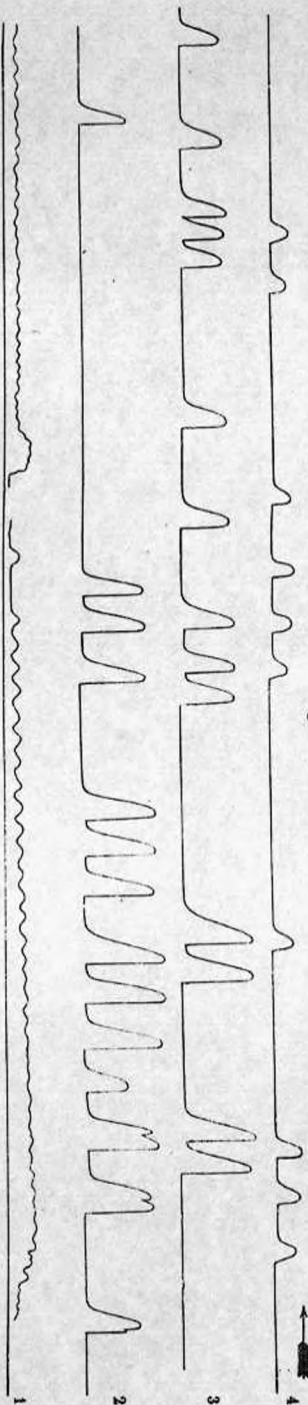
Ebenso nach der 4., 5., 6. und 7. Füllung mit der schon einmal gebrauchten Lösung.

Blutkochsalz-lösung: Pulse von 30 Mm. Hg; dasselbe nach 40 Schlägen; nach 11 Minuten noch 27 Mm. Zuerst häufig, je 2'', dann Gruppen.

Von diesem Versuche rührt Figur 10 her.

Obwohl auch hier die Leistungsfähigkeit der Muskeln, welche durch die vorhergegangenen Füllungen mit Kochsalz-lösung nahezu verschwunden war, durch den Eintritt der Aschen-lösung wieder erhöht werden konnte, so blieb doch die Wirkung bedeutend hinter der zurück, die das Blut oder Serum herbeizuführen vermochte. Auch trat die Ermüdung weit rascher als bei der Gegenwart des Blutes ein, und die Erholung, welche durch eine neue Zuführung von Aschenlösung bedingt ward, fiel mit der wachsenden Zahl erneuter Füllungen geringer und geringer aus.

Fig. 11.



Die Herzkammer wird durch mehrmaliges Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht. In der 1. Reihe sind die Pulse, nach dritter und vierter Kochsalzfüllung zu sehen. Hierauf wird das Herz mit der wässrigen Lösung der Asche vom doppelten Serumextract gefüllt; in der Reihe 2 ist die Wirkung derselben sichtbar. Die 3. und 4. Reihe sind unmittelbare Fortsetzungen der zweiten.

II. Aschenlösung des doppelten Alkoholextractes. Kochsalzlösung: Viermalige Füllung, jedesmal ein Anfall mit immer niederen Pulsen; nach der fünften Füllung wird das Herz beinahe zum Stillstand gebracht. Hiezu Fig. 11 und 12.

Erste Füllung mit der Aschenlösung: durch eine Treppe (Anfangs verschmolzener Pulse) erreichen die Excursionen eine Höhe von 23 Mm. Hg.; nach dem 23. Pulse nur 45 Mm., nach dem 60. Pulse nur 3 Mm.

Anfangs unregelmässige und verschmolzene Pulse, dann ziemlich ausgeprägte Gruppen. — In je 10 Sec. eine Contraction, später in je 13 Sec. Siehe Fig. 11.

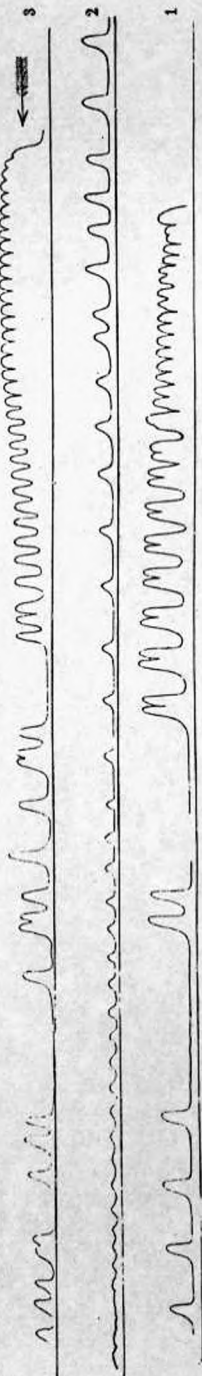
Zweite Füllung mit der Aschenlösung: sogleich ein Anfall verschmolzener Pulse, von 16 Mm. Hg.; nach dem 25. Pulse 9 Mm., nach dem 60. nur noch 2 Mm. In je 10 Secunden eine Contraction.

Kochsalzlösung: Stillstand, auch gegen mechanische Reizung unerregbar.

Dritte Füllung mit der Aschenlösung: sogleich ein Anfall verschmolzener Pulse von 16 Mm. Hg., nach dem 40. Pulse nur 8 Mm. Hg.

Anfangs in je 2 Sec. eine Contraction, dann in je 8 Secunden. Siehe Fig. 12.

Fig. 12.



Dasselbe Herzpräparat wie auf Fig. 11. In der 1. Reihe ist die Wirkung der zweiten Füllung der Aschenlösung zu sehen. Reihe 2 ist die Fortsetzung der ersten Reihe 3. Dritte Füllung mit der Lösung der Asche vom doppelten Serumextract.

Kochsalzlösung: kaum sichtbare Erhebungen.

Blutkochsalzlösung: durch eine Treppe von 26 Mm.

Excursionen bis zu 36 Mm., unregelmässig und oft verschmolzen. — In je 3 Secunden eine Contraction.

In der eben mitgetheilten Beobachtung, bei welcher die Asche des zweifachen Alkoholextractes in Anwendung kam, zeigten sich ähnliche Erscheinungen, wie in den beiden vorhergehenden. Die Leistungsfähigkeit der Muskeln wird wiederhergestellt, aber auch im besten Falle gelangt sie auf einen niedrigeren Grad als ihn die blutige Kochsalzlösung bewirkte; die Ermüdungen treten weit rascher als bei der Anwesenheit des Blutes ein und die erholende Kraft der Aschenlösung nimmt mit der wachsenden Zahl der Füllungen ab.

Da sich die Wirkungen der Aschenlösungen zwar denen des Blutes bedeutend genähert, sie aber doch nicht vollkommen erreicht hatten, so lag es mir nahe, zu prüfen, ob an dem Unterschiede zwischen den Wirkungen der beiden genannten Flüssigkeiten etwa der Concentrationsgrad der Aschenlösung schuld sei. Ich stellte deshalb noch 5 Versuche mit höheren Concentrationsgraden an, wobei folgendes erhalten wurde.

III. Wirkungen der concentrirten Aschenlösung.

Vers. a. Kochsalz: häufige und unregelmässige Pulse bis zu 18 Mm. Hg. reichend, nach 12 Minuten verschwindend.

Concentrirte Aschenlösung: Stillstand; nach 3 Minuten wird das Herz gefüllt mit

Kochsalz: verschmolzene Pulse, häufig je 2 Secunden einer, aber flach.

Zweite Füllung mit Kochsalz: dasselbe.

Dritte Füllung mit Kochsalz: dasselbe.

Blutkochsalz: dasselbe, nur in einem höheren Grade.

Blutkochsalz: dasselbe noch stärker.

Nachdem die verschmolzenen Pulse sich gelöst und die Curve der Abscisse sich genähert, kamen ganz flache jedoch häufige Pulse zum Vorschein (bis zu 2 Mm. Hg.; in einer Minute 45 Pulse).

Blutkochsalz: die Pulse werden etwas höher bis zu 4 Mm. aber auch häufiger, beinahe je eine Secunde.

Blutkochsalz: plötzlich geräth das Herz in Convulsion, die 2 Minuten dauert, das Quecksilber ist während der

Zeit dauernd um 4 Mm. erhoben, bewegt sich aber nach oben oder unten sehr wenig; auf einmal werden die Pulse wieder regelmässig und hoch (10 Mm. Hg.), und in einer Minute erscheinen etwa 40 Schläge.

Die Fig. 13 ist der zu diesem Versuche gehörige Autograph.

Vers. b. Kochsalz: Stillstand.

Erste Füllung mit concentrirter Aschenlösung: Stillstand.

Zweite Füllung mit concentrirter Aschenlösung: Stillstand.

Dritte Füllung mit concentrirter Aschenlösung: kaum sichtbare Erhebungen.

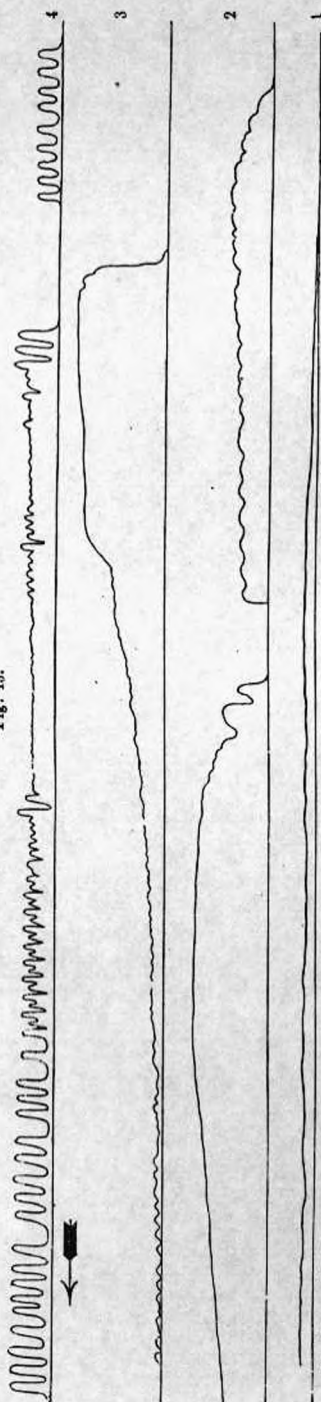
Kochsalz: einzelne ganz flache Pulse.

Kochsalz: Pulse etwas stärker.

Aschenlösung: Stillstand.

Kochsalz: einzelne flache Pulse.

Fig. 13.



Das Herz wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht, hierauf mit einer concentrirten wässrigen Lösung der Serum-Asche gefällt. Reihe 1 giebt die Wirkung dieser Lösung an. Reihe 2, es wird das Herz mit reiner Kochsalzlösung ausgewaschen — hierauf mit blutiger Kochsalzlösung gefällt. Reihe 3. Zweite Füllung mit blutiger Kochsalzlösung. Reihe 4, nach dritter Füllung mit blutiger Kochsalzlösung erscheinen plötzlich Convulsionen des Herzens.

Kochsalz: Stillstand.

Blutkochsalz: wenige 3 Mm. hohe Pulse.

Blutkochsalz: deutlicher und höher bis zu 6 Mm., jedoch unregelmässig.

Blutkochsalz: bis zu 12 Mm. Excursion, in je 3 Secunden eine Contraction.

Vers. c.¹⁾ Kochsalz: kaum sichtbare Pulse.

Kochsalz: Stillstand.

Concentrirte Aschenlösung: Stillstand; das Herz mechanisch unerregbar.

Kochsalz: eine starke dauernde Contraction.

Kochsalz: dasselbe viel schwächer.

Aschenlösung: Stillstand.

Kochsalz: ziemlich starke, dauernde Contraction.

Kochsalz: dasselbe.

Vers. d.²⁾ Kochsalz: kaum sichtbare Pulse.

Kochsalz: Stillstand.

Dreifach concentrirte Aschenlösung: Stillstand, das Herz ist auch durch äussere Reize nicht zur Contraction zu bringen.

Kochsalz: Sogleich ein Anfall in einer Treppe bis zu 24 Mm. Hg., schnell abnehmend, so dass der 20. Schlag nur 10 Mm., der 40ste kaum sichtbar war.

Kochsalz: Stillstand.

Blutkochsalzlösung: bis zu 42 Mm. Excursion, zwei Gruppen zu Anfange, dann ziemlich regelmässige Pulse in je 15 Secunden. Der 27. Schlag noch 38 Mm. Hg.

Die Resultate dieser Versuche sind dadurch von Belang, dass sie zeigen, wie sehr es bei den Wirkungen der Aschenlösung auf den Dichtigkeitsgrad derselben ankommt, denn keine derselben welche in hundert Theilen ein Mehrfaches von der Aschenmenge enthielt, welche wir die normale nannten, ist im Stande, eine Erholung zu bewirken. Durch ihre Anwesenheit wird aber auch die Erholungsfähigkeit der Muskeln nicht vernichtet, was aus den Erscheinungen hervorgeht, die durch die Füllung mit Blut hervorgerufen werden können. Dafür, dass eine concentrirte Aschenlösung sich jedoch nicht ganz gleichgültig gegen den Herzmuskel verhalte, spricht die Pulsation, die das Herz durch die Füllungen mit Kochsalzlösung erfährt, welche vor und nach der Anwesen-

¹⁾ S. Fig. 5. ²⁾ S. Fig. 6.

heit einer concentrirten Aschenlösung stattfinden. Während die Kochsalzlösung die vor der Asche kommt, die Schläge des Herzens rasch zum Verschwinden bringt, ruft dieselbe Lösung nach der Asche entweder eine dauernde und zuweilen hochgradige Verkürzung hervor, oder sie weckt Pulsationen von grösserem Umfange als sie es unter anderen Umständen vermochte. Dieses ist um so beachtenswerther, als doch während der Anwesenheit der Asche das Herz pulslos verharrete.

Bei den mannichfachen Abweichungen der Wirkung, welche die von verschiedenen Darstellungen herrührenden Aschen gegeben hatten, musste man auf den Gedanken kommen, dass hieran die ungleichen Zusammensetzungen der dargestellten Präparate schuld sein könnten. Zu einem solchen Verdachte geben schon die verschiedenen Zufälligkeiten Veranlassung, welche bei der Darstellung desselben nothwendigerweise eintreten müssen. Um solchen Unsicherheiten auszuweichen, empfahl sich die Darstellung eines künstlichen Salzgemenges. Der erfolgreichen Ausführung des Gedankens musste es nothwendig zu Gute kommen, wenn man sich vorher eine Vorstellung von der Zusammensetzung einer wirksam gewesenen Asche verschafft hat. Zu diesem Zwecke stellte ich mir einen Gramm Asche aus dem Alkohol-Extracte des Serums vom Kaninchen dar; dieser enthielt in Hunderttheilen

KCl	4.4
NaCl	85.2
NaSO ₄	2.6
Na ₃ PO ₄	4.2
Na ₂ CO ₃	6.7

Da unter den Bestandtheilen der Asche ausser dem Kochsalz nur noch das kohlensaure Natron und das Chlorkalium in merklicher Menge vorkommen, so war bei der Anwendung von künstlichen Salzgemischen auf das Herz zunächst von Kochsalzlösungen auszugehen, denen je eins dieser Salze beigemischt war.

IV. Zusatz von kohlensaurem Natron zu der 0.6procent. Kochsalzlösung.

In sehr verdünntem Zustande vermag das kohlensaure Natron die Wirkungsweise der Kochsalzlösung nicht zu ändern; so sah ich namentlich, dass durch den Zusatz von einigen wenigen

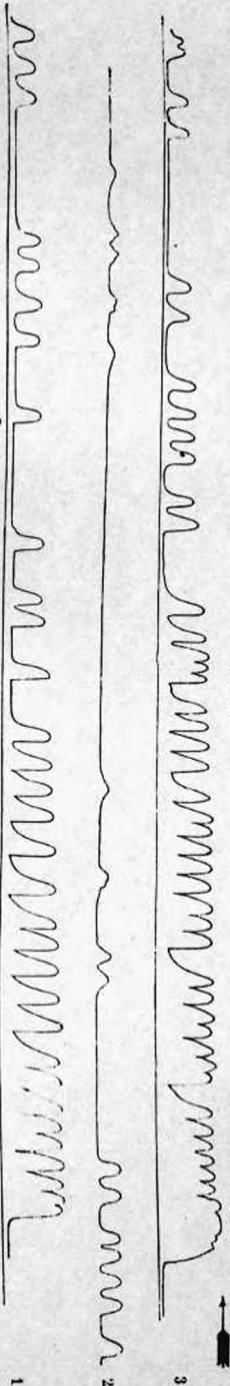
Tropfen einer kalkgesättigten Lösung von kohlensaurem Natron zu 20 Ccm. der 0.6procentigen des Kochsalzes, die von dem letzteren hervorgebrachten Folgen kaum umgestimmt wurden. Deutliche Geltung erlangte dagegen die Soda, wenn auf 1000 Theile der Kochsalzlösung 0.25 bis 0.5 Theile des trockenen Salzes kamen. Da sich die Wirkungen derselben schwer beschreiben lassen, so setze ich den schriftlichen Aufzeichnungen einige Facsimilia voraus. Siehe Figur 14 und 15.

Es folgt nun die Beschreibung dreier Versuche.

Vers. a. Nachdem die Pulsationen durch die eingefüllte Kochsalzlösung zum Verschwinden gebracht waren, wurde das Herz mit einer Kochsalzlösung gefüllt, die auf 1000 Theile 0.5 des kohlensauren Natrons enthielt. Erste Füllung mit kohlensaurem Natron. Als bald beginnt die Pulsation und es erheben sich in aufsteigender Treppe die Excursionen der Pulse bis zu 14 Mm. Höhe und sinken dann wieder ab, so dass nach 40 Schlägen der Umfang nur noch 7 Mm. beträgt. Im Beginn ihrer Anwesenheit ruft das Natron alle je 2 Secunden einen Schlag hervor, die sich jedoch allmählig seltener und schliesslich nur in grossen Pausen folgen.

Als jetzt NaCl eingefüllt wurde, zog sich das Herz ein-

Fig. 14.



Das Herz wird durch öfteres Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht; hiernach werden 10 Ccm. einer Kochsalzlösung eingefüllt, die in 1000 Theilen 0.5 Grm. kohlensauren Natrons enthält. Reihe 1 giebt die Wirkung dieser Lösung. Reihe 2 ist die Fortsetzung der ersten. Die so bereitete Lösung wird noch auf die Hälfte verdünnt und davon 10 Ccm. durch das Herz geleitet. Die Wirkung dieser verdünnten Lösung ist aus der Reihe 3 ersichtlich.

mal zusammen, verharnte jedoch unter allmählicher Lösung längere Zeit in dieser Verkürzung. Nachdem dieselbe verschwunden, konnte durch eine neue Portion von NaCl-Lösung die dauernde Zusammenziehung aber nur in geringerer Ausprägung und von kürzerer Dauer erhalten werden.

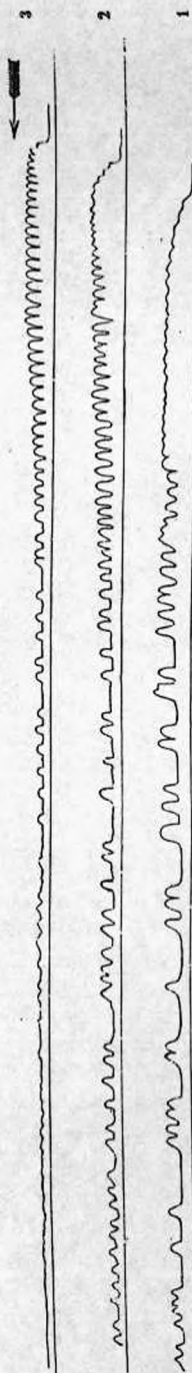
Zweite Füllung mit kohlensaurem Natron brachte abermals Pulse ganz wie nach der ersten hervor.

Nachdem das Herz wiederum mit NaCl-Lösung ausgewaschen war, wurde es mit blutiger NaCl-Lösung gefüllt. Die erste Portion derselben vermochte wohl Schläge zu erzeugen, aber diese waren nicht höher als diejenigen, welche das kohlensaure Natron veranlasst hatte. Kräftigere Wirkung erzeugte eine zweite Portion von blutiger Kochsalzlösung. Aber sie führte das Herz bald in eine dauernde Contraction über, die von einzelnen partiellen Nachlassen derselben unterbrochen waren.

Vers. b. Während der Füllung mit Kochsalzlösung blieb das Herz ruhig. Nach mehrmals wiederholten Füllungen von kohlensaurem Natron trat jedesmal im Beginn eine Gruppe von Pulsen auf, die anfänglich verschmolzen waren und sich dann allmählich von einander absetzten.

Als nun zu reiner Kochsalzlösung zurückgegangen wurde, trat eine rasch zu- und dann allmählich abnehmende Contraction ein. Darauf vollkommene Ruhe.

Fig. 15.



Das Herz wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht, hierauf werden 10 Ccm. einer Kochsalzlösung eingeführt, die in 1000 Theilen 0.25 Grm. kohlensauren Natrons enthält. Reihe 1. Wirkung dieser Lösung. Reihe 2. Erneuerung der Lösung (5 Ccm.). Reihe 3. Es werden zum dritten Male 5 Ccm. derselben Lösung ins Herz eingeleitet.

Die beiden ersten Portionen der nun verwendeten blutigen Kochsalzlösung bedingen krampfhaftes Zusammenziehungen, verschmolzene Pulse; erst die dritte rief deutlich getrennte Pulse hervor, die nur zuweilen durch einen verschmolzenen Doppelschlag getrennt waren.

Vers. c. Nachdem das Herz durch wiederholte Zufuhr von Kochsalzlösung beruhigt war, gab das kohlensaure Natron zuerst eine verschmolzene Pulsreihe, die sich dann in abgesetzte Schläge von 6 Mm. Excursion auflöste, welche sich in mittleren Intervallen von 2.4 Secunden folgten. Allmähig wurden die Excursionen bis zum Verschwinden niedrig. — Durch eine zweite Füllung von kohlensaurem Natron entstehen dieselben Erscheinungen mit dem Unterschiede, dass die Excursionen der Pulse etwas niedriger sind.

Nach der Verdrängung des kohlensauren Natrons durch reine Kochsalzlösung bleibt das Herz vollkommen ruhig. Als aber nun blutige Kochsalzlösung eingebracht wird, entsteht sogleich eine Gruppe verschmolzener Pulse, die sich allmähig in abgesetzte auflöst. Die Excursionen derselben betragen 44 Mm.

In ihrem Gehalte an kohlensaurem Natron gebietet die Blut- asche, wie aus der mitgetheilten Versuchsreihe einleuchtet, jedenfalls über ein Belebungsmittel des Herzens; denn mit dem Einströmen des kohlensauren Natrons in die Herzhöhle kehrt die erloschene Schlagfähigkeit wieder und der Umfang der Zusammenziehung nimmt zu. Aber die Leistungen des genannten Salzes reichen doch weitaus nicht an die der Gesamttasche des Serums hinan. Also müssen jedenfalls noch andere Salzbestandtheile helfend hinzutreten.

Wäre es mir vergönnt gewesen, die Beobachtungen weiter fortzusetzen, so würde ich zunächst andere Mischungsverhältnisse zwischen kohlensaurem Natron und Kochsalz durchgeprüft haben. Der Grund, der mich hierzu bestimmte, liegt in den durchaus negativen Resultaten, welche mir ein Lösungsgemenge aus Chlornatrium und Chlorkalium lieferten. Da dieses letztere Salz unter den sehr wirksamen Herzgiften zählt, so hatte ich erwartet, dass ein geringer Zusatz desselben der 0.6procentigen Kochsalzlösung zu einer grösseren Leistung verhelfen würde. Zu meiner Ueberschung habe ich dagegen niemals etwas anderes mit dem Chlor-

kalium als mit der reinen Kochsalzlösung allein bewirken können, obwohl die Mischung auf Herzen angewendet wurde, die sich gegen blutige Kochsalzlösung sehr empfindlich verhielten. —

Wenn nun auch die mit den Salzlösungen begonnene Reihe von Versuchen nicht zu einem befriedigenden Abschlusse gebracht ist, so fordert sie doch schon zu mancherlei Betrachtungen auf, von denen mindestens einer hier ein Platz gegönnt sei. Sie bezieht sich auf das Verhältniss der ernährenden Flüssigkeiten zu der Muskelmasse des Herzens. — Wenn man voraussetzen darf, ja voraussetzen muss, dass die von der Muskelbewegung geleistete Arbeit nur aus der Zersetzung irgend einer organischen Verbindung stammen könne, so ist es einleuchtend, dass der Eintritt umfangreicher, das Quecksilber emportreibender Zuckungen, zu welchen ermüdete Muskeln durch ihre Bespülung mit gewissen Salzlösungen veranlasst werden, nur daraus begriffen werden kann, weil ein Bestandtheil dieser letzteren die organischen Stoffe des Muskels in einen der Muskelreizbarkeit dienlichen Zustand versetzt habe. In Anschluss an die von *Ranke* verfochtene Ansicht könnte man zunächst daran denken, dass die Salzlösung einen die Contraction hemmenden Stoff entfernt habe, wenn dieses nicht unvereinbar mit dem Verhalten der reinen Kochsalzlösung wäre. Denn diese ermüdet den Herzmuskel um so gewisser, je länger sie, und sei es auch unter stetiger Erneuerung, durch die Höhle der Kammer hindurchfliesst. Sonach bleibt nur die Annahme übrig, dass ein Bestandtheil einer wirksamen Salzlösung in die Masse des Muskels eingeht, die Zusammensetzung desselben verändert, dabei aber selbst zerlegt oder gebunden wird, und hierdurch ihre erholenden Eigenschaften einbüsst. Denn dass an der Ermüdung, welche nach einer andauernden Anwesenheit einer beschränkten Portion derselben Salzlösung, nur eine Veränderung dieser, nicht aber die Erschöpfung des Muskels an reizbaren Stoffen schuld sei, ergibt sich aus der Wiederkehr kraftvoller Zuckungen nach der Verdrängung des unbrauchbar gewordenen Lösungsantheils durch eine neue Portion.

Treffen diese Ansichten das Richtige, so würden zu der Herstellung eines zuckungsfähigen Muskels die organischen und die mineralischen Stoffe der umspülenden Flüssigkeit nothwendig sein. Die ersteren würden dem Muskel Verbindungen zuführen, aus denen sich die lebendigen Kräfte entfalten könnten, die zweiten aber würden diese Verbindungen erst der Art umformen,

dass sie innerhalb des Muskels zur Erzeugung von Zuckungen benutzt werden könnten. Hieraus würde sich das Uebergewicht des Serums und des Blutes als Ernährungsmaterial über die Salzlösungen erklären. Um es aber begreiflich zu finden, warum die beschränkte Blutmenge, über welche der lebende Organismus verfügt, den Herzschlag auf eine so lange Zeit hin zu unterhalten vermag, müsste man unterstellen, dass die im Herzen unwirksam gewordenen Mineralien an irgend welchen anderen Orten wiederum in den ursprünglichen Stand gebracht würden.

Bei dem Versuche, die Beziehungen anzugeben, in welchen die zur Speisung des Ventrikels benutzten Stoffe zur Entwicklung der inneren Herzreize stehen, stösst man sogleich auf eine Schwierigkeit. Soll man es für einen besseren Ernährungszustand halten, wenn das Herz häufig oder wenn es selten schlägt? Solange das Dunkel nicht gehoben ist, das über die Vorgänge waltet, welche bei der Beschleunigung und bei der Verlangsamung des Herzschlages in Folge von Nervenreizungen eintreten, steht auch der Annahme nichts entgegen, dass durch eine Reihe von chemischen Bedingungen die Beschleunigung und durch eine andere das gerade Gegentheil begünstigt wurde. Sowie dieses gestattet ist, bleibt auch die Wirkungsweise eines stofflichen Zusatzes zweideutig, da er entweder auf die Begünstigung des einen oder auf die Schwächung der entgegengesetzt wirksamen Anordnung bezogen werden kann.

Sollte es einer Fortsetzung der von mir begonnenen Versuche nicht gelingen diesen Zweifel aufzuklären, so würde ihnen dadurch an ihrer praktischen Bedeutung nichts entzogen werden. Denn wir würden durch sie erfahren können, welcher der Blutbestandtheile den Eintritt des Herzschlages hinausschöbe und welcher ihn beförderte.
