

## V.

### Arbeiten aus dem pharmakologischen Institut der Universität Dorpat.

13.

#### Ueber Wiederbelebung nach Vergiftungen und Asphyxie.

Von

Prof. Dr. R. Boehm.

Bereits vor drei Jahren habe ich im medicinischen Centralblatt <sup>1)</sup> kurz die Beobachtung mitgetheilt, dass man durch ausserdem sicher letal wirkende Dosen von Kalisalzen getödtete Thiere mit Hilfe eines sehr einfachen Verfahrens wieder zum Leben zurückrufen kann. Nähere Details aus der betreffenden Versuchsreihe hat kurz darauf L. Mickwitz <sup>2)</sup> in seiner Inauguraldissertation veröffentlicht. Ich habe seither den Gegenstand weiter verfolgt und experimentelle Erfahrungen über die Grenzen gesammelt, in welchen die Wiederbelebung nach verschiedenen Todesarten möglich ist. Auch ein Theil dieser Untersuchungen, welche sich vornehmlich auf Chloroformtod und Erstickung erstrecken, ist in einer Dissertation von A. Sorgenfrey <sup>3)</sup> schon im vorigen Jahre publicirt worden.

Das so zerstreute und wenig allgemein zugängliche Material gedenke ich in vorliegender Abhandlung kurz zusammenzufassen, nachdem ich die Beobachtungen im vergangenen Winter noch nach Möglichkeit ergänzt habe.

Es liegen im Ganzen vier Versuchsreihen vor und zwar über die Wiederbelebung

1. nach Vergiftung mit Kalisalzen; 2. nach Chloroformtod; 3. nach einfacher Erstickung durch Verschluss der Trachea; 4. nach Erstickung durch Athmung von Wasserstoffgas.

Während ich anfangs die Versuche in der Regel unterbrach,

---

1) Ueber Wiederbelebung nach Vergiftungen. 1874. No. 21.

2) Vergleichende Untersuchungen über die physiolog. Wirkung der Salze der Alkalien u. s. w. Dorpat 1874.

3) Ueber Wiederbelebung und Nachkrankheiten nach Scheintod. Dorpat 1876.

sobald bei dem wiederbelebten Thier neben der normalen Athmungsthätigkeit auch die Reflexerregbarkeit zurückgekehrt war, und die Thiere von da an nicht mehr weiter beobachtete, wurde bei den späteren Beobachtungen meine Aufmerksamkeit ganz besonders von dem Verhalten der Thiere nach gelungener Wiederbelebung gefesselt, und gerade die hierbei gewonnenen Resultate scheinen mir allgemeiner Beachtung würdig.

Da die Erscheinungen nach der Rückkehr des Lebens, soweit bisher meine Erfahrungen reichen, nach allen in den Kreis der Beobachtung gezogenen Todesarten vollkommen identisch sind, so werde ich darüber summarisch in einem späteren Abschnitt berichten, nachdem zuvor die Bedingungen der Wiederbelebungsfähigkeit nach den genannten 4 Todesarten in Kürze erörtert worden sind.

#### I. Wiederbelebung nach Vergiftung durch Kalisalze.

Es waren Versuche über den Einfluss der Kalisalze auf die Herzthätigkeit und den Blutdruck, bei denen die ersten Beobachtungen über Wiederbelebung gemacht worden sind. Die bezüglich der Kalisalzwirkungen erhaltenen Resultate hat L. Mickwitz in seiner Dissertation ausführlich beschrieben. Ohne ins Detail derselben einzugehen, resumire ich kurz die wesentlichen Punkte.

Ein scharfes Bild der Veränderungen des Blutdrucks und der Herzaction nach Injection von Kalisalzen in die Venen, erhält man nur bei curarisirten Thieren, während die charakteristischen Momente bei nicht curarisirten Thieren theils von vorneherein weniger scharf ausgeprägt erscheinen, theils aber durch andere toxische Kalisalzwirkungen gestört und verwirrt werden.

Kleine Dosen Kalisalpeter (0,05 Grm. bei Katzen) erzeugen nun zuerst eine Verminderung des Blutdrucks und der Pulsfrequenz von kurzer Dauer, worauf der Blutdruck ziemlich rasch sich erhebt und Werthe erreicht, welche in maximo einen Zuwachs von 114 Mm. Hg über die Norm repräsentiren. Während dieses Ansteigens ist die Pulsfrequenz nur wenige Secunden lang beschleunigt, während auf der Höhe der Blutdrucksteigerung constant eine erhebliche Pulsverlangsamung eintritt. Die Vermehrung der arteriellen Spannung dauert höchstens 2—3 Minuten, worauf sich der Blutdruck auf sein normales Niveau wieder einstellt. Die Steigerung des Blutdrucks durch kleine Dosen Kalisalpeter erfolgte auch nach vorausgegangener Halsmarkdurchschneidung. In grossen Dosen (von 0,1 Grm. an) bewirkt das salpetersaure Kali keine Blutdrucksteigerung mehr, sondern tödtet das Thier unter rapidem Absinken des Blutdrucks.

Eine weitere Discussion dieser Befunde erscheint um so weniger geboten, als sie einerseits mit den früheren Traube'schen Angaben übereinstimmen, andererseits aber kurz nach dem Erscheinen der Mickwitz'schen Arbeit Aubert und Dehn<sup>1)</sup> eine reichhaltige Abhandlung über den gleichen Gegenstand veröffentlichten, durch welche unsere Kenntnisse in mehreren Punkten erweitert wurden. Die genannten Autoren waren sehr nahe daran, die Wiederbelebungsfähigkeit des durch tödtliche Dosen Kalisalz vergifteten Herzens zu entdecken. Sie haben auch besonders darauf hingewiesen, dass das Herz auch nach Einwirkung sicher tödtlicher Kalisalzdosen keineswegs schnell paralysirt wird, dass vielmehr sowohl der Herzmuskel als auch seine nervösen Apparate noch lange Zeit ihre Erregbarkeit bewahren, nachdem der bis beinahe auf 0 gesunkene Blutdruck die völlige Unterbrechung des Blutkreislaufs angezeigt hat. Die Beobachtung, dass der nach der Injection tödtlicher Kalisalzdosen von dem Schwimmer des Kymographion alsbald angezeigte Herzstillstand im strengeren Sinne anfangs nur ein scheinbarer ist, kann auch ich aus mehrfacher eigener Erfahrung bestätigen. Ich sah das Herz bei völligem Gleichgewichtszustand im Manometer unregelmässige Bewegungen ausführen, welche allerdings für die Fortbewegung der Blutmasse gänzlich unfruchtbar, aber nichtsdestoweniger sehr lebhaft waren; ich habe ferner auch nach fruchtlosen Wiederbelebungsversuchen 1—2 Stunden nach der Injection einer tödtlichen Kalisalzdose das Herz bei Katzen niemals ganz unerregbar gefunden, meistens sogar am rechten Ventrikel und den Vorhöfen Contractionswellen beobachtet, die stärker wurden, sobald man den Herzbeutel spaltete und die Oberfläche des Herzens der Einwirkung der atmosphärischen Luft aussetzte. Anders verhält sich das Herz nach Injection sehr grosser Kalisalzmengen in den Kreislauf. Bei Hunden, welchen mehrere Gramm Kalisalpeter durch eine Vena saphena in 5% Lösung injicirt worden waren, fand ich das Herz sogar schon wenige Minuten nach dem Tod in completem diastolischem Stillstand, und alle Bemühungen waren vergebens, durch mechanische oder elektrische Reize Bewegungen hervorzurufen. Das geschilderte Verhalten des Herzens nach nicht allzugrossen tödtlichen Kalisalzdosen erleichtert wesentlich das Verständniss der bei den Wiederbelebungsversuchen gewonnenen Resultate.

Das Verfahren, welches bei den Wiederbelebungsversuchen eingeschlagen wurde, war folgendes. Das Thier (in der Regel Katze)

---

1) Pflüger's Archiv. Bd. IX. 1874.

wurde auf ein Operationsbrett gefesselt, tracheotomirt und die Arteria carotis sinistra mit dem Kymographion in Verbindung gesetzt. Die Registrirung des Blutdrucks machte zwar die Versuche complicirter, und namentlich die Präparation der Carotis äusserte einen ungünstigen Einfluss auf das Verhalten der Thiere nach gelungener Wiederbelebung, indem sie oft 2—3 Tage nach dem Versuch an ausgebreiteten Vereiterungen der Operationswunden zu Grunde gingen. Indessen konnten eben nur auf diesem Wege die für den Versuch entscheidenden Momente scharf beobachtet werden. Fast alle Versuche, bei welchen die Registrirung des Blutdrucks umgangen wurde, sind misslungen, und von 19 Hunden, bei welchen ich, um jede Complication durch Wunden zu vermeiden, auch die Tracheotomie unterliess, ist nur ein einziger erfolgreich wiederbelebt worden.

Das Kalisalz wurde in 5—10% Lösung in die linke Vena jugularis injicirt. Was die Dosirung betrifft, so habe ich mich bei Katzen streng an die Menge von 0,1 Grm. Kali nitricum gehalten, nachdem ermittelt worden war, dass auch die grössten Thiere dadurch sicher getödtet werden, wenn die Injection rasch und auf einmal ausgeführt wird.

Es wäre zwar leicht gewesen, die letale Menge genauer pro Kilo Katze zu berechnen und auf diese Weise vielleicht noch zahlreichere positive Wiederbelebungsergebnisse zu erzielen. Doch hätten dabei immer sich unberechenbare individuelle Schwankungen der Empfänglichkeit geltend machen können, und es war daher für den vorliegenden Zweck gerathener, eine für die meisten Thiere überletale Dose anzuwenden.

Fünf, längstens acht Secunden nach der Injection erfolgt steiles Abfallen des Blutdrucks, zuweilen von einzelnen momentanen Erhebungen unterbrochen. Die Herzpulse werden alsbald unsichtbar, und die Feder des Manometers zieht nunmehr wenige Millimeter oberhalb der Nulllinie in gerader Linie dahin, genau als ob völliger Herzstillstand eingetreten wäre. Während dessen wird das Thier von tetanischen Krämpfen ergriffen, die Respiration stockt und der Tod erfolgt unfehlbar, wenn innerhalb 3—4 Minuten keine Anstalten zur Wiederbelebung getroffen werden. Will man des Erfolgs der letzteren ganz sicher sein, so ist es rathsam, die künstliche Respiration sofort nach dem Sistiren der natürlichen eintreten zu lassen. Es sind mir zwar auch Wiederbelebungen gelungen in Fällen, wo sich erst 4—5 Minuten nach der letzten natürlichen Athmung die künstliche in Bewegung setzte; ich muss dieselben aber nach meinen jetzigen Erfahrungen zu den Ausnahmen zählen.

Weniger eilig braucht man mit dem Beginn der Compression des Thorax zu sein und hat vollauf Zeit, sich bei jedem Versuch von Neuem zu überzeugen, dass das Thier durch die künstliche Respiration allein, wenn sie ohne Compression des Brustkorbs mit dem Blasebalg bewerkstelligt wird, nicht wieder zum Leben gebracht werden kann. Doch gibt es auch hier eine äusserste Grenze, und es ist mir niemals eine Wiederbelebung gelungen, wenn ich die Compression des Thorax später als 8 Minuten nach der letzten natürlichen Athembewegung begann. In der Regel liess ich sie 2 bis 3 Minuten nach Beginn der künstlichen Respiration eintreten. Sie wird in der Weise ausgeführt, dass man mit einer Hand den sehr elastischen Brustkorb der Katze von vorn umfasst und in demselben Moment schonend und mit mässiger Kraft comprimirt, wo er seine grösste Ausdehnung durch die eingeblasene Luft erhalten hat. Es ist dabei ziemlich gleichgiltig, ob man den Druck mehr nach unten wirken lässt, so dass der Thorax der Fläche nach comprimirt wird, oder, wie ich es vorzog, die beiden Wände des Brustkorbs durch seitlichen Druck einander nähert. Ueber den Effect dieser Manipulation gibt das Kymographion getreuen Aufschluss. Man sieht bei jeder Compression eine Elevation des Quecksilbers im Manometer um 50—120 Mm. eintreten und kann beliebige Curven künstlich erzeugen, je nachdem man stärker schwächer, seltener oder häufiger drückt. Ich habe mich auch mehrmals nach misslungenen Versuchen von dem Effect der Compressionen auf die Blutbewegung überzeugt, indem ich die Arteria carotis ansehnitt; jede einzelne Compression hatte ein mehr oder weniger hohes Spritzen aus der geöffneten Arterie zur Folge. Es ist leicht ersichtlich, dass man auf diese Weise eine Art von Nothkreislauf lange Zeit hindurch unterhalten kann; sobald man mit der Compression nachlässt, füllt sich das Herz a tergo wieder aus den Venen, so dass immer wieder frisches Blut aus dem Herzen ausgetrieben wird. Dies geht auch zur Evidenz aus der Thatsache hervor, dass auch nach erfolglos eine ganze Stunde lang fortgesetzter Compression des Thorax und künstlicher Respiration das linke Herz immer noch hellroth-arterielles Blut führt, während das rechte Herz und die Venen dunkel venöses enthalten. Dies wäre natürlich unmöglich, wenn man durch die Compressionen immer nur ein und dieselbe Blutsäule aus dem Herzen hin- und herschöbe.

Die Höhe, bis zu welcher man den Druck im arteriellen System durch die Compressionen des Thorax emportreiben kann, ist abgesehen von dem verschiedenen Kraftaufwand bei der Compression in verschiedenen Versuchen sehr verschieden und hängt natürlich

von dem Contractionszustand des Herzens und der Gefässe ab. In einem Versuch, wo die Wiederbelebung nicht gelang, hatten die Compressionen eine so auffallend starke Wirkung (sie erzeugten Elevationen von 150—200 Mm.), dass ich mich entschloss das Herz blosszulegen und mich von seinem Zustand zu überzeugen. Ich fand den linken Ventrikel wie ein Digitalin-Herz aufs Aeusserste contrahirt, das rechte Herz stark mit Blut erfüllt. Als ich nun von der Arterie aus eine verdünnte Lösung von kohlensaurem Natron unter starkem Druck in den linken Ventrikel einpumpte, bis derselbe sich sichtbar ausgedehnt hatte, und nunmehr die Arterie wieder mit dem Manometer verband, stieg der Druck im letzteren spontan auf ca. 100 Mm. und erhielt sich dauernd auf dieser Höhe. Dieses Verhalten erklärt sich, wenn wir annehmen, dass einerseits der linke Ventrikel in einem krampfhaften Contractionszustand sich befand, andererseits aber auch der Uebergang des Blutes aus dem arteriellen ins venöse System durch Verengerung der Arterien und Capillaren erschwert war.

Hinsichtlich der Zeit, welche vom Beginn der Wiederbelebungsversuche bis zum Eintritt regelmässiger Herzactionen verstreicht, lässt sich ein gesetzmässiges Verhalten nicht constatiren. Während in einzelnen Fällen 4—6 Compressionen des Brustkorbs ausreichen, um das Herz wieder in regelmässige Action zu versetzen, dauert es in anderen 4—36 Minuten, ehe dieser Erfolg eintritt. In 14 gelungenen Versuchen, die in ansteigender Reihe geordnet sind, betrug die Zeit von der letzten Respiration bis zum Wiederbeginn der Herzaction 1. 40'', 2. 1', 3. 1' 20'', 4. 2', 5. 3' 40'', 6. 4' 20'', 7. 4' 20'', 8. 4' 36'', 9. 7' 20'', 10. 7' 40'', 11. 9' 30'', 12. 12', 13. 14', 14. 36'.

Man erkennt das Wiederauftreten regelmässig rhythmischer Herzaction leicht daran, dass die durch die Thoraxcompression emporgetriebene Schreibfeder des Manometers beim Nachlassen des manuellen Druckes langsamer und weniger steil als bisher zur Nulllinie zurücksinkt und eine mehr oder weniger deutlich gezackte Linie zeichnet. Meistens ist von diesem Momente an die weitere Thoraxcompression überflüssig, indem der Blutdruck nunmehr rasch ansteigt und die Herzcontractionen kräftig und regelmässig erfolgen. Doch muss man in diesen ersten Momenten die Curve stets mit ungetheilter Aufmerksamkeit verfolgen. Es kommt zuweilen vor, dass die bereits lebhaft im Gang befindliche Herzaction plötzlich von Neuem stockt. Bemerkt man dies zur rechten Zeit, so braucht man meistens nur mit einigen Compressionen des Thorax nachzuhelfen, und das Herz schlägt dann regelmässig weiter. Nur in seltenen Ausnahmefällen tritt trotzdem secundärer Herztod ein.

Die Art und Weise, wie sich der Blutdruck nach dem Wiedererwachen der normalen Herzthätigkeit verhält, zeigt manche interessante Einzelheiten. In Fällen, wo nach kurzen Wiederbelebungsversuchen das Herz wieder zu arbeiten anfängt, erhebt sich der Druck mehr oder weniger rasch in wenigen Secunden auf sein normales Niveau und in der Regel sogar weit über dasselbe hinaus. Von diesem Modus geben nebenstehende Fascimiles (Fig. 1 und 2)

Fig. 1.

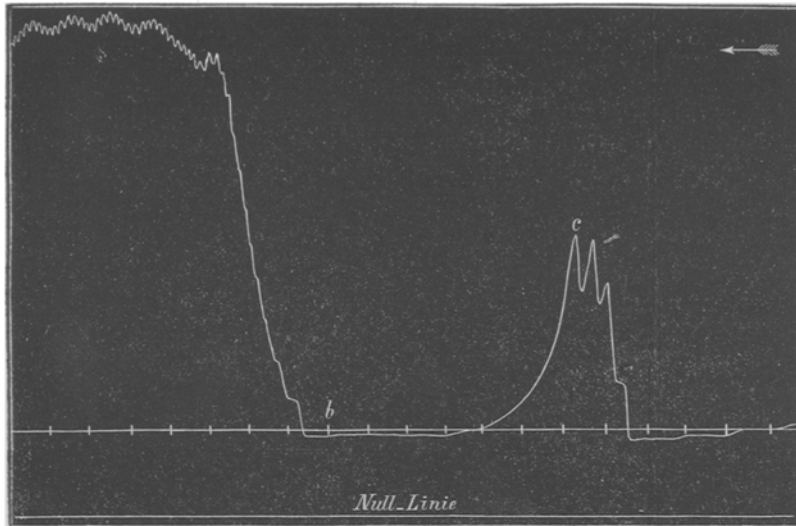
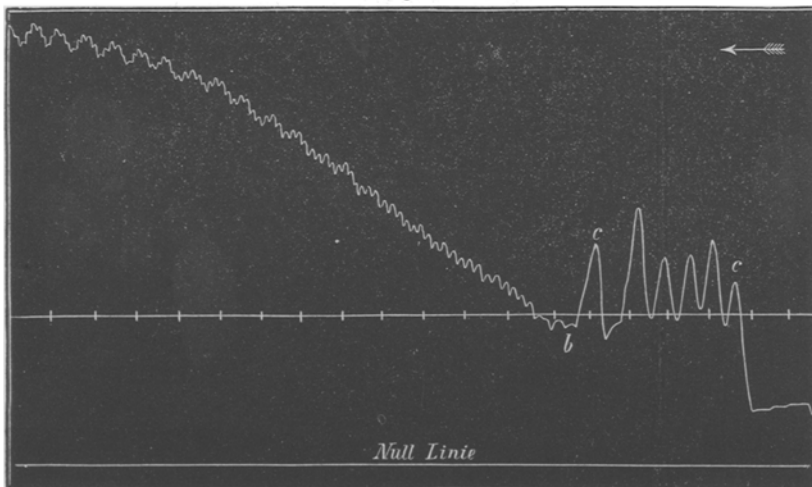
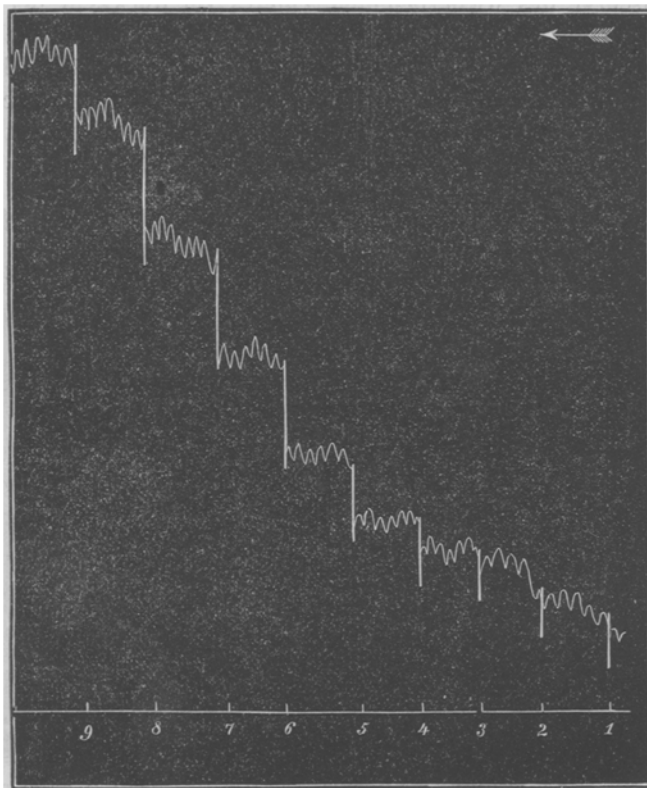


Fig. 2.



von Originalcurven ein anschauliches Bild. *c* sind die durch Compression des Thorax bewirkten künstlichen Druckelevationen, bei *b* beginnt die natürliche Herzaaction, die in Fig. 1 mit rapider, in Fig. 2 mehr allmählicher Blutdrucksteigerung verbunden ist. Wenn die Herzthätigkeit erst nach längeren Wiederbelebungsmanipulationen, also 10—30 Minuten nach dem Tod wieder in Gang kommt, findet ein sehr allmähliches Ansteigen des Blutdrucks statt, wie es durch die Curve in Fig. 3 illustriert wird. Die Theilstriche auf der Zeitabszisse bedeuten hier ganze Minuten. Um die Figur compendios und übersichtlich zu machen, sind nur ganz kleine Curvenabschnitte aus jeder Minute (etwa 2 Secunden entsprechend) aneinandergereiht.

Fig. 3.

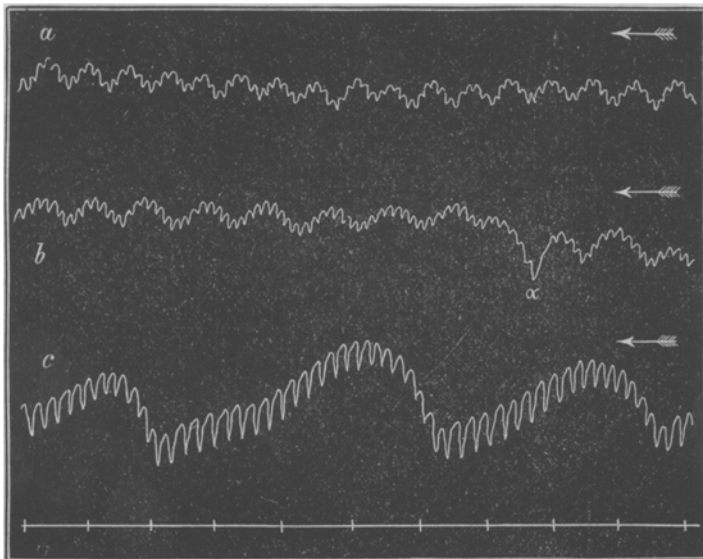


Solange die künstliche Respiration fortgesetzt wird, zeigen sich an der Curve die dafür charakteristischen Wellen. Der Wiedereintritt der natürlichen Respiration prägt sich nun gleichfalls scharf in der Blutdruckcurve ab.



Die flachen und häufigen Pulswellen werden höher und langsamer und jede Respiration markirt sich in der Curve durch eine scharf ausgeprägte, wenn auch nur geringe Senkung mit darauf folgender Elevation. Obwohl die natürlichen Athemzüge auch dann eintreten pflegen, wenn man die künstliche Respiration ununterbrochen fortsetzt, habe ich doch in der Regel in dem Zeitraum, wo der Eintritt der natürlichen Respiration zu erwarten stand, die künstliche Athmung alle 2 Minuten auf 20—40 Secunden unterbrochen. Die Pulseurve verläuft nun exquisit regelmässig und gradlinig, so dass eine durch eine natürliche Athmung bedingte Schwankung um so deutlicher hervortritt. Das eben geschilderte Verhalten soll durch die drei Curvenabschnitte in Fig. 4 erläutert werden. *a* ist die Blutdruckpulseurve des wiederbelebten Thieres vor Rückkehr der natürlichen Athmung; die grösseren Wellen sind durch die künstliche Respiration bedingt. In *b* tritt bei  $\alpha$  trotz fortgesetzter künstlicher Respiration die erste natürliche Inspiration ein, was sich durch eine scharf markirte Senkung in der Curve kundgibt. *c* endlich entspricht der Zeit, wo die Respiration ausschliesslich spontan erfolgt.

Fig. 4.



Es ereignet sich zuweilen, dass auch die Respiration nach einigen wenigen spontanen Athemzügen von Neuem sistirt und ist daher gerathen, die Vorrichtungen zur künstlichen Lufteinblasung erst dann zu entfernen, wenn die Athmungen bereits regelmässig rhythmisch erfolgen.

Die ersten Athemzüge des wiederbelebten Thieres sind sehr tief, krampfhaft inspiratorisch und werden nur vom Zwerchfell ausgeführt. Diese Charaktere verlieren sich aber im Falle günstigen Verlaufs ziemlich rasch, die Athmung wird gleichmässig und ruhiger, bleibt aber in den meisten Fällen während der ersten Stunden beschleunigt.

Es ist mir mehrmals begegnet, dass bei Wiederbelebungsversuchen nach Kalivergiftung sich wohl die Functionen des Kreislaufes reablitirten, dagegen die natürliche Athmung nicht mehr eintrat. Ich liess in einem derartigen Versuch die künstliche Athmung 12 Stunden lang fortsetzen. Die Functionen des Herzens vollzogen sich während der ganzen Zeit normal, aber sobald die Lufteinblasungen länger als eine  $\frac{1}{2}$  Minute unterbrochen wurden, wurde die Herzaction schwächer; zuletzt wurde das Thier durch Unterbrechung der künstlichen Athmung getödtet. Dass es sich nun hierbei nicht etwa um eine specifische Kaliwirkung handelte, sondern wahrscheinlich um Störungen in der Thätigkeit des centralen Nervensystems allgemeiner Natur, geht daraus hervor, dass ganz congruente Ergebnisse auch bei Wiederbelebungsversuchen nach Chloroformtod von mir erhalten wurden. Es sind dies Fälle, wo eben nur eine theilweise Wiederbelebung stattfindet, und vielleicht nur das Rückenmark functionirt, während das ganze Gehirn mit der Medulla oblongata gelähmt bleiben.

Die Zeiträume vom Wiederbeginn der normalen Herzaction bis zum Eintritt der ersten natürlichen Athmungsbewegung waren in den einzelnen Versuchen sehr verschieden. Vergleicht man sie mit denjenigen Zeitintervallen, welche in den gleichen Versuchen von der letzten Respirationsbewegung i. e. dem Tode des Thieres bis zum Wiedereintritt der Herzthätigkeit verflossen, so findet man, wie beifolgende Tabelle übersichtlich darthut, auch hierin keine strenge

Nummer des Versuchs.	Zeitraum von der letzten Respiration (Tod des Thieres) bis zur Wiederkehr d. Herzaction.	Zeitraum von dem Moment der Wiederkehr der Herzaction bis zum Eintritt der ersten natürlichen Athmung.
I.	2 Min. — Sec.	1 Minuten 40 Secunden.
II.	4 " 20 "	0 " 40 "
III.	4 " 20 "	1 " — "
IV.	7 " 40 "	3 " — "
V.	4 " 40 "	2 " 30 "
VI.	3 " 50 "	4 " 28 "
VII.	9 " 30 "	14 " — "
VIII.	12 " — "	2 " — "
IX.	14 " — "	22 " 10 "
X.	36 " — "	54 " — "

Gesetzmässigkeit, obwohl mehrere Versuche dafür sprechen, dass das wiederbelebte Thier um so später selbstständig zu athmen an-

fängt, je längere Zeit nach dem Tode das Herz zu einer normalen Thätigkeit zurückgekehrt ist.

Vergiftung mit tödtlicher Kalisalzdose und Wiederbelebung können bei ein und demselben Thier kurz hintereinander mehrmals mit positivem Erfolge wiederholt werden. Man findet dann aber, dass bei der späteren Wiederbelebung die Herzaction, und in der Regel auch die natürliche Athmung erheblich später wiederkehren als bei der vorausgehenden. So verflossen z. B. in Versuch XI bei der I. Wiederbelebung von der letzten Respiration (Tod des Thieres) bis zum Wiederbeginn der Herzaction 4 Minuten 20 Secunden, von da bis zum Eintritt des ersten natürlichen Athemzuges 1 Minute; bei der II. Wiederbelebung betrug der erstere Zeitraum 36 Minuten, der zweite 54 Minuten. In Versuch VIII verstrichen bei der I. Wiederbelebung 7 Minuten 40 Secunden bis zur Rückkehr der Herzaction, 3 weitere Minuten bis zum Wiederbeginn der natürlichen Athmung, bei der II. Wiederbelebung betrugen die beiden Zeiträume 14', respective 22 Minuten 10 Secunden. —

Die Erklärung der bisher beschriebenen Erscheinungen bietet wohl keine besonderen Schwierigkeiten dar. Sehen wir von den während des Lebens beobachteten und den durch nicht tödtliche Dosen verursachten Wirkungen ab, und beschränken uns auf die Erfahrungen der Wiederbelebungsversuche, so fragt es sich vor Allem, in welchem Zustand das Herz sich wohl befinden mag, wenn nach so langer Pause seiner Thätigkeit die Reactivirung noch gelingt. Das Vorhandensein absoluten Herzstillstandes kann von vornherein ausgeschlossen werden; denn auch dann zeigen sich in der Regel, wie oben bemerkt, noch schwache Contractionen am Herzen, wenn eine Stunde lang erfolglose Wiederbelebungsversuche angestellt worden sind. Es scheint vielmehr eine lähmungsartige Schwäche der nervösen automatischen Herzapparate sich zu bemächtigen, so dass sie nach den heftigen Herzkrämpfen, welche unmittelbar nach der Injection einer grösseren Kalisalzdose eintreten, nicht mehr im Stande sind, für die regelmässige Fortbewegung des Blutes ausreichende Contractionen zu erzeugen. Ueberlässt man in diesem Zustande das Herz sich selbst, so geht die noch vorhandene Erregbarkeit natürlich um so rascher verloren, als das Blut seinen Sauerstoffgehalt verliert und sich mit Kohlensäure sättigt. Sorgt man hingegen durch rechtzeitig eingeleitete künstliche Respiration und den durch Compression des Thorax bewirkten Nothkreislauf für eine ununterbrochene Versorgung des Blutes mit Sauerstoff, so müssen offenbar die Bedingungen für die Erholung des Herzens um so günstiger sein, je kürzere

Zeit das mit der tödtlichen Kalisalzdose gemischte Blut in directer Berührung mit der Herzwand sich befand, je rascher, mit anderen Worten, die Compression des Thorax begonnen hat. Durch die letztere und den durch sie erzeugten rudimentären Blutkreislauf wird das giftige Kalisalz mehr im Gesamtblute vertheilt, und das Herz, das bisher in Folge des unterbrochenen Kreislaufs mit sehr kalisalzreichem Blute gefüllt war, nun von kalisalzärmerem Blute durchspült.

Indessen scheint doch noch ein anderes Moment bei der Wiederbelebung durch unsere Methode eine Rolle zu spielen. Aubert und Dehne (l. c.) haben sich vergebens bemüht, vergiftete Thiere durch die Transfusion wiederzubeleben. Wenn die Erneuerung des im Herzen stagnirenden Blutes das einzige Postulat für die Wiederbelebung wäre, so hätte ihr Versuch offenbar gelingen müssen. Das zweite bei der erfolgreichen Wiederbelebung wirksame Moment kann nun wohl nichts anderes als der durch die Thoraxcompression auf das Herz ausgeübte mechanische Reiz sein. Dass derselbe in der That eine hervorragende Rolle spielt, geht namentlich aus denjenigen Beobachtungen hervor, wo schon einige wenige Thoraxcompressionen das Herz wieder zur Thätigkeit brachten. Der häufig günstige Verlauf unserer Versuche mag daher unter Anderem auch dem Umstande zuzuschreiben sein, dass die mechanische Reizung des Herzens gerade bei Katzen in Folge ihres äusserst elastischen Brustkorbs leicht in zweckentsprechender Weise ausgeführt werden kann. Wie das Herz, so müssen natürlich auch die Nerven und Muskeln der Gefässe ihre Erregbarkeit in allen denjenigen Fällen bewahrt haben, wo die Wiederbelebungsversuche nach längerer oder kürzerer Zeit zum Ziele führen. Denn, wären die Gefässe gelähmt, so könnte auch die Thoraxcompression keinen erheblichen Einfluss auf die Blutvertheilung mehr ausüben. Zögert man etwas länger als gewöhnlich mit dem Beginn der Rettungsversuche, so bemerkt man auch, dass die durch die Compression des Thorax im Gefässsystem erzeugten Druckschwankungen immer flacher werden, und schon diese Erscheinung allein lässt eine sehr schlechte Prognose für das Gelingen der Wiederbelebung stellen. Dass die Gefässe sogar langsamer als das Herz sich von der Einwirkung der Kalisalze erholen, dafür scheint mir der Umstand zu sprechen, dass bei wiederholter Vergiftung ein und desselben Thieres der Blutdruck nach gelungener Wiederbelebung immer langsamer auf seine normale Höhe emporsteigt, dass also zu einer Zeit, wo das Herz bereits kräftig und normal arbeitet, der Gefässtonus noch stark herabgesetzt erscheint. —

In denjenigen Fällen, wo die Wiederbelebungsversuche ein völlig

negatives Resultat ergeben, wo also auch die Herzthätigkeit nicht mehr zurückkehrt, ist entweder von vornherein eine Giftdose ins Herz gelangt, welche seine Erregbarkeit definitiv zerstörte, oder aber die Rettungsversuche haben erst zu einer Zeit begonnen, wo die noch restirende Erregbarkeit bereits geschwunden war. Kehrt in einem gegebenen Falle wohl das Herz, nicht aber das Respirationscentrum zu seiner Thätigkeit zurück, so muss man wohl annehmen, dass die injicirte Giftdose gross genug war, um die Erregbarkeit des centralen Nervensystems noch zu zerstören, während das Herz weniger heftig davon afficirt wurde. Dieser seltene Ausnahmefall mag z. B. dann eintreten, wenn eine grössere Kalisalzdose etwas langsamer in die Vene injicirt wird.

## II. Wiederbelebung nach Chloroformtod.

Die bei den Kalisalzvergiftungen gemachten Erfahrungen scheinen zunächst wesentlich praktisches Interesse zu bieten. Man durfte auf Grund derselben die Hoffnung hegen, das Leben auch in solchen Fällen zu erhalten oder zurückzurufen, wo der Stillstand des Kreislaufes nach den bisherigen Anschauungen eine äusserst ungünstige Prognose verlangte. Zwar sind Vergiftungen mit tödtlichen Kalisalzdosen zumal in der von uns gewählten Form beim Menschen wohl kaum zu befürchten. Indessen lag doch nichts näher, als mit den gewonnenen Gesichtspunkten experimentelle Untersuchungen über jene Vergiftungen resp. Todesarten anzustellen, welche erfahrungsgemäss am häufigsten scheinodartige Zustände bedingen und oft Wiederbelebungsversuche in der Praxis nothwendig machen. Der praktischen Bedeutung nach spielt auf diesem Gebiete der Chloroformtod unstreitig die wichtigste Rolle. Die umfangreiche Literatur, welche sich über diesen Gegenstand innerhalb 30 Jahren angesammelt hat, zeigt zur Genüge das lebhafte Bedürfniss der Praktiker an, sich durch möglichst umfassende Kenntniss der Chloroformwirkung einigermaassen gegen die gefürchteten Unfälle in der Chloroformnarkose sicher zu stellen. Es fehlt auch weder an Beobachtungen am Menschen, noch an Thierexperimenten, welche die Möglichkeit, Chloroformtodte ins Leben zurückzurufen, ausser allen Zweifel gestellt haben. Neue Versuche auf diesem Gebiete müssen daher von vornherein darauf verzichten, wesentlich neue Thatsachen auffinden zu wollen. Trotzdem aber sind auf diesem Felde für die experimentelle Untersuchung noch viele Aufgaben übrig geblieben, deren Lösung allein dem praktischen Standpunkt zu einer grösseren Sicherheit verhelfen kann. Es war daher, auch ganz abgesehen von dem theore-

tischen Interesse, Veranlassung genug vorhanden, durch neue Versuche zu ermitteln, in welchen Grenzen ein durch Chloroforminhalationen getödtetes Thier mit Hilfe des oben geschilderten Verfahrens noch wiederbelebungsfähig sei.

Wenn ich hier alle Citate und Literaturangaben umgehe, so bemerke ich ausdrücklich, dass ich deshalb keineswegs den Anspruch erhebe, ganz Neues zu berichten.

Ich habe im Ganzen 31 Versuche mit Chloroform an Katzen angestellt, von denen 12, und zwar zum Theil unter sehr ungünstigen Bedingungen ein günstiges Resultat ergaben. Und so gewagt es auch a priori war voranzusetzen, nach der Vergiftung mit Chloroform analoge Verhältnisse vorzufinden, wie nach der Kalisalzvergiftung, so hat sich doch schliesslich herausgestellt, dass die Prognose hier noch eher eine günstigere als eine schlimmere ist.

Freilich ist es nicht möglich, die verschiedenen Formen des Chloroformtodes experimentell beliebig zu erzeugen. Gerade derjenige Modus, der beim Menschen am häufigsten fatale Ausgänge bewirkt, und dessen Behandlung mit der angegebenen Methode höchst wahrscheinlich noch günstigere Erfolge haben wird, — der plötzliche primäre Herzstillstand, kam bei meinen Thieren nur ganz selten und unter so unberechenbaren Bedingungen vor, dass man an eine experimentelle Erforschung nicht denken konnte. Ich war daher darauf beschränkt, die Thiere einfach zu Tode zu chloroformiren und dann zu untersuchen, unter welchen Bedingungen sie noch wiederbelebungsfähig waren.

Die Katze wurde zuerst unter einer grossen Glasglocke durch daselbst von einem Schwamme verdunstendes Chloroform soweit betäubt, dass sie bequem auf das Operationsbrett gefesselt werden konnte. Nach dem Aufbinden wurde möglichst rasch die Verbindung einer Carotis mit dem Kymographion hergestellt, die Tracheotomie ausgeführt und durch die Trachealcannüle und einen nach dem Princip der Spritzflasche construirten kleinen Inhalationsapparat so lange mit Chloroformdämpfen geschwängerte Luft zugeleitet, bis die Athembewegungen des Thieres definitiv sistirten. Um allzu grosse Abkühlung des Körpers zu verhüten, war das ganze Thier in Pelz und Watte eingehüllt.

Ich betrachtete ein Thier erst dann als todt, wenn weder am Manometer Pulsschwankungen wahrzunehmen, noch solche durch die Auscultation mit dem Stethoskop am Thorax zu constatiren waren. Von diesem Momente an wurden in verschiedenen Zwischenräumen die Wiederbelebungsversuche nach der oben geschilderten Methode

begonnen und dann erst als erfolglos aufgegeben, wenn nach einer Stunde sich keine Spuren wiederkehrender Herzaction gezeigt hatten.

Die Versuche gestalten sich nun schon insofern wesentlich anders als die Kalisalzversuche, als bei den verschiedenen Thieren die Zeiträume, innerhalb welcher das Chloroform tödtlich wirkt, enorm variiren. Die 12 gelungenen Versuche zeigen allein schon eine Differenz von 10—63 Minuten, und es kommen Einem mitunter Thiere unter die Hände, welche scheinbar unbegrenzte Chloroformmengen schadlos ertragen.

Die Wirkungen dauernder Chloroformzufuhr durch eine Trachealfistel auf Blutdruck und Respiration sind so allgemein bekannt, dass sie hier ganz mit Stillschweigen übergangen werden können. Der Stillstand der Athmung erfolgt sehr allmählich, und häufig genug beginnt nach langen Pausen von Neuem die Respirationsthätigkeit. Es bedarf daher einiger Aufmerksamkeit, um sich bei der Feststellung des Momentes der letzten Athmung vor Irrthümern zu hüten. Schon deshalb ist es sehr zweckmässig, den Blutdruck fortlaufend mit Zeitabschisse zu registriren; jede Respirationsbewegung markirt sich namentlich in den letzten Minuten vor dem Athmungsstillstand unverkennbar deutlich in der Pulsblutdruckcurve. Bekanntlich sistirt bei der Chloroformvergiftung die Athmung fast immer ziemlich lange Zeit vor der Herzaction. Die Herzlähmung ist daher auch mehr oder weniger eine secundäre Folge der Respirationslähmung und keine directe Wirkung des Chloroforms. Auffallender Weise finden sich nun auch die Zeiträume sehr verschieden, innerhalb welcher das Herz nach dem Respirationsstillstand abstirbt, und schwankten in 12 unserer Versuche zwischen 2—8 Minuten. So kam es, dass bei den Chloroformversuchen die Wiederbelebungsversuche ohne Ausnahme später nach dem Respirationsstillstand beginnen mussten als bei den Kalisalzvergiftungen. In einem Falle blieb das Thier volle 14 Minuten, in anderen je 10, 8,  $6\frac{1}{2}$ , 6 Minuten ohne alle Athmung, und es muss überhaupt überraschen, dass die Erregbarkeit der Organe bei so lang unterbrochener Sauerstoffzufuhr nicht zu Grunde geht. Es mögen dabei Veränderungen eine Rolle spielen, welche durch das Chloroform in den Oxydationsvorgängen im Blute und in den Geweben erzeugt werden. Denn es ergibt sich aus den Wiederbelebungsversuchen nach Asphyxie, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die Sauerstoffentziehung ungemein rasch die Erregbarkeit aller Organe vernichtet. Von diesen Umständen ganz abgesehen, bin ich zufällig auf eine Beobachtung gestossen, welche jedenfalls auch mit dazu beiträgt, jene langen Respirationspausen mit dem Fortbestand

der Erregbarkeit in Einklang zu bringen. Nachdem es mir mehrfach aufgefallen war, wie lange das Herz nach erfolgtem Respirationsstillstand weiter pulsiren kann, achtete ich sorgfältig auf das Verhalten des Thorax und suchte mich davon zu überzeugen, ob innerhalb der Trachea und der Lungen nunmehr jede Schwankung der Luftsäule aufgehört habe. Ich befestigte zu diesem Zwecke ein leicht bewegliches dünnes Haar quer über das offene Lumen der Trachealcantile und konnte alsbald aufs Deutlichste constatiren, dass ganz isochron mit den Herzbewegungen das Haar an seinem frei schwebenden Ende sich lebhaft hin- und herbewegte. Diese Bewegungen des Haares, die nur von Schwankungen der in der Trachea und der Lungen enthaltenen Luft herrühren konnten, mussten, da sich der Thorax absolut ruhig verhielt, durch die Wirkung der Herzcontractionen auf die elastischen Lungen entstehen. Sie wurden um so schwächer, je mehr die Herzaction abnahm und verschwanden vollständig, sobald die Herzaction sistirte. Wenn sie nun auch offenbar nur einen sehr minimalen Luftwechsel bedingen, so dürfen wir doch vermuthen, dass die unverhältnissmässig lang dauernde Herzbewegung zum Theil mit durch diese Erneuerung der in den Lungen zurückgehaltenen Luft erhalten werden mag. Ausserdem darf man natürlich nicht vergessen, dass der Respirationsstillstand selbst keineswegs mit Sauerstoffmangel zusammenfällt, wie dies wahrscheinlich bei der Erstickung zutrifft. Es wird durch das Chloroform allmählich das Respirationscentrum ausser Thätigkeit gesetzt, trotzdem das Blut ganz normal mit Sauerstoff versorgt wird. Im Momente des Respirationsstillstandes in Folge der Chloroforminhalation sind demnach nicht nur Blut und Gewebe noch von normalem Sauerstoffgehalt, sondern auch die rückständige Lungenluft kann noch für kurze Zeit an das ohnehin mit sehr geringer Geschwindigkeit durch die Lungen strömende Blut Sauerstoff abgeben. —

Ob nun in dem Momente, wo die beinahe zur Nulllinie herabgesunkene Feder des Kymographion eine völlig gerade Linie zeichnet und auch das Stethoskop keine Herztöne mehr vernehmen lässt, auch immer factisch das Herz definitiv in allen seinen Abtheilungen stille steht, kann selbstverständlich ganz exact nicht bewiesen werden. Indessen spricht Alles dafür, dass von diesem Momente an das Herz in den meisten Fällen rasch definitiv abstirbt. Nur dreimal unter 12 resp. 31 Fällen habe ich Thiere zum Leben zurückgebracht, bei welchen erst mehrere Minuten ( $3\frac{1}{3}$ , 5—9) nach dem angenommenen Herzstillstand die Wiederbelebungsm Manipulationen begannen. Die grosse Zahl der Misserfolge bewog mich zuletzt, in der Folge un-



mittelbar im Momente des beobachteten Herzstillstandes mit der Wiederbelebung anzufangen. Doch auch dann wird man keineswegs des Erfolges ganz sicher, obwohl unter 3 Versuchen so doch höchstens einer einen ungünstigen Verlauf nimmt. Während ich ausserdem bei den Sectionen mit Kalisalz vergifteter Thiere das Herz auch nach stundenlang erfolglosen Belebungsversuchen immer noch gut erregbar fand, war bei den misslungenen Chloroformversuchen ausnahmslos das Gegentheil der Fall.

Die künstliche Respiration (in Form von Lufteinblasungen durch die Trachea) ist nur in denjenigen Fällen allein ausreichend, das Leben wieder herzustellen, wo das Herz im Momente des Beginns der Lufteinblasungen noch nicht völlig zum Stillstand gekommen ist. Nach eingetretenem Circulationsstillstand muss zu der künstlichen Athmung nothwendig noch die Thoraxcompression hinzutreten; es wäre ja wohl auch in der That schwer verständlich, wenn die künstliche Athmung bei völlig ruhendem Kreislauf irgend welchen Effect äusserte.

Die Ergebnisse von 11 gelungenen Chloroformwiederbelebungsversuchen sind übersichtlich in beifolgender Tabelle zusammengestellt.

Nummer des Versuchs.	Beginn der Wiederbelebungsversuche. ? Minuten nach Respir.-Stillstand.	Beginn der Wiederbelebungsversuche ? Minuten nach dem Herzstillstand.	? Minuten vom Beginn der Chloroformirung bis zur letzten Athmung.	Die normale Herzaction ist zurückgekehrt. ? viel Min. nach:			Die natürliche Respiration ist zurückgekehrt. ? viel Minuten nach:			
				I. dem Beginn der Wiederbelebungsversuche.	II. dem Stillstand des Herzens.	III. dem Stillstand der Athmung.	I. dem Beginn der Wiederbelebungsversuche.	II. dem Stillstand des Herzens.	III. dem Stillstand der Respiration.	IV. dem W begin norm Herzt k.
I	6 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{3}$	63	3 $\frac{1}{2}$	7	10	16 $\frac{1}{2}$	20	23	1
II	10	5	25	4	9	14	13	18	23	
III	14	9	15	10	19	24	48	57	62	:
VI	6	1	39	7	8	13	36	37	42	:
VII	8	0	50	2	2	10	24	24	32	:
IX	3	0	14	1	1	4	10	10	13	
X	5	0	?	1	1	4	7	7	10	
XII	2	0	13	3	3	5	27	27	29	
XIII	2	$\frac{1}{2}$	17	2 $\frac{1}{2}$	3	5	?	?	?	
XIV	4	0	9	3	3	7 $\frac{1}{2}$	7	7	11 $\frac{1}{2}$	
XV	3	0	10	4	4	7	6	6	9	

Wir entnehmen hieraus zuvörderst das bemerkenswerthe Factum, dass die Wiederbelebung nach Chloroformtod auch dann noch möglich ist, wenn das Herz bereits 7, 8, 9, 19 Minuten, die Respiration 10, 13, 14, 24 Minuten vollständig sistirt haben und die Wiederbelebungsversuche erst 1, 3 $\frac{1}{3}$ , 5 und 9 Minuten nach dem Herzstillstand begonnen haben. Wenngleich auf diese 4 Versuche circa 20 Fehlversuche

kommen, so ist doch das Resultat ein relativ noch günstigeres als bei den Kalisalzvergiftungen, wo die Wiederbelebung niemals gelang, wenn nicht höchstens nach 8 Minuten mit den Thoraxcompressionen begonnen wurde. Es zeigt sich ferner auch hier, dass die sicheren Zeichen des Lebens um so später zurückkehren, die Wiederbelebungsversuche also um so länger fortgesetzt werden müssen, je längere Zeit beim Beginne der letzteren seit dem Herzstillstand bereits verflossen war. Während aber nach dem Tod durch Kalisalze, wie oben gezeigt, die Wiederbelebung sogar noch nach 36 Minuten gelingen kann, ist nach dem Chloroformtod niemals ein Thier später als 10 Minuten nach dem Beginn der Wiederbelebungsversuche aus dem Scheintod erwacht, obwohl die Versuche in der Regel eine Stunde lang fortgesetzt wurden.

Die natürliche Athmung kehrt nach der Erweckung aus dem Chloroformtod durchgängig viel später zurück als nach der Kalisalzvergiftung. Eine genauere Betrachtung vorstehender Tabelle lässt ausserdem erkennen, dass der Moment des Eintritts der ersten natürlichen Athmung um so mehr sich hinauschiebt, je längere Zeit vor dem Tode das Thier Chloroformdämpfe inhalirt hatte. Hierin ist also eine Abhängigkeit der Dauer der Wirkung von der Grösse der angewandten Dose ausgesprochen, und es kann uns nicht wundern, dass sich diese Beziehung an dem Verhalten der Respiration, nicht aber an dem des Kreislaufes zu erkennen gibt, weil eben das Chloroform in erster Linie auf die Centralorgane, in specie hier das Respirationscentrum lähmend einwirkt.

Das Verhalten der Herzthätigkeit und der Respiration nach gelungener Wiederbelebung ist nach Chloroformtod in den wesentlichen Stücken das gleiche wie nach Kalisalzvergiftung.

### III u. IV. Wiederbelebung nach einfacher Erstickung und nach Erstickung durch Athmung von Wasserstoffgas.

Die beiden im Vorausgehenden besprochenen Versuchsreihen haben ergeben, dass nach tödtlicher Vergiftung durch Kalisalze oder Chloroform die Wiederbelebung innerhalb relativ weiter Grenzen möglich ist. Ungleich ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn es sich darum handelt, erstickte Thiere zum Leben zurückzurufen.

Die von mir angestellten beiden letzten Versuchsreihen lieferten unter einer grossen Anzahl negativer im Ganzen nur 12 positive Resultate, deren übersichtlich tabellarischer Darstellung einige wenige Bemerkungen vorausszuschicken sind.

Die Vorbereitungen zu den Versuchen, Tracheotomie, Verbindung

mit dem Kymographion u. s. w., wurden genau so wie bei den beiden ersten Versuchsreihen ausgeführt. Die einfache Erstickung der Thiere vollzog ich, indem ich das freie Ende der Trachealcantile mit Hilfe eines kurzen Gummirohrs und einer Klemmpincette vollständig verschloss und die Communication mit der Atmosphäre erst nach erfolgtem definitiven Respirationsstillstand wieder herstellte. Bei den Erstickungen durch Wasserstoffgasathmung war die Trachealcantile mit einem Gabelrohr verbunden, dessen eine Zinke in ein nur die Expiration gestattendes Ventil auslief, während die andere zu einem mit Wasserstoff gefüllten Spirometer führte, der nach Bedarf jeden Augenblick aus einem grossen Gasometer frisch gespeist werden konnte.

Nachdem ich in der Versuchsreihe mit der einfachen Erstickung durch Trachealverschluss auffallend schlechte Resultate erzielt hatte, schien es mir geboten, noch weitere Versuche mit der Modification anzustellen, dass die Kohlensäure wenigstens zum grössten Theil mit der Expirationsluft entweichen konnte. Es wäre ja möglich gewesen, dass man auf diese Weise die Wiederbelebungsfähigkeit dadurch steigerte, dass man eine allzu grosse Kohlensäureanhäufung im Organismus verhütete. So entstanden die Versuche mit Wasserstoffathmung, deren Resultate die gehegten Hoffnungen aber keineswegs erfüllten. Die Chancen für das Gelingen der Wiederbelebung werden nicht merklich grösser, wenn man bei der Erstickung dafür sorgt, dass die Expirationsgase nach aussen entweichen können. Es können daher im Uebrigen die beiden Versuchsreihen gemeinsam abgehandelt werden; ich schalte hier zunächst eine tabellarische Uebersicht (s. S. 87) der gelungenen Versuche ein, die ohne Weiteres verständlich ist.

Die Tabelle zeigt uns, dass die Zeitdauer vom Beginn der Erstickung bis zur letzten Athmung in den engen Grenzen von 2 bis 4 Minuten schwankte. Das Verhalten des Kreislaufs und der Respiration während dieser Zeit darf als bekannt vorausgesetzt werden. Es handelte sich also ausnahmslos um eine rasche, acute, niemals um eine langsame und allmähliche Sauerstoffentziehung. Nach dem Respirationsstillstand, dessen Eintritt mit Hilfe der fortlaufenden Kymographioncurve auch in diesen Versuchen auf die Secunde genau fixirt werden konnte, schlägt auch hier bekanntlich das Herz noch längere Zeit fort. So lange dies der Fall ist, kann man das Thier eigentlich noch nicht todt nennen, und einige künstliche Lufteinblasungen stellen auch in wenigen Minuten das Leben wieder vollständig her. Erst von dem Momente an, wo weder am Manometer

Beginn der Wiederbelebungsversuche. ? Min. ? Sec. nach dem Respirat.-Stillstand.	Beginn der Wiederbelebungsversuche. ? Min. ? Sec. nach dem Herzstillstand.	Dauer der Erstickung.	Rückkehr der normalen Herzaction. ? Min. ? Sec. nach:			Rückkehr der natürlichen Respiration. ? Min ? Sec. nach:			
			I. dem Beginn der Wieder- belebungs- versuche.	II. dem Stillstand des Herzens.	III. dem Stillstand der Respiration	I. dem Beginn der Wieder- belebungs- versuche.	II. dem Stillstand des Herzens.	III. dem Stillstand der Respiration.	IV. nach der Rückkehr der normalen Herzaction

## A. Einfache Erstickung.

V	7'	1'	4'	4'	4'	5'	18'	19'	25'	13' 40"
I	2'	0	2' 30"	15"	15"	1' 55"	2' 35"	2' 35"	4' 15"	2' 20"
I	3' 35"	0	2' 25"	1' 25"	1' 25"	5' 25"	5' 25"	9'	4'	4'
C	3' 22"	50"	2' 58"	40"	40"	3' 52"	4' 20"	5' 10"	7' 52"	3' 50"
C	1' 55"	0	2' 30"	20"	20"	2' 15"	1' 35"	1' 35"	3' 30"	1' 15"
I	5' 25"	0	3' 45"	35"	35"	6'	5' 10"	5' 10"	10' 35"	4' 35"

## B. Erstickung nach Wasserstoffathmung.

I	3' 50"	1' 10"	2' 25"	20"	1' 30"	4' 10"	4'	5' 10"	7' 50"	3' 40"
I	6' 30"	1'	2'	30"	30"	7'	11' 44"	11' 44"	18' 14"	11' 14"
I	3' 30"	?	2'	45"	45"	3' 30"	2' 45"	2' 45"	5'	1' 30"
I	3' 30"	0	3'	1' 30"	1' 30"	5'	15'	15'	18' 30"	11'
I	3' 10"	1' 40"	3' 40"	35"	2' 17"	3' 45"	3' 40"	5'	6' 30"	2' 45"
I	8'	0	4' 10"	3'	3'	11'	11'	11'	18' 50"	8'

noch am Thorax mehr eine Spur von Herzaction wahrzunehmen war, erachtete ich das Leben als erloschen. Von da an vermag die künstliche Respiration allein nichts mehr. Aber auch in der Combination mit der Compression des Thorax führt sie nach der Erstickung nur dann zum Ziele, wenn man die beiden Manipulationen entweder unmittelbar im Momente der erlöschenden Herzaction oder doch höchstens 1—1½ Minuten später erfolgen lässt. Solche Fälle, wo man durch 1—1½ Minuten nach dem Herzstillstand begonnene Wiederbelebungsversuche noch etwas Positives erreichte, habe ich nur drei erlebt und muss sie daher zu den seltenen Ausnahmen rechnen.

Da es sich sonach in den meisten Fällen offenbar um eine Breite von 20—30 Secunden handelt, innerhalb welcher die im Erlöschen begriffene oder bereits erloschene Herzthätigkeit wieder erweckt werden kann, so muss man bei diesen Versuchen um so häufiger Misserfolge erzielen, als es natürlich mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist, auf die Secunde genau den Herzstillstand zu beobachten und im gleichen Moment die nöthigen Manipulationen einzuleiten. Man ersieht aus der Tabelle, dass im Falle rechtzeitigen Beginns der Wiederbelebungsversuche nach der Erstickung die Herzthätigkeit ungleich rascher zurückkehrt als nach den beiden früher abgehandelten Todesarten. Unter 12 Versuchen dauerte es nur viermal 1' 25", 1' 30", 3' und 4' Minuten, in allen übrigen 8 Fällen weniger als eine Minute, bis nach dem Beginn der Wiederbelebungsversuche das Herz sich wieder regelmässig in Bewegung setzte. Danach aber

wird es mir wahrscheinlich, dass in den meisten Fällen, wo die Erweckung des Lebens nach der Erstickung gelingt, die Wiederbelebung schon in einem Zeitpunkt beginnen muss, wo die Herzaction noch nicht ganz vollständig aufgehört hat, wenn sie auch durch die uns zu Gebote stehenden Beobachtungsmittel nicht mehr nachgewiesen werden kann. Jedenfalls folgt aus alledem, dass das Herz, nachdem es in Folge der Erstickung i. e. des Sauerstoffmangels im Blute seine Thätigkeit eingestellt hat, ungemein rasch und viel rascher seine Erregbarkeit vollständig verliert, als nach denjenigen Todesarten, wo der Sauerstoffmangel eine geringere Rolle spielt. —

Im Uebrigen verlaufen die Versuche nach gelungener Wiederbelebung aus dem Erstickungstod genau wie die früher beschriebenen.

### Die Folgen des Scheintodes.

Bei der bisherigen Darstellung ist das Verhalten der wiederbelebten Thiere nur bis zum Eintritt der natürlichen Respiration berücksichtigt worden. Es bleibt daher noch die Aufgabe, diejenigen Erscheinungen zu schildern, welche sich im weiteren Verlauf ausbilden. Denn keineswegs verhalten sich die Thiere, wie ich irrig in meiner ersten kurzen Notiz (l. c.) mittheilte, nach gelungener Wiederbelebung, vollständig wie normale. Die Normalität erstreckt sich blos auf die automatisch thätigen Organe der Circulation und Respiration, während sich in dem sonstigen Gebahren der Thiere die auffallendsten Veränderungen und Abweichungen von der Norm zeigen.

Zuvor sind indessen noch einige Worte über die Gefahren zu sagen, welche auch nach gelungener Wiederbelebung dem Leben noch drohen, und leider häufig genug schon in den ersten Stunden ihm wieder ein Ende machen. Bei der Tracheotomie von Katzen kann es trotz speciell auf diesen Punkt gerichteter Aufmerksamkeit und Vorsicht passiren, dass man während des Freipräparirens der Trachea oder der Umschlingung derselben mit der Ligatur einen der Nervi recurrentes mitfasst oder wenigstens stark zerrt. Zunächst erwachsen daraus keine üblen Folgen, da ja sofort die Tracheotomie erfolgt. Aber sobald man bei dem Thiere nach gelungener Wiederbelebung die Trachealcantile entfernt und die Halswunde mit Nähten schliesst, machen sich die schlimmen Wirkungen der Recurrenzreizung bemerkbar. Die Athmung ist mit einem widerwärtig krähennden Geräusch verbunden, mehr oder weniger beschwerlich, und es gelingt selten, ein solches Thier länger als ein paar Stunden am Leben zu

erhalten. Die Erschwerung der Inspiration wird immer hochgradiger und das Thier geht unter steigender Dyspnoe zu Grunde.

Eine zweite, weniger leicht erklärliche Erscheinung ist das Eintreten von acutem Lungenödem nach gelungener Wiederbelebung. Man erkennt es sehr leicht an den starken, schon von weitem vernehmbaren Rasselgeräuschen, mit welchen die Athmung verbunden ist, und an dem Ausfliessen stark blutig gefärbten dünnflüssigen Schleims aus der Trachealwunde. Auch solche Thiere sterben unfehlbar 1—2 Stunden nach der Wiederkehr des Lebens. Bei den Sectionen findet man beide Lungen in der Regel im Zustand des hochgradigsten Oedems. Die Ursache dieser pathologischen Erscheinung konnte ich bis dato nicht mit Sicherheit ermitteln, vermute aber, dass es wesentlich traumatische Momente, vielleicht zu starke Luffteinblasungen u. s. w. sein mögen, welche den Anstoss dazu geben.

Viele Thiere gehen 3—5 Tage nach dem Versuch an den Folgen der Eiterung der Halswunde zu Grunde, andere sterben endlich in verschiedenen Zeiträumen ohne anatomisch nachweisbare Ursache, wahrscheinlich an Erschöpfungszuständen.

Die grossen Schwierigkeiten, über alle diese Fährlichkeiten hinaus die Thiere am Leben zu erhalten, haben mich zu zahlreichen Versuchen veranlasst, die Experimente mit Umgehung aller Verwundungen und auch des Fesseln auszuführen. Abgesehen davon, dass man hierbei was auf der einen Seite gewonnen wird, auf der anderen an Genauigkeit der Beobachtung wieder verliert, musste ich diese Bestrebungen deshalb zuletzt aufgeben, weil die vielen Fehlversuche allmählich einen die Mittel meines Instituts übersteigenden Aufwand von Versuchsthieren kosteten. Zum Glück ist mir indessen ein derartiger Versuch an einem Hunde gelungen, an dem abgesehen von der Injection des Kalisalzes durch die Vena saphena kein weiterer operativer Eingriff gemacht und der auch vollständig frei auf dem Tisch liegend wiederbelebt wurde. Dieser Versuch, wenn auch vereinzelt dastehend, ist deshalb von besonderem Werth, weil er einerseits darthut, dass Katzen und Hunde sich in allen wesentlichen Punkten gleich verhalten, und dass andererseits die merkwürdigen Störungen, welche sich nach dem Erwachen aus dem Scheintod auch bei diesem Thiere genau so wie bei den Katzen unserer Beobachtung darbieten, nicht etwa durch das Aufbinden und längere Fesseln der Thiere, sowie durch die sonstigen operativen Eingriffe bedingt sein können. So ist es uns doch allmählich möglich geworden, unter den vielen unvollständigen und misslungenen so viele brauchbare

Beobachtungen zu sammeln, dass sich ein anschauliches Bild der interessanten Erscheinungen wird entwerfen lassen.

Indem ich nunmehr zur Schilderung der Erscheinungen nach gehobenem Scheintod übergehe, bemerke ich nochmals ausdrücklich, dass nach allen in den Kreis meiner Untersuchungen gezogenen Todesarten im Wesentlichen genau die gleichen Gruppen von Erscheinungen auftreten, wenn auch selbstverständlich die Intensität der einzelnen Symptome und ihre Dauer sich in den Einzelfällen verschieden zeigten, und auch wohl Versuche vorkommen mochten, wo eines oder das andere der gewöhnlich vorhandenen Symptome fehlte.

Angesichts dieser auffallenden Uebereinstimmung der beobachteten Phänomene war die sonst so nahe liegende Vermuthung von vornherein zurückzuweisen, dass man hier mit Nachwirkungen der zur Tödtung der Thiere angewandten Gifte vor sich habe; es scheint mir vielmehr dadurch unzweifelhaft bewiesen, dass man es mit den Folgen einer mehr oder weniger lange dauernden Ausschaltung verschiedener central-nervöser Functionen aus dem Mechanismus des Lebens zu thun hat.

An dem noch gefesselten und mit dem Kymographion verbundenen Thiere fällt einem zunächst die nicht selten bedeutende Steigerung des Blutdrucks auf, welche in den meisten Fällen kurz vor dem Auftreten der ersten natürlichen Athmung beginnend in den ersten Minuten des neu erweckten Lebens ihr Maximum erreicht und erst nach der Dauer einiger Minuten wieder schwindet. Die Pulsfrequenz ist gleichzeitig meistens verlangsamt, selten etwas beschleunigt. Beifolgende, hauptsächlich den Versuchen der I. Reihe entnommene Zahlen mögen dieses Verhalten präziser erkennen lassen.

Die Zahlen der I. Columnne geben die normale Pulsfrequenz innerhalb 20 Secunden (*a*) und den entsprechenden mittleren Blutdruck (*b*); die der II. Columnne Pulsfrequenz und mittleren Blutdruck nach erfolgter Wiederbelebung gleichfalls auf 20 Secunden berechnet.

	I.		II.	
	a.	b.	a.	b.
1.	58	164	53	180
2.	73	183	57	209
			55	218
3.	62	165	54	171
4.	63	173	78	246
			65	202
5.	72	133	74	163

Eine kurze Erwähnung verdient ferner das Verhalten der Pu-

pillen. Vom Momente des Respirations- resp. Herzstillstandes an bleiben sie bis zum Eintritt der natürlichen Athmung ad maximum dilatirt und für Lichtreiz völlig unempfindlich. Während die Rückkehr der normalen Herzaction auf ihr Verhalten nicht den mindesten Einfluss äussert, verengern sie sich rasch von dem Momente an wo das Thier wieder selbstständig athmet, und in sehr vielen Fällen entwickelt sich alsbald eine abnorme Myosis, welche erst im weiteren Verlauf des Versuches schwindet.<sup>1)</sup>

Die übrigen an den Thieren beobachteten Erscheinungen beziehen sich

1. auf das Verhalten: der Motilität, Sensibilität, Reflex-erregbarkeit u. s. w.,
2. der Sinnesorgane,
3. der Temperatur,
4. der Zuckerausscheidung im Harn.

1. Die Reflexerregbarkeit kehrt in sehr verschiedenen Zeiträumen nach dem Wiederbeginn der natürlichen Athmung zurück, immer aber erheblich später als diese; in den ersten Minuten nach der Wiederkehr der Athmung liegt daher das Thier völlig regungslos und paralytisch da. Die Reflexerregbarkeit erscheint nun nicht am ganzen Körper gleichzeitig; man kann die Berührung der Cornea noch ganz wirkungslos finden zu einer Zeit, wo an den Extremitäten schon starke Reflexe ausgelöst werden. Zu den ersten und auffallendsten abnormen Erscheinungen gehört die bedeutende Steigerung der Reflexerregbarkeit, welche sich bald nach der Rückkehr des Lebens entwickelt und mehrere Stunden andauern kann. Sobald man das Thier von seinen Fesseln befreit und die Wunde vernäht hat, bemerkt man, dass die bislang noch völlig paralytische Musculatur des Rumpfes und der Extremitäten in krampfartige Contractionen geräth, sobald man das Thier berührt, ja dass heftige Anfälle von reflectorischem Tetanus (Opisthotonus) schon durch Erschütterungen der Unterlage oder stärkere Geräusche erzeugt werden kön-

---

1) Es mag hier kurz einer vereinzelt auffallenden Beobachtung Erwähnung geschehen. In No. IV der Versuche mit Erstickung durch Wasserstoffinhalation stellten sich, schon nachdem die Herzaction wiedergekehrt war, rhythmische Bewegungen der linken Pupille ein; sie wurde in regelmässigem Wechsel enger und weiter und zwar schien die Phase der Contraction der Inspiration, die der Dilatation der Expiration zu entsprechen. Diese noch zur Zeit der künstlichen Respiration eingetretene Erscheinung dauerte auch nach der Rückkehr der natürlichen Athmung im ganzen etwa eine Stunde lang fort und verschwand dann. Da auf der linken Seite die Carotis präparirt worden war, so konnte wohl der N. sympathicus irgendwie gereizt oder verletzt worden sein.



nen, gleichsam als ob das Thier mit Strychnin vergiftet worden wäre. Einzelne Muskelgruppen, namentlich die Strecker der Wirbelsäule und die Extensoren der Vorderbeine, befinden sich auch häufig in einem viele Minuten lange andauernden Contractionszustande, in welchen sie nach passiver Beugung der betreffenden Gelenke rasch zurückkehren. Während sich solche Thiere mit mehr oder weniger permanenten tonischen Krämpfen schlecht zur genaueren Beobachtung der gesteigerten Reflexerregbarkeit eignen, habe ich dieselbe in einzelnen Fällen ganz besonders schon entwickelt gefunden, wo die genannten allgemeinen tonischen Krampfformen ganz fehlten oder doch wenigstens nur nach stärkeren Reizen sich einstellten. Bei einer Katze, welche mehrere Stunden nach der Wiederbelebung an Lungenödem starb, in der ersten Stunde nach der Rückkehr des Lebens aber ganz regelmässig athmete und brauchbare Beobachtungen gestattete, trat jedesmal, so oft ich den Thermometer in den Anus einführte, äusserst prompt krampfhaft tonische Streckung beider hinteren Extremitäten ein. Berührung der Bauchhaut in der Gegend des unteren Rippenrandes hatte dagegen klonische Zuckungen in den Hinterextremitäten zur Folge, und als ich den Bauch in der genannten Gegend mit der Hand umfasste und leicht drückte, trat aufs Schönste der von Goltz<sup>1)</sup> beschriebene, von E. Gergens<sup>2)</sup> näher untersuchte Kratzreflex ein. Das absolut bewusstlose, noch der geringsten willkürlichen Bewegung unfähige Thier, bewegte seine Hinterpfoten — bald nur eine, bald beide — je nach der Lagerung des Körpers, genau so, als ob es sich die Bauchhaut kratzen wollte, und wie man es bei gesunden Katzen jeden Augenblick sehen kann. Diese vollständig coordinirte, zweckmässige Bewegung an dem ausserdem seiner Gehirnfunktionen noch völlig beraubten Thier (Berührung der Cornea hatte noch nicht einmal Lidschluss zur Folge!) machte einen äusserst fremdartigen Eindruck. Ich konnte den gleichen Reflex bei dem Thiere mehrmals in exquisiter Schönheit durch den genannten Reiz hervorrufen und bemerkte, dass die kratzenden Bewegungen meistens die Dauer der Berührung der empfindlichen Hautstelle erheblich überdauerten. Leider musste ich die weitere Beobachtung dieses interessanten Phänomens bald aufgeben. Die Respiration des Thieres kam ins Stocken; es musste nochmals die künstliche eingeleitet werden, und die Aufmerksamkeit wurde durch diese Dinge vollständig absorbiert. Bald darauf entwickelten sich die Symptome des acuten Lungenödems; das Thier bekam nun gleichfalls häufig

---

1) Pflüger's Arch. XIV. 1877.    2) *ibid.*

wiederkehrende allgemeine tonische Krämpfe und ging kurz darauf zu Grunde.

Die Steigerung der Reflexerregbarkeit nach gelungener Wiederbelebung ist eine durchaus constante Erscheinung. Ich habe sie niemals vermisst, weder nach Kali- oder Chloroformtod, noch nach der Erstickung. Der Zustand schwindet allmählich meistens im Verlaufe mehrerer Stunden in demselben Maasse, als die Andeutungen willkürlicher Bewegungen häufiger werden. In der allerersten Zeit, wenn das Thier Versuche macht sich aufzurichten, arten die intendirten Bewegungen namentlich der vorderen Extremitäten und der Hals- und Nackenmuskeln häufig noch in tonische Krämpfe aus.

2. Die willkürlichen Bewegungen. Je kürzere Zeit das Thier im scheinodten Zustande sich befunden hatte, um so früher stellen sich Versuche zu willkürlichen Bewegungen ein. Das Thier, das bisher ausgestreckt auf der Seite gelegen, hebt zuerst den Kopf, genau wie auch ein normales Thier mit dieser Bewegung beginnt, um sich aus der liegenden Stellung aufzurichten. Bald gesellen sich zu diesen häufig wiederholten Bewegungen des Kopfes unbehilfliche Bewegungen mit den Vorderbeinen. Das Thier sucht nach einem Stützpunkt, um sich zu erheben, weiss aber lange keinen zu finden und fährt scheinbar zwecklos mit den gestreckten Vorderbeinen in der Luft hin und her; nach und nach betheiligen sich auch die übrigen Körpermuskeln an diesen Versuchen; das Thier reckt sich, zappelt mit allen Vieren, bemüht sich aber vergebens, festen Fuss zu fassen und lässt von Zeit zu Zeit, sichtlich ermüdet, von seinen ungestümen Versuchen ab. Richtet man es auf, und versucht, seine Bewegungen zu unterstützen, so fällt es alsbald wieder zu Boden. Dieses, häufig mit Schreien verbundene, höchst unbehilfliche Treiben kann viele Stunden lang unverändert fortwähren, und kein Mittel fruchtet, das Thier zur Ruhe zu bringen. Allmählich aber werden die Bewegungen etwas geschickter; der erste wesentliche Fortschritt besteht in der Regel darin, dass das Thier den Oberkörper, Kopf, vordere Extremitäten und Thorax, aus der Seitenlage in die Bauchlage bringen kann. Der Hinterkörper folgt diesen Bewegungen etwas später. Versuche der Katze, sich völlig aufzurichten, scheitern noch lange daran, dass die Vorderpfoten auf der Unterlage ausgleiten. Je mehr das Thier nun zu einer der natürlichen näherkommenden Körperhaltung gelangt, um so ruhiger wird sein äusseres Verhalten, und es bleibt alsbald in der bekannten hockenden Stellung mit gebeugten und eingeschlagenen Vorderpfoten regungslos sitzen. Das Thier ist nun wieder leidlich Herr über seine Muskeln, führt aber spontan so gut wie

keine Bewegungen aus. Man versucht vergebens, es durch Kneifen, Stossen u. dgl. zu einer Ortsveränderung zu veranlassen. Nur in die einmal angenommene Stellung kehrt es immer wieder zurück, so oft man sie durch Abziehen eines Beines, einer Pfote, durch Umlagerung des ganzen Thieres auf die Seite, künstlich ändert. Der Ort, an dem sie sich befindet, ist der in dieser Beziehung sonst so wählerischen Katze völlig gleichgiltig; sie bleibt ebenso ruhig in einem Käfig wie an der äussersten Kante eines Fensterbrettes oder Tisches sitzen und verlässt diese Localitäten auch dann nicht, wenn man sie mit der Hand immer und immer mehr über den Rand hinausschiebt. Soweit es überhaupt möglich ist, hält sie sich vollständig im Gleichgewicht; ist dies nicht mehr möglich, so fällt sie herunter, kehrt, unten angelangt, sofort in die frühere Stellung zurück und bleibt, wo es auch sein mag, regungslos sitzen. Man könnte diesen Zustand, worin die Spontanität absolut mangelt, dem Stupor der Psychiater an die Seite stellen. Auch die Dauer dieses Stadiums ist eine sehr verschiedene; es schliesst sich daran eine Periode an, worin das Thier anfängt zahlreiche spontane Bewegungen auszuführen, häufig sehr rasch zum völlig normalen Verhalten zurückkehrt, ebenso oft aber noch lange Zeit hindurch charakteristische Abnormitäten erkennen lässt. Nimmt man das Thier zu dieser Zeit aus dem Käfig, so fängt es an zu laufen, bis es an irgend ein Hinderniss, eine Wand, ein Tischbein gelangt, und bleibt dann wieder ruhig sitzen. Der Gang ist bei vielen Thieren in dieser Periode exquisit ataktisch (wie bei Tabetikern: Hahnentritt) schwankend und es ist namentlich eine starke Neigung des Thieres vorhanden, nach der einen Seite umzufallen, was denn auch häufig genug sich ereignet. Doch sind diese Symptome keineswegs constant vorhanden; der Gang kann vielmehr auch von vornherein gleich vollständig normal sein. Eigentliche Manögebewegungen und Rückwärtsgehen habe ich nur in einzelnen Fällen gesehen. Bei dem oben bereits erwähnten Hunde, dessen Wiederbelebung nach Kalisalzvergiftung gelang, waren in den ersten Tagen die oben beschriebenen Erscheinungen besonders deutlich entwickelt. Das Thier konnte kaum fünf Schritte weit gehen, ohne auf die Seite zu fallen; der Hahnentritt verlor sich bei diesem Thiere erst allmählich nach mehreren Wochen. Stets führt aber dieses Stadium der Ataxie in kürzerer oder längerer Zeit zum normalen Verhalten der Motilität zurück.

3. Die Sensibilität. Bezüglich des Verhaltens der Sensibilität wiederbelebter Thiere sind gleichfalls mehrere Stadien zu unterscheiden. In den ersten Stunden während der gesteigerten Reflex-

erregbarkeit ist offenbar keine Spur davon vorhanden, insoweit es sich um zum Bewusstsein gelangende Schmerzindrücke handelt. Während des Stadiums des Stupors reagiren die Thiere ungemein träge auf Schmerzen und geben keine Aeusserungen bewusster Schmerzempfindung von sich. Man kann sie in den Schwanz kneifen, die Pfoten mit den Füßen treten — sie werden wohl das gequetschte oder insultirte Glied dem Reiz durch Wegziehen u. dgl. zu entziehen suchen, sonst aber sich vollständig ruhig verhalten. Auch in der darauffolgenden Zeit ist wohl die Sensibilität in vielen Fällen noch merklich verringert, obwohl ich hinsichtlich dieses Punktes nur wenig vorwurfsfreie Beobachtungen zur Verfügung habe. Unverkennbar war bei dem mehrfach erwähnten Hund die Sensibilität mehrere Wochen hindurch herabgesetzt. In der Zeit, wo er bereits lebhaft umherlief, reagirte er noch sehr mangelhaft darauf, wenn man Stecknadeln in die Haut einstach, den Schwanz zwischen einer Klemmpincette festhielt und dergleichen mehr.

4. Sinnesorgane. Die wiederbelebten Thiere sind ohne Ausnahme alle in den ersten Tagen vollständig blind. Man bemerkt dies, sobald die willkürlichen Bewegungen soweit wieder restituirt sind, dass die Thiere gehen können. Sie stossen dann an alle Hindernisse, welche man ihnen in den Weg legt, mit der Schnauze an und schliessen nicht einmal die Augen, wenn man brennende Gegenstände, Zündhölzer, Kerzen u. s. w., wenige Centimeter vor den Augen fixirt. Dass es sich hierbei wirklich um Blindheit und nicht etwa um Blödsinn handelt, so dass die Thiere vielleicht die Gegenstände wohl sähen, aber die Gesichtseindrücke weiter nicht zu verwerthen im Stande wären — dafür kann wiederum jener Hund als Beweis vorgeführt werden. Bei diesem Thiere dauerte die Blindheit auffallend lang und er stiess auch zu der Zeit noch an Gegenstände an, wo er bereits auf Zuruf reagirte, also jedenfalls auch im Stande gewesen wäre, aus Gesichtseindrücken Vorstellungen zu bilden.

Diese Blindheit ist mit keiner nachweisbaren materiellen Veränderung des Sehorgans verbunden. Es wurden mehrmals derartig blinde Thiere ophthalmoskopisch untersucht, aber stets mit rein negativem Ergebniss. Die Pupillen der blinden Thiere reagiren, wenn auch etwas träge, auf Licht; dagegen erfolgt niemals Lidschluss bei Einwirkung grellen Lichts auf das Auge. Die Blindheit verschwindet meistens nach 2—3 Tagen, kann aber in Ausnahmefällen auch wochenlang dauern.

Soweit das Verhalten der übrigen Sinnesorgane der Beobachtung zugänglich ist, scheinen auch sie in der ersten Zeit nach der Er-

weckung aus dem Scheintod nur höchst mangelhaft zu functioniren. Die Thiere haben am ersten Tage sicher keine Witterung von Speisen. Man kann Fleisch oder Milch ihnen direct vor die Schnauze halten, ohne dass sie Anstalten machen, davon zu fressen; auch dann, wenn man das Fleisch in den Mund steckt oder die Schnauze mehrmals in die Milch untertaucht, fressen sie im allerersten Anfang nicht, wohl aber etwas später, wo Geruch und Gesichtssinn noch keine Notiz von den vorgehaltenen Speisen nehmen. Ebenso ist das Gehör einige Zeit lang sehr mangelhaft. Die stärksten und lautesten Geräusche machen im Verlaufe des ersten, bisweilen auch des zweiten Tages, nicht den mindesten Eindruck auf die sonst so scheuen und auf das geringste Geräusch reagirenden Katzen.

5. Körpertemperatur. Wenn ich auch hinsichtlich des Verhaltens der Körpertemperatur nach gelungener Wiederbelebung keine sehr zahlreichen Beobachtungen gesammelt habe, so lassen doch die vorliegenden keinen Zweifel darüber zu, dass die Wärmeökonomie des aus dem Scheintod erweckten Thieres weit von der Norm abweicht. Wir müssen nun von vornherein hervorheben, dass schon der ganze Hergang unserer Versuche eine mehr oder weniger bedeutende Abkühlung des Thieres verursachte. Das Aufbinden, die Tracheotomie, die künstliche Respiration, die Chloroformirung sind solche Momente, deren abkühlende Wirkung längst allgemein bekannt ist. Trotzdem ich nun diese unvermeidlichen Wärmeverluste nach Möglichkeit zu reduciren suchte, indem ich einerseits die zu den Einblasungen benutzte Luft vorher durch ein in heissem Wasser liegendes Schlangenrohr leitete und erwärmte und die aufgebundenen Thiere ausserdem in Pelz und Watte einhüllte, so war doch in den meisten Fällen, namentlich den lange dauernden Chloroformversuchen, die Temperatur im Momente der beginnenden Wiederbelebung schon um ein Bedeutendes gesunken. Nach gelungener Wiederbelebung wurde nun aber die Trachealcantile sofort herausgenommen und das eingehüllte Thier in die Nähe des Ofens oder in einen mit dem Dampfbad verbundenen Glaskasten gebracht, so dass bei normalen Verhältnissen der Wärmeregulation nunmehr zu erwarten gewesen wäre, dass die Körpertemperatur rasch ihren normalen Stand wieder erreicht hätte. Dem war aber nicht so. Bei allen auf diesen Punkt untersuchten Thieren sank die Temperatur noch mehr oder weniger lange nach gelungener Wiederbelebung, ja von einigen Thieren muss ich sogar vermuthen, dass sie an dieser nachträglichen Abkühlung zu Grunde gegangen sind. Einige Beispiele mögen dies besser zeigen.

Da die Zahlen nur im Zusammenhang mit den übrigen Versuchs-

daten verständlich sind, so lasse ich hier die vollständigen Protokolle der einschlägigen Versuche folgen.

**1. Kalisalzvergiftung am 11. V. 77.**

Kater von 2,5 Kilo, wird um 10 h 15 Minuten aufgebunden. Puls in 20": 58. Mittl. Druck 164,7 Mm.; um 10 h 38' 43" sehr langsam. 0,15 Grm. Kali nitric. injicirt; in Folge der langsamen Injection kein Herzstillstand, wohl aber erhebliche Blutdruckschwankungen. — 10 h 40' 44" rasch 0,1 Grm. Kali nitric. injicirt; sofort sinkt der Blutdruck; das Thier stirbt unter Krämpfen; 10 h 41' 20" letzte Respiration; am Manometer und Thorax keine Spur von Herzaction.

10 h 42' 40" — also 1' 20" nach der letzten natürlichen beginnt die künstliche Respiration.

10 h 42' 54" die Compression des Thorax.

10 h 46' 56" also 4' 16", resp. 4' 2" nach dem Beginn der Wiederbelebnungsversuche beginnt das Herz wieder regelmässig zu arbeiten. Puls in 20" : 75. Mittl. Druck 13 Mm. Hg.

10 h 48' 45" Erste natürliche Athmung. Puls in 20": 53. Mittl. Druck 180 Mm. Hg.

10 h 50' —" Das Thier wird losgebunden in den Glaskasten des Dampfbades gelegt und die Trachealcannüle entfernt.

11 h 0' —" Temperatur in ano **36,2**. Athmung regelmässig aber etwas beschleunigt. Hochgradig gesteigerte Reflexerregbarkeit.

11 h 25' —" Temperatur in ano **35,7**. Status idem.

12 h 0' —" " " " **35,6**. Das Thier ist sehr unruhig, schreit und zappelt mit allen vier Extremitäten.

1 h 0' —" Temperatur in ano **35,0**. Das Thier ist etwas kräftiger, vermag sich aber noch nicht aufzurichten.

2 h 0' —" Temperatur in ano 35,6. Status idem.

4 h 0' —" " " " 37,2.

6 h 0' —" Temperatur in ano 38,1. Das Thier steht aufrecht, ist aber völlig blind und scheint auch nicht zu hören.

Am folgenden Tage (12. V. 77.):

11 h —' —" Vormittags Temperatur in ano 38,9. Das Thier ist blind, reagirt auch nicht auf Geräusche; macht keine spontanen Bewegungen; bleibt auch an der äussersten Tischkante sitzen. Nach energischem Reizen und Stossen geht das Thier rückwärts.

Am dritten Tage (13. V. 77.):

11 h —' —" Vormittags. Das Thier macht wieder spontane Bewegungen, ist aber noch blind. Freigelassen läuft es bis es einen Widerstand findet, z. B. die Zimmerwand, und bleibt dann ruhig sitzen; es frisst, wenn man Milch direct vor die Schnauze hält.

Am vierten Tage (14. V. 77.):

11 h —' —" Vormittags. Das Thier sieht wieder, weicht Hindernissen geschickt aus, weiss rasch einen dunkeln Schlupfwinkel zu finden. Normales Verhalten.

In diesem Versuche, wo das Thier im ganzen nur 12 Minuten

aufgebunden und nur ca. 5 Minuten der künstlichen Respiration ausgesetzt war, sank trotzdem die Temperatur des Thieres in einem warmen Raum noch  $2\frac{1}{2}$  Stunden lang, hob sich von da an allmählich, und hatte erst nach weiteren 5 Stunden ungefähr das normale Niveau wieder erreicht.

## 2. Wiederbelebung nach Erstickung. 24. I. 76.

Schwangere, kräftige Katze.

- 11 h 14' 15" Beginn der Erstickung.
- 11 h 16' 40" Letzte Athmung.
- 11 h 19' 45" Herzaction noch deutlich. Beginn der künstlichen Respiration.
- 11 h 20' 15" Keine Herzaction mehr. Compression des Thorax beginnt.
- 11 h 21' 40" Die Herzaction kehrt zurück.
- 11 h 25' 40" Erste natürliche Athmung.
- 11 h 45' 0" Deutlicher Cornealreflex, Katze losgebunden.
- 11 h 48' 0" Hochgradige Steigerung der Reflexerregbarkeit. Viel Zucker im Harn.
- 12 h 0' —" Temperatur in ano  $34,6^{\circ}$ . An den hinteren Extremitäten klonische Zuckungen in Folge von Hautreizen.
- 12 h 20' —" Temperatur in ano  $33,4$ .
- 12 h 26' —" " " "  $33,1$ .
- 12 h 35' —" " " "  $32,9$ .
- 1 h 0' —" " " "  $32,7$ . Bei Bewegungsversuchen brechen Streckkrämpfe aus.
- 1 h 23' —" Temperatur in ano  $32,6^{\circ}$  C. Streckkrämpfe.
- 4 h 30' —" " " "  $34,9$ .
- 5 h 45' —" " " "  $35,8$ .

Am folgenden Tage: Temperatur in ano  $38,5$ .

Das Thier macht keine spontanen Bewegungen, bleibt bewegungslos sitzen. Nach zwei Tagen wird es todt gefunden.

Auch hier fand nach dem Losbinden und Lagern in der Wärme mehrere Stunden lang continuirliches Sinken der Temperatur statt.

## 3. Erstickung durch Wasserstoffinhalation; Wiederbelebung. 3. I. 76.

Mässig kräftige Katze.

- 11 h 42' —" Beginn der Erstickung.
- 11 h 46' —" Letzte Athmung. Temperatur in ano  $35,9$ .
- 11 h 53' —" Keine Herzaction mehr wahrnehmbar. Temp. i. a.  $35,5$ .
- 11 h 54' —" Beginn der künstlichen Athmung.
- 11 h 54' 25" " " Compression des Thorax.
- 11 h 57' —" Herz schlägt wieder. Temperatur in ano  $35,4$ .
- 12 h 5' —" Erste natürliche Athmung.
- 12 h 7' —" Das Thier wird losgebunden; deutliche Cornealreflexe; Temperatur in ano  $34,3$ .
- 12 h 17' —" " " "  $33,6$ .
- 12 h 20' —" Gesteigerte Reflexerregbarkeit; Krämpfe.

12 h 45' —“ Die Katze wird in die Nähe des Ofens gebracht; die Krämpfe werden schwächer. Temperatur in ano 32,6.

1 h 0' —“ Temperatur in ano 31,8.

3 h —' —“ „ „ „ 30,6.

6 h 30' —“ „ „ „ 31,4.

Am folgenden Tage todt gefunden.

Es scheint mir sonach im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch die thierische Wärmeregulation eine Zeit lang bei den aus dem Scheintod erweckten Thieren fehlt und erst allmählich wieder in Thätigkeit versetzt wird. Ich verkenne indessen nicht, dass gerade in diesem Punkte zahlreichere Versuche als die vorhandenen nöthig wären, um die gemachten Beobachtungen zu Schlüssen zu verwerthen. Leider bin ich aber erst spät auf das Verhalten der Temperatur bei wiederbelebten Thieren aufmerksam geworden. Von grossem Interesse wäre es, vorkommenden Falls bei aus dem Scheintod erweckten Menschen das Verhalten der Körpertemperatur genauer als dies bisher geschehen ist, zu beobachten.

6. Diabetes. Fast bei allen Thieren, wo wir danach suchten haben wir den Harn nach der Wiederbelebung reichlich zuckerhaltig gefunden. Wenn ich auf diese Beobachtung vor der Hand kein grosses Gewicht lege, so geschieht dies hauptsächlich deshalb, weil ich in Gemeinschaft mit F. A. Hoffmann gefunden habe, dass Katzen überhaupt ungemein leicht diabetisch werden. Indessen ist doch nicht zu verkennen, dass das Auftreten von Zucker im Harn nach dem Erwachen aus dem Scheintod mit den Eigenthümlichkeiten des ganzen Verhaltens der Thiere in diesem Zustande einen engeren Zusammenhang hat. Ich kann hinzufügen, dass auch der Hund, dessen Wiederbelebung nach der Kalisalzvergiftung gelang, 24 Stunden lang reichliche Zuckermengen im Harn ausschied. Es wird sich vielleicht später Gelegenheit geben, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen. —

Wenn nach dieser kurzen Schilderung der nach Erweckung aus dem Scheintod wahrgenommenen Abnormitäten sich die Frage nach ihrer Deutung und Bedeutung erhebt, so ist meiner Meinung nach nur eine einzige Erklärung möglich. Die einmal ausser Thätigkeit gestellten oder gelähmten Functionen des Körpers, in specie des Nervensystems, sterben nicht unmittelbar definitiv ab. Hier wie überall finden sich allmähliche Uebergänge von einem in den anderen Zustand. Es kann ein Organ, welches keine äusserlich erkennbare Thätigkeit mehr ausübt, noch eine beschränkte Zeit lang unter den geeigneten Bedingungen reactivirt werden: es geht dem definitiven Tod eine Periode des scheinbaren Todes voraus, worin



die Erregbarkeit zwar jeden Moment 0 sich nähert, aber doch noch nicht auf 0 angelangt ist. Die Zeitdauer nun, welche verschiedene Organe im Zustand des Scheintodes zubringen können, ist offenbar eine sehr verschiedene. Es ist längst und allgemein bekannt, dass nach dem Erwachen aus tiefer Narkose oder aus dem Scheintod die Functionen umgekehrt in der Reihenfolge zurückkehren, in welcher sie zuerst verschwunden waren. Das Herz, in den meisten Fällen das *Ultimum moriens*, ist ausnahmslos auch immer dasjenige Organ, das zuerst seine Thätigkeit wieder beginnt. Ganz zuletzt kehren in der Regel die höchsten Functionen des Nervensystems Bewusstsein u. dgl. zurück.

Unsere Versuche entsprechen durchweg dieser alten Erfahrung. Der Zustand, in welchem sich die Thiere nach der Wiederbelebung befinden, zeigt uns das Nervensystem derselben in verschiedengradiger Vollständigkeit seiner Functionen. Unmittelbar nach der Rückkehr der Athmung haben wir einen Organismus, worin ausser dem Herzen und dem Respirationscentrum kein anderes Organ eine Thätigkeit verräth. Zunächst macht sich nun das Rückenmark bemerkbar und bekundet in der hochgradig gesteigerten Reflexerregbarkeit sogar eine abnorm lebhafte Thätigkeit. Es wäre sehr verlockend diese Steigerung der Reflexe darauf zurückzuführen, dass höher central organisirte Reflex-hemmende Vorrichtungen noch nicht aus dem Scheintod erwacht sind. Derselbe Zustand findet sich nach den Beobachtungen von Goltz<sup>1)</sup> auch bei Thieren, welchen die Grosshirnhemisphären zerstört worden sind, wo er nach der Angabe von Gergens die Heilung der Wunde selbst Monate lang überdauern kann. Auf der nächsten Stufe finden wir das Thier anscheinend normal, aber noch aller Spontaneität ermangelnd, blind und wahrscheinlich auch taub und ohne Bewusstsein. Es fehlen noch alle diejenigen Functionen des Nervensystems, welche am Thier den Verkehr mit der Aussenwelt vermitteln und man wird unwillkürlich und lebhaft an die Beschreibung erinnert, welche Goltz<sup>2)</sup> von dem Verhalten von Thieren gegeben hat, welchen er die Substanz des Grosshirns in verschiedener Ausdehnung entfernt hatte. Unsere Thiere gleichen eine Zeit lang vollständig denjenigen, welche die Substanz ihrer Grosshirnwindungen verloren haben; es ist daher wohl auch kein gewagter Schluss, wenn ich behaupte, dass die eigenthümlichen Veränderungen in der Motilität Sensibilität

---

1) Pflüger's Arch. XIV. S. 340. 1877.

2) Pflüger's Arch. XIII. S. 1 ff. 1876.

und Sinnenthätigkeit nach der Wiederbelebung davon herrührten, dass die Functionen des Grosshirns der betreffenden Thiere noch nicht oder wenigstens höchst mangelhaft zurückgekehrt waren. Wir sehen hieraus, dass die Thätigkeit der höchsten Nervencentren erstaunlich lange Zeit hindurch völlig latent bleiben kann und finden eine alte Erfahrung der klinischen Medicin aufs schönste durch das Experiment bestätigt.

Da man nach allen neueren Erfahrungen auch die Wärmeregulation als eine Function des centralen Nervensystems zu betrachten hat, so ist wohl auch die in den ersten Stunden nach dem Erwachen aus dem Scheintod beobachtete Temperatur als eine Folge der noch andauernden Unthätigkeit eines nervösen Centralapparates zu betrachten.

Leider ist das mir zu Gebote stehende Versuchsmaterial noch nicht gross genug, um statistische Berechnungen der Zeiträume zu gestatten, in welchen die verschiedenen Gruppen der nervösen Functionen wieder lebendig werden. Es lässt sich aber jetzt schon erkennen, dass die Verhältnisse sehr complicirte sind. Allgemeine Schlüsse scheinen mir bis dato nur in äusserst beschränktem Maasse erlaubt. Die verschiedenen Stufen der partiellen Lähmung werden um so rascher durchlaufen und überstanden, je kürzere Zeit die Circulation des Thieres und die Thätigkeit des Respirationencentrums unterbrochen war. Die Art der Vergiftung, oder die Todesart hat nach meinen bisherigen Erfahrungen keinen erkennbaren Einfluss auf den Verlauf der Erscheinungen nach dem Erwachen aus dem Scheintod. —

Dorpat Anfangs Juni 1877.

---