

XVII.

Ueber die Beziehungen der Centraltheile des Nervensystems zur Resorption.

Ein Beitrag zur Physiologie des Gefäßsystems.

Von Dr. Emil Heubel,
Docenten an der Universität in Kiew.

Wenngleich aus manchen schon längst bekannten Thatsachen zur Evidenz hervorging, dass sowohl die Absonderung von Stoffen aus dem Blut, als auch die Aufsaugung von Flüssigkeiten in's Gefäßrohr und die Fortführung derselben in der Blutbahn von der Thätigkeit der nervösen Centralorgane beeinflusst werde, so fehlte es doch bisher fast gänzlich an directen Untersuchungen darüber, welchen Theilen des centralen Nervensystems ein vorzugsweiser und wesentlicher Einfluss namentlich auf die letztgenannten Vorgänge, die Aufnahme von Stoffen in das Blut und ihre Fortbewegung in den Gefäßbahnen, zukomme.

Die im Nachstehenden mitgetheilten Versuche, die in der Absicht unternommen wurden, den Einfluss der nervösen Centralorgane auf denjenigen physiologischen Prozess, welchen man mit dem Namen der Resorption zu bezeichnen pflegt, festzustellen, sind zunächst ausschliesslich an Fröschen angestellt worden, und zwar aus dem naheliegenden Grunde, weil an Kaltblütern in ungleich höherem Grade als an Warmblütern es möglich ist, die einzelnen Theile des nervösen Centralapparats gesondert und unabhängig von einander, hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung und Wirkung, mit nöthiger Exactheit zu untersuchen, und ihren directen oder indirecten Einfluss auf die Verrichtungen der verschiedenen Organe und Organsysteme zu constatiren. Diese Versuche nun haben zu folgenden hauptsächlichsten Ergebnissen geführt:

1) Das Gehirn mit alleiniger Ausnahme der Medulla oblongata übt auf die Resorptionsvorgänge im Organismus des Frosches keinen Einfluss aus.

Exstirpiert man Fröschen das Grosshirn, die Thalami optici, die Lobi optici (congruent den Corpora quadrigemina der Säugethiere) und das Cerebellum, so wird hierdurch die Resorption in keiner Weise beeinträchtigt; Stoffe, die man solchen Thieren einverleibt, werden mit gleicher Schnelligkeit und Energie resorbirt, wie bei völlig unversehrten, normalen Fröschen. Andererseits findet bei Fröschen, die von den Centraltheilen des Nervensystems nur die soeben genannten (Grosshirn, Thalami optici, Lobi optici und Kleinhirn) besitzen, und die der Medulla oblongata und Medulla spinalis beraubt sind, keine Aufsaugung und Fortführung von Stoffen durch die Gefässe statt.

2) Von den Centren des cerebrospinalen Nervensystems sind die Medulla oblongata und das Rückenmark die einzigen, welche den Resorptionsprozess beeinflussen.

3) Jedes der beiden eben genannten Organe, Medulla oblongata und das Rückenmark, können völlig selbständig und unabhängig von dem anderen die Resorptionsvorgänge unterhalten.

Zerstört man bei Fröschen das ganze Rückenmark, so dass Medulla oblongata und Gehirn unverletzt bleiben, oder wird auch noch letzteres (Gehirn) entfernt, so dass nur die Medulla oblongata unversehrt zurückbleibt, so erfolgt bei solchen Thieren eine Aufsaugung und Fortführung ihnen einverleibter Stoffe, obgleich die Resorption langsamer von Statten geht, als bei völlig unverletzten Fröschen. So lässt sich, wenn man jenen Thieren eine Lösung von Ferrocyankalium in den dorsalen Lymphsack bringt oder in den Unterschenkel injicirt, der genannte Stoff nach 10—20 Minuten, mitunter auch nach kürzerer Zeit, mit Sicherheit im Blute nachweisen. Bringt man solchen Thieren auf einem der genannten Wege Curare bei, so treten sehr bald die charakteristischen Erscheinungen der Curarevergiftung ein: sämtliche motorische Nerven werden gelähmt, es können nach kurzer Zeit durch Reizung der motorischen Nerven, selbst mit den stärksten Inductionsströmen, keine Muskelcontractionen mehr hervorgerufen werden, die Respiration, die vor der Vergiftung der Thiere regelmässig vor sich ging, hört zu Folge der Paralyse der Athemmuskeln auf.

Exstirpiert man Fröschen das ganze Gehirn mit der Medulla oblongata und erhält ihnen nur das Rückenmark unversehrt, so beobachtet man an solchen Thieren, dass Stoffe, die ihnen in den

Körper gebracht und zwar am besten entweder subcutan applicirt oder in einen Muskel injicirt wurden, resorbirt und in den Gefässbahnen fortgeführt werden. — Wenn man solchen Fröschen, die von den nervösen Centralorganen des cerebrospinalen Systems nur das Rückenmark besitzen, Stoffe, welche einerseits relativ schnell in die Blutbahn aufgenommen zu werden pflegen, und deren Gegenwart im Blute und den Geweben andererseits sich durch chemische Reactionen unschwer erkennen lässt z. B. Blutlaugensalz in gelöster Form entweder subcutan applicirt oder mittelst einer Pravaz'schen Spritze in den Unterschenkel injicirt, so lässt sich schon nach wenigen (5—15) Minuten der genannte Stoff im Blut der von dem Applicationsorte entferntesten Körperstellen, und nach Verlauf von 1—2 Stunden in fast sämtlichen Körperorganen und Geweben mit Bestimmtheit nachweisen. Die Aufnahme vieler Stoffe ins Blut erfolgt bei diesen Thieren in den meisten Fällen fast ebenso schnell, als bei normalen unversehrten Fröschen. Noch evidenter lässt sich an solchen der schnelle Uebergang von Stoffen in's Blut und die Fortführung derselben durch die Blutbahn darthun, wenn man den Fröschen gewisse differente Stoffe auf einem der genannten Applicationswege in den Organismus bringt, Stoffe, welche schleunigst resorbirt werden können und schon in relativ sehr kleiner Quantität auf bestimmte Organe einwirkend, charakteristische Symptome hervorrufen, welche letztere unter den besagten Umständen selbstverständlich nur insoweit zur Erscheinung kommen können, als dies überhaupt an derartig verstümmelten Thieren möglich ist. So gelingt es, durch subcutane Injection von Curare bei solchen Thieren eine Lähmung sämtlicher motorischer Nerven hervorzurufen; durch die hypodermatische Application von Strychninum nitricum kann man Anfälle von deutlich ausgesprochenem Tetanus erzielen; durch Einführen von Coniin in den Organismus solcher Thiere lässt sich eine Lähmung der intramuskulären Nervenendigungen und weiterhin der motorischen Nervenstämmen hervorbringen. Ferner kann man bei diesen Thieren die wesentlichsten Erscheinungen der Veratrinvergiftung erzeugen, namentlich allgemeine tetaniforme Convulsionen, die in Paroxysmen auftreten, schliesslich sehr herabgesetzte Erregbarkeit der Muskulatur gegen directe Reize, ja völlige Lähmung der quergestreiften Körpermuskeln. Endlich treten bei diesen Fröschen auch die Wir-

kungen des Kali nitricum, des Chloroforms, Chloralhydrats (Einwirkung auf Rückenmark und Herz) nach Einbringen der genannten Stoffe in den Organismus ein. Dagegen muss bemerkt werden, dass die charakteristischen Symptome der Nicotin- und Digitalinvergiftung bei diesen Thieren theils gar nicht, theils nur unvollständig nach Einverleibung der genannten differenten Substanzen hervorgerufen werden konnten. Bei dem letztgenannten Stoffe, dem Digitalin, erklärt sich dieser nicht selten constatirte negative Erfolg übrigens einerseits daraus, dass dieser Stoff auch auf völlig unversehrte, normale Frösche nur einen im Ganzen geringen Einfluss ausübt, andererseits daraus, dass die in Rede stehenden Versuchsthiere zum Theil der nervösen Apparate, z. B. des Hemmungsnervencentrums des Herzens beraubt waren, auf welche das Digitalin ohne Zweifel vorzugsweise seine Wirkungen äussert.

Es muss hier aber noch besonders hervorgehoben werden, dass der Uebergang ins Blut und die Wirkungen der meisten der genannten Stoffe nicht nur an solchen Fröschen erzielt werden konnten, denen das Gehirn und die Medulla oblongata extirpirt waren und die nur das Rückenmark unversehrt besaßen, sondern sogar auch an solchen Fröschen, denen ausser Gehirn und Medulla oblongata selbst noch ein Theil des Rückenmarks, und zwar derjenige Theil desselben, von dem die vorderen Extremitäten innervirt werden, entfernt worden war, denen mithin von den cerebrospinalen Nervencentren nur noch ein Theil des Rückenmarks erhalten blieb.

4) Die Resorptionsvorgänge, die Aufnahme von Stoffen in's Blut und ihre Fortführung durch die Blutgefässe, hören gänzlich auf, sobald sämtliche Centralorgane des cerebrospinalen Nervensystems vernichtet, oder, was für die Resorptionsprozesse gleichbedeutend ist, sobald die Medulla oblongata und das Rückenmark völlig zerstört sind.

Man kann Fröschen, denen Gehirn und Rückenmark, oder das verlängerte Mark und Rückenmark vollständig extirpirt wurden, wenige Minuten nach Ausführung dieser Operation Stoffe, die durch ein bedeutendes Diffusionsvermögen ausgezeichnet, unter normalen Verhältnissen äusserst schnell resorbirt werden, auf solche Applicationsstellen bringen, von denen erfahrungsgemäss die Resorption solcher Stoffe unter normalen Bedingungen in kürzester Zeit erfolgt — und trotzdem wird bei diesen Fröschen der Ueber-

gang jener Stoffe in's Blut und ihre Weiterbeförderung durch den Blutstrom nicht eintreten. Der Resorptionsprozess ist durch die Entfernung jener Centra für immer aufgehoben. Es lässt sich bei solchen Fröschen z. B. das Ferrocyankalium, selbst innerhalb zwei bis drei und mehr Stunden nach seiner Einverleibung, durch Eisenchlorid im Blute nicht nachweisen. Injicirt man solchen Fröschen mittelst einer Pravaz'schen Spritze etwa 1 Cubikcentimeter einer mässig concentrirten Curarelösung in einen Unterschenkel, und legt nach $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunde beide Nervi ischiadici frei, so zeigt sich, dass die motorischen Fasern des Nervus ischiadicus und ihre Endverzweigungen auf der, durch die directe Application des Curare vergifteten Seite allerdings völlig gelähmt sind, auf der anderen Seite dagegen durchaus nicht; denn während der Nervus ischiadicus der vergifteten Seite selbst auf Reizung mit den stärksten Inductionsströmen nicht mehr durch Muskelcontractionen des von ihm versorgten Schenkels antwortet, kann schon eine schwache mechanische oder electricische Reizung (mit schwachen Inductionsschlägen) des Nervus ischiadicus der anderen, nicht direct vergifteten Seite lebhaft Muskelcontractionen des zugehörigen Schenkels auslösen. Ein dem soeben beschriebenen ganz analoges Resultat erhält man, wenn man statt des Curare das Coniïn in der bezeichneten Weise anwendet, und nach Verlauf von $\frac{3}{4}$ —1 Stunde die Nervenirregbarkeit prüft. Die angegebene Erscheinung erklärt sich daraus, dass die genannten Stoffe, von denen, wie bekannt, namentlich das Curare durch die Fähigkeit sich auszeichnet, äusserst schnell zu diffundiren, zu Folge der Einspritzung in den Schenkel theils schon durch die Injection selbst in unmittelbare Berührung mit den intramuskulären Nervenendigungen und motorischen Nerven des betreffenden Schenkels gebracht werden, theils aber durch Diffusion relativ schnell zu jenen, ihnen zunächst gelegenen Nerven gelangen, und diese dann allmählich afficiren d. h. lähmen, so dass nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ —1 Stunde die motorischen Nerven des direct vergifteten Schenkels allerdings nicht mehr erregbar sind, die motorischen Nerven dagegen des anderen nicht vergifteten Schenkels sowie des ganzen übrigen Körpers ihre Erregbarkeit durch jene Gifte nicht einbüßen, aus dem Grunde eben, weil jene Substanzen nicht resorbirt werden, nicht in die Blutbahn gelangen und in ihr nicht fortgeführt werden.

Fragt man nun, in welcher Weise der Einfluss gewisser Centraltheile des Nervensystems auf die Resorptionsvorgänge zu Stande komme und sich geltend mache, und wodurch die Abhängigkeit des Resorptionsprozesses von diesen Centralorganen bedingt werde, so kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass jene Centralorgane nur insofern die Resorptionsprozesse beeinflussen können, als sie für die Thätigkeit und die Functionen des Gefäßsystems überhaupt und speciell für die Blutcirculation von directer, wesentlichster Bedeutung sind. Man gelangt hiernach zu dem, sofort näher zu begründenden Schlusse.

5) Die Centralorgane, Medulla oblongata und Rückenmark können ein jedes für sich und unabhängig von dem anderen nur aus dem Grunde die Resorptionsvorgänge unterhalten, weil an die Existenz und Functionsfähigkeit eines jeden dieser Organe das Fortbestehen der Blutcirculation gebunden ist. Die vollständige Zerstörung dagegen der Medulla oblongata und des Rückenmarks oder des ganzen Gehirns und Rückenmarks hebt die Resorptionsprozesse und zwar zu Folge dessen auf, dass durch die Entfernung dieser Organe der Blutkreislauf zum Stillstande gebracht wird.

Dass bei Fröschen, denen von den Centralorganen nur die Medulla oblongata unverletzt erhalten bleibt, die Blutcirculation fortbesteht, bedarf keines weiteren Beweises; es ist dies schon durch frühere Versuche, namentlich durch die Untersuchungen Bidder's und Volkmann's zur Genüge festgestellt, und ergibt sich auch zweifellos aus den oben beschriebenen Versuchen, welche darthun, dass eine Aufsaugung und Fortführung von Stoffen nach Entfernung aller Centralorgane mit alleiniger Schonung der Medulla oblongata stattfindet. — Ferner geht aber aus meinen, soeben mitgetheilten Versuchen zur Evidenz hervor, dass auch bei Fröschen, denen das ganze Gehirn mit Einschluss der Medulla oblongata zerstört und nur das Rückenmark erhalten ist, der Blutkreislauf und der Resorptionsprozess von Statten geht; überdies kann man sich von dem Bestehen der Blutcirculation durch die mikroskopische Untersuchung der Schwimmbläute dieser Thiere überzeugen, in deren Capillaren der Kreislauf nicht auffallend von dem unverletzten Thiere unterschieden ist. —

Es erübrigt aber noch, zu beweisen, dass nach der vollständigen Zerstörung der Medulla oblongata und des Rückenmarks oder

nach Entfernung aller Centralorgane des cerebröspinalen Nervensystems, der Blutkreislauf sofort oder in kürzester Zeit aufhört. Dass nun in der That bei Fröschen, denen die genannten Centralorgane entfernt sind, der Blutkreislauf nicht mehr stattfindet, erhellt aus folgenden Wahrnehmungen. Zunächst deuten hierauf schon gewisse, ganz constant auftretende Erscheinungen, die man bei der Beobachtung der Herzthätigkeit solcher Frösche, deren Hirn und Rückenmark entfernt sind, bemerkt. Legt man einem solchen Frosch das Herz bloss, so sieht man, dass nach wenigen Minuten eine augenfällige und rasch zunehmende Blutleere des Herzens sich einstellt, indem während der Diastole dem Herzen aus den Hohlvenen immer weniger Blut zugeführt wird und daher der Ventrikel während der Systole anfangs noch ganz geringe Mengen und bald gar kein Blut mehr in die Aorta entleert; die Vorhöfe erscheinen bald schlaff, zusammengesunken, enthalten kaum wenige Tropfen Bluts, schneidet man die Aorta an, so ergiessen sich aus dieser anfangs nur wenige Tropfen, dann aber gar kein Blut mehr während der Ventrikelcontractionen. Ferner beweist, nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark der Umstand das Aufhören der Blutcirculation, dass, wie oben bereits gezeigt, die Resorption und Fortführung dem Thierkörper einverleibter Stoffe nicht mehr von Statten geht, dass von keinem Applicationsorte aus, auch nicht die geringsten Quantitäten erfahrungsgemäss leicht resorbirbarer und schnell diffundirender Stoffe resorbirt werden. — Bringt man in den dorsalen Lymphsack solcher Frösche eine gemessene Menge, etwa 1—2 Cubikcentimeter einer Flüssigkeit (destillirtes Wasser, eine diluirte Kochsalzlösung etc.), so wird selbst im Verlauf mehrerer Stunden nichts von dieser Flüssigkeit resorbirt. — Injicirt man einem Frosch, dem Hirn und Rückenmark exstirpirt sind, in die Unterschenkelmuskulatur der einen Seite eine Curarelösung, so werden, wie oben bereits gezeigt, nach einiger Zeit nur die motorischen Nerven des vergifteten Schenkels gelähmt, während die motorischen Nerven sowohl des anderen Schenkels, als auch des ganzen übrigen Körpers vom Gifte völlig verschont bleiben, zum Zeichen, dass das Gift (Curare) nur auf die Nerven der Applicationsstelle wirkt, mit welchen es direct und unmittelbar in Berührung gebracht wird, oder zu denen es leicht durch Diffusion gelangen kann; dass die differente Substanz aber nicht durch die Blutgefässe zu den anderen Extre-

mitäten befördert wird, was unter normalen Verhältnissen doch binnen weniger Minuten geschieht. In dieser Hinsicht verhält sich ein Frosch, dem Gehirn und Rückenmark zerstört sind, ganz analog einem Frosch, bei dem man den Blutkreislauf durch Unterbindung oder Exstirpation des Herzens oder durch Unterbindung des Aortenbulbus völlig unterbrochen und zum Stillstande gebracht hat. In diesem wie in jenem Falle afficiren das Curare oder das Coniin nur die motorischen Nerven der Applicationsstelle und können nur zu Folge von Diffusion durch die Gewebeparenchyma weitergeführt werden, werden jedoch in keinem Fall durch die Blutgefäße resorbiert und durch den Blutstrom im Organismus verbreitet. —

Endlich ergibt die Beobachtung der Schwimmhäute unter dem Mikroskop, dass nach vollständiger Zerstörung des Hirns und Rückenmarks oder der Medulla oblongata und des Rückenmarks die Blutbewegung in den Schwimmhautcapillaren sehr bald gänzlich stockt; fast unmittelbar nach vollständiger Entfernung der genannten Centralorgane sieht man in den meisten Gefäßen der Schwimmhaut keine Bewegung der Blutkörperchen mehr; nur in einzelnen wenigen Capillaren kann man noch während einiger (10—20) Minuten eine Bewegung der Blutkörperchen beobachten, die Bewegung wird jedoch schon während der Beobachtung auffallend langsam und unregelmässig, um endlich gänzlich aufzuhören. Freilich lassen sich hin und wieder Bewegungen von Blutkörperchen in einzelnen Gefäßen der Schwimmhaut auch längere Zeit nach der Zerstörung von Gehirn und Rückenmark wahrnehmen oder vielmehr hervorgerufen, namentlich durch Bewegung und Lageveränderung des Untersuchungsobjects, allein jene Bewegungen sind von den normalen Kreislaufbewegungen meist schon durch die ungleich geringere Geschwindigkeit, die Unregelmässigkeit und Inconstanz merklich unterschieden, lassen sich durch Lageveränderungen des Untersuchungsobjects theils beschleunigen, theils zum Stillstand bringen und hören meist nach kurzer Zeit völlig auf. Dass in einem Flüssigkeit führenden Netzwerk oder Röhrensystem vorübergehende Bewegungen der Flüssigkeit durch Lageveränderung, Bewegung, Hebung, Senkung etc. der, die Flüssigkeit führenden, mit einander communicirenden Kanäle eintreten können und müssen, ist an und für sich leicht verständlich. Somit kann eine Bewegung der Blutkörperchen in den Gefäßen der Schwimmhaut allein keineswegs

ein sicheres Kriterium abgeben für das Bestehen des Blutkreislaufs; es kommt eben hierbei einmal nicht nur auf die Stromgeschwindigkeit des Bluts und auf die Regelmässigkeit der Bewegung, sondern aber hauptsächlich auf die Dauer und Constanz der letzteren an. Eine derartige Bewegung von Blutkörperchen in den Gefässen der Froschschwimmhaut, wie sie nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark mitunter beobachtet wird, darf an und für sich auch aus dem Grunde nicht als ein Zeichen bestehender Blutcirculation aufgefasst werden, weil selbst nach notorischer Unterbrechung und völligem Stillstande des Blutkreislaufs zu Folge Unterbindung oder Exstirpation des Herzens oder nach Unterbindung des Aortenstammes gar nicht selten derartige vorübergehende meist äusserst langsame, zuweilen aber auch mit fast normaler Geschwindigkeit vor sich gehende Bewegungen der Blutkörper in einzelnen Schwimmbautgefässen wahrgenommen werden können. —

In den Fällen, in denen man ein längeres Fortbestehen von Blutbewegungen in den Capillaren der Schwimmbaut nach Zerstörung von Hirn und Rückenmark beobachtet haben will, ist entweder die Zerstörung der Centralorgane nicht eine vollständige gewesen und namentlich der, der gänzlichen Zerstörung leichter entgehende untere Theil des Rückenmarks mit dem Filum terminale nicht völlig vernichtet worden, oder man hat die soeben beschriebenen Bewegungen irrthümlicher Weise für Kreislauferscheinungen gehalten. —

Wenn somit behauptet werden darf, dass Zerstörung der Medulla oblongata und des Rückenmarks den Blutkreislauf sistirt, so kann dies füglich nur bedingt sein durch den aufgehobenen Einfluss jener Centralorgane entweder auf die Thätigkeit des Herzens oder auf die Function des ganzen übrigen Gefässrohrs.

Was die Veränderungen der Herzthätigkeit nach Exstirpation von Hirn und Rückenmark anlangt, so lassen sich diese, wie oben gezeigt wurde, hauptsächlich von der ungenügenden und schliesslich ganz unterbrochenen Zufuhr von Blut zum Herzen herleiten: das Herz wird allmählich fast blutleer und arbeitet eben völlig nutzlos, seine Thätigkeit wird gänzlich unwirksam, weil ihm kein Blut mehr zufließt; dabei erscheint jedoch, wenigstens während der ersten Stunden nach Ausführung der Operation weder die Frequenz noch auch die Stärke der Herzcontractionen wesentlich beeinträch-

tigt¹⁾), das Herz pulsirt noch einige Stunden nach Zerstörung von Hirn und Rückenmark fort, und wenn man ihm künstlich Flüssigkeit zuführt, z. B. durch die Vena abdominalis eine diluirte Kochsalzlösung oder Blutserum in's Herz injicirt, so contrahirt sich das Herz, sowohl Vorhöfe als Ventrikel, kräftig und regelmässig, die Aorta füllt sich etc. Wenn also die Zerstörung von Gehirn und Rückenmark die Herzthätigkeit jedenfalls nicht in soweit alterirt oder beeinträchtigt, dass hierdurch eine Sistirung des Blutkreislaufs zu Stande kommen könnte, so muss letztgenannte Erscheinung (das Aufhören der Blutcirculation) wohl zweifellos ihren Grund in dem aufgehobenen Einfluss der Medulla oblongata und des Rückenmarks auf das Gefässrohr haben, denn bekanntlich nicht blos das Herz, sondern auch das ganze übrige Gefässrohr wird von der Medulla oblongata und Medulla spinalis aus innervirt: die glatten Gefässmuskeln sowohl der Arterien als der Venen beziehen, wie längst bekannt, ihre Nerven, welche meist in sympathischen Bahnen verlaufen, von jenen Centralorganen. Diese sogenannten vasomotorischen Nerven befinden sich während des Lebens meist in einem continuirlichen „tonischen“ Erregungszustande, und unterhalten dadurch eine beständige schwache Contraction der glatten Gefässmuskulatur, den „Gefässtonus“. Dieser letztere nun ist, wie frühere Versuche schon höchst wahrscheinlich gemacht haben (vergl. hierüber in's Besondere: Fr. Goltz, Ueber den Tonus der Gefässe und seine Bedeutung für die Blutbewegung. Dieses Archiv 1864. Bd. XXIX. S. 394) von wesentlichster Bedeutung für die Blutbewegung, ja ein Factor, der den Blutkreislauf ermöglicht,

¹⁾ Es sei hier bemerkt, dass ich nach alleiniger Zerstörung von Medulla oblongata und Hirn einerseits, sowie andererseits nach alleiniger Zerstörung des Rückenmarks allerdings Veränderungen in der Frequenz der Herzcontractionen, obschon nicht völlig constante beobachtet habe; meist trat nach Exstirpation des Hirns mit der Medulla oblongata eine ziemlich bedeutende Beschleunigung der Herzcontractionen ein, während nach Zerstörung des Rückenmarks allein, wenn diese Operation mit möglichster Schonung der Medulla oblongata, mit Vermeidung von Quetschung, Zerrung etc. der letzteren vorgenommen war, fast stets eine recht auffallende Herabsetzung der Frequenz der Herzcontractionen beobachtet wurde; die Zahl der Herzcontractionen verminderte sich innerhalb $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunde nach der Operation etwa um die Hälfte; es sank z. B. in einem Falle die Zahl der Herzcontractionen binnen 25 Minuten von 68 auf 32 in der Minute.

während die Herzthätigkeit die Blutbewegung allerdings erzeugt. Und in der That sprechen sowohl manche frühere Beobachtungen und Untersuchungen als auch die vorliegenden Versuche sehr zu Gunsten der Annahme, dass, wie einerseits der Gefässtonus eine nothwendige Bedingung der Blutbewegung ist, so andererseits die Aufhebung dieses Tonus eine gänzliche Sistirung des Kreislaufs unbedingt zur Folge haben muss.

Dass unter normalen Verhältnissen ein continuirlicher tonischer Erregungszustand der vasomotorischen Nerven besteht, der von der beständigen automatischen oder vielleicht reflectorischen Action ihres nervösen Centralorgans abhängig gedacht werden muss, dies ist für die meisten der sogenannten Nerven experimentell erwiesen; es geht dies unmittelbar aus der bekannten Thatsache hervor, dass Durchschneidung der vasomotorischen Nerven eines Organs oder Vernichtung ihres Centrums eine Erschlaffung und Erweiterung der Arterien mit den hiervon abhängigen Erscheinungen in dem betreffenden Körpertheil bewirkt. Es ergibt sich hieraus, dass, wenn zu Folge der Zerstörung der Centralen aller vasomotorischen Nervenfasern, der Tonus sämmtlicher Gefässmuskeln im ganzen Gefässrohr erlischt, dies unbedingt eine Erschlaffung und Erweiterung des ganzen Gefässrohrs hervorrufen und diese Erweiterung des Gefässrohrs ihrerseits nothwendiger Weise die Spannung, in welcher sich das Blut normaler Weise im Gefässsystem befindet, aufheben muss; mit dem Aufhören der Spannung des Blutes aber schwindet die erste und ganz unumgängliche Bedingung der Blutbewegung. Der Blutkreislauf stockt und zugleich hiermit erlischt der Resorptionsprozess d. h. es erfolgt nunmehr weder eine Aufnahme von Stoffen in's Gefässrohr, noch eine Fortführung derselben durch den Blutstrom.

Allein der soeben beschriebene Zustand des Gefässsystems tritt, wie aus den oben mitgetheilten Versuchen hervorgeht, nur dann ein, wenn sowohl Medulla oblongata als Rückenmark völlig zerstört sind. Sowohl Blutkreislauf als Resorption, bestehen aber fort bei alleiniger Existenz entweder des verlängerten Marks oder des Rückenmarks, ja sie dauern fort selbst bei nur theilweiser Erhaltung des Rückenmarks und völliger Zerstörung des ganzen übrigen cerebrospinalen Centralnervensystems. Jedes der sogenannten Centralorgane für sich ist, wie man annehmen muss, im Stande für

die Dauer seiner Leistungsfähigkeit den Tonus der Gefässe wenigstens in soweit zu unterhalten, als zum Fortbestehen der Blutbewegung unerlässlich erforderlich ist.

Es muss hier nun ganz besonders hervorgehoben werden, dass, nach den Untersuchungen von Goltz, das Aufhören der Blutcirculation nach Zerstörung von Medulla oblongata und Rückenmark vorzugsweise, ja vielleicht allein, in der, durch die Elimination jener Centralorgane bedingten Aufhebung des Arterien- und Venentonus gesucht werden muss. Durch jene Untersuchungen ist dargethan, dass die Spannung des ruhenden Blutes nicht sowohl durch die Elasticität des Gefässrohrs, als vielmehr durch die tonische Contraction der glatten Gefässmuskulatur erzeugt wird, dass somit der Gefässtonus es ist, der den gleichmässigen Druck bedingt, unter dem das ruhende Blut (die Herzthätigkeit fortgedacht) sich überall im Gefässsystem befindet, dass der Tonus die Ursache ist, dass das Gefässrohr unter normalen Verhältnissen mit Blut überfüllt ist, das Gesamtvolumen des Blutes mithin grösser ist als das Lumen des tonisch contrahirten Gefässrohrs. Wird nun zu Folge der Zerstörung des verlängerten Marks und Rückenmarks der Tonus des gesamten Gefässrohrs aufgehoben, so wird hiermit auch die Spannung des Blutes, der Druck, unter dem es stand, aufhören, das nunmehr erweiterte und erschlaffte Gefässrohr wird durch die Gesamtblutmasse nicht mehr strotzend gefüllt, während das tonisch contrahierte Gefässrohr durch dieselbe Blutmasse überfüllt wurde; es tritt mit anderen Worten ein derartig abnormes Missverhältniss zwischen Gefässraum und Gefässinhalt (Gesamtvolum des Blutes) ein, dass die Blutcirculation nicht mehr stattfinden kann; zum Herzen erfolgt keine Blutzufuhr mehr und, trotzdem dass die Herzcontractionen noch fortdauern (beim Frosch), wird die Herzthätigkeit eine völlig fruchtlose, für die Blutbewegung gänzlich unwirksame.

Dass in der That ein derartiges Missverhältniss zwischen Gefässraum und Gefässinhalt, welches zu Folge der Aufhebung des normalen Contractionszustandes der glatten Gefässmuskulatur nach Zerstörung der Medulla oblongata und des Rückenmarks sich einstellt, die Hauptursache des Aufhörens der Blutbewegung ist, geht auch aus folgendem Versuche hervor, den ich nach der Angabe und dem Vorgange von Prof. Goltz anstellte. Wenn bei einem

Frosch nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark ein völliger Stillstand des Blutes in den Gefässen eingetreten ist, und man sich hiervon durch mikroskopische Untersuchung der Schwimmhäute überzeugt hat, so kann man, freilich auf kurze Zeit nur, den Blutkreislauf dadurch wieder herstellen, dass man durch eine, in die grosse Vene (*Vena impar*) der Bauchwand gebrachte Kanüle eine Flüssigkeit, z. B. eine diluirte Kochsalzlösung, in grösserer Menge (etwa 4—5 Cubikcentimeter) dem Herzen allmählich zuführt; das Herz beginnt alsbald ausgiebig zu arbeiten, die Aorta und ihre Aeste füllen sich wieder vollständig und in den Schwimmhautcapillaren sieht man überall eine der normalen fast gleiche Bewegung der Blutkörperchen eintreten. Dieser künstlich erzeugte Kreislauf dauert aber nur eine ganz kurze Zeit, weil die diluirte Salzlösung durch die nicht mehr tonisch contrahierte und dadurch für Flüssigkeit viel permeabler gewordene Gefässwand überaus schnell transsudirt und folglich sehr bald das frühere Missverhältniss zwischen Gefässraum und Gefässinhalt sich wiederum einstellt. —

Es braucht hier kaum erwähnt zu werden, dass das Aufhören der Bluteirculation und des Resorptionsprozesses nach Zerstörung von *Medulla oblongata* und *Medulla spinalis* des Frosches keinesfalls als Folge etwa des durch jenen Eingriff bedingten (meist übrigens nicht einmal sehr erheblichen) Blutverlustes gedeutet werden darf. Denn es lässt sich leicht experimentell darthun, dass man an Fröschen ungleich bedeutendere Blutentziehungen z. B. durch Amputation eines Schenkels, durch Anschneiden einer Aorta etc. vornehmen kann, ohne dass dadurch die Bluteirculation und die Resorptionsvorgänge sistirt würden; ja es lassen sich bekanntlich an fast völlig blutleer gemachten Fröschen durch Einverleibung differenter Substanzen deutlich ausgesprochene Vergiftungserscheinungen hervorrufen, die natürlich bei solchen Thieren nur ungleich langsamer als bei völlig normalen eintreten.

Uebrigens muss bemerkt werden, dass der Gefässtonus und mit ihm die Circulation und Resorption keineswegs bloss durch die mechanische Zerstörung der *Medulla oblongata* und des Rückenmarks aufgehoben werden kann. Eine Vernichtung des Gefäss-tonus kann vielmehr auch hervorgerufen werden vermittelst solcher Agentien, die entweder die Endigungen der vasomotorischen Nerven zu lähmen im Stande sind, wie z. B. das Curare in grossen Dosen,

oder die, wie man annehmen muss, die Centra der Gefässnerven im verlängerten Mark und Rückenmark paralyisiren z. B. das Nicotin. Durch Anwendung solcher Stoffe in relativ grossen Quantitäten lässt sich bei Fröschen die Circulation und Resorption sistiren, während das Herz noch längere Zeit hindurch seine Thätigkeit fortsetzt. — Jedoch muss hinsichtlich des Curare bemerkt werden, dass selbst an stark curarisirten Fröschen eine Fortdauer der Resorptionsvorgänge sich relativ lange nachweisen lässt; immerhin hören Circulation und Resorption meist viel früher auf, als die Herzpulsationen, indem das genannte Gift bekanntlich erst spät Herzparalyse durch Lähmung des muskulomotorischen Herznervensystems erzeugt. —

Man gelangt somit auf Grundlage des oben Erörterten zum Schlusse:

6) Die Zerstörung von Medulla oblongata und Rückenmark bedingt Aufhören der Blutcirculation und Resorption, indem durch die Entfernung jener Organe der continuirliche Erregungszustand sämmtlicher Gefässnerven erlischt, die glatte Muskulatur des ganzen Gefässrohrs erschlafft, der Gefässtonus und mit ihm die zum Blutkreislauf unumgänglich nothwendige Spannung des Blutes in den Gefässen schwindet.

So verschieden auch die physiologische Bedeutung des Herzens einerseits und des Gefässrohrs andererseits für den Blutkreislauf ist, so darf auf Grund des Vorstehenden behauptet werden, dass die Lähmung oder gänzliche Erschlaffung der Muskulatur des gesammten Gefässrohrs mit gleicher Nothwendigkeit, wie die Paralyse des Herzens ein Aufhören der Blutcirculation zur Folge haben muss.

Endlich aber halte ich mich auf Grund obiger Versuche zum Ausspruche berechtigt, dass die Hypothese von der Existenz eines allgemeinen Centralorgans für die vasomotorischen Nerven, dessen Sitz meist in die Medulla oblongata verlegt wird, nicht haltbar sei. Wenngleich nicht bezweifelt werden kann, dass in der Medulla oblongata ein wichtiges Centrum für die Gefässnerven gelegen sei, wofür auch die obigen Versuche directe Beweise liefern, so ergibt sich andererseits aus diesen Versuchen gleichfalls, dass auch im Rückenmark dergleichen Centra enthalten sein müssen, indem das Rückenmark selbständig und völlig unabhängig von den übrigen Centraltheilen des cerebrospinalen Nervensystems, ja nach gänzlicher Zerstörung dieser letzteren, den Gefässtonus zu unterhalten

im Stande ist, folglich also auch im Rückenmark Centra für den Tonus der Gefäßmuskulatur ihren Sitz haben müssen.

Es ist hier nunmehr besonders eines Umstandes noch Erwähnung zu thun. Während, nach der Auffassung von Goltz, der continuirliche Contractionszustand der Gefäßmuskulatur, der vom centralen Nervensystem abhängige Gefässtonus im Wesentlichen in der oben angegebenen Weise als wichtiges und unerlässliches Moment bei der Blutcirculation wirkt, ist von anderer Seite den Gefäßmuskeln eine wesentlich andere Bedeutung für den Kreislauf zugeschrieben worden; ja die meisten Autoren, welche die hierauf bezüglichen Versuche von Goltz theils nur erwähnen, theils dieselben wiederholt oder fortgesetzt haben, wie L. Hermann, v. Bezold und Gscheidlen und ganz neuerdings Dr. Franz Riegel, fassen den Einfluss der Gefäßmuskulatur auf die Blutbewegung in der Hauptsache durchaus anders auf, als dies Goltz gethan. Unter den genannten Forschern vindicirt Riegel namentlich Goltz das Verdienst, den Beweis erbracht zu haben, dass unabhängig vom Herzen (d. h. nach Ausschluss der Herzthätigkeit) durch die Thätigkeit und Contraction der Arterien und, wie er (Goltz) bewiesen zu haben glaubt, auch der Venen, eine Locomotion des Blutes bewirkt werde, die ganz im Sinne des normalen Kreislaufs wirke¹⁾. Allein weder ist dieser Beweis von Goltz geliefert, noch auch zu liefern versucht worden; vielmehr spricht Goltz in dem angezogenen Aufsatz sich direct dahin aus, dass der Gefässtonus nach Ausschliessung der Herzthätigkeit keine dauernde Blutbewegung zu erzeugen vermag, weil seine Wirkung keine rhythmische ist, dass die rhythmische Zusammenziehung des Herzens und der Tonus der Gefässe zusammenwirken müssen, wenn der Blutumlauf fortbestehen soll²⁾. — Aber auch auf Grundlage eigener Versuche gelangten v. Bezold und Gscheidlen³⁾, und im Wesentlichen die Resultate dieser Autoren bestätigend, auch Riegel zu dem Schlusse, dass die Contraktionen der glatten Ge-

¹⁾ Arch. f. d. gesammte Physiologie, herausgeg. v. Pflüger. 1871. Heft 8 u. 9. S. 376.

²⁾ Dieses Archiv Bd. XXIX. S. 421.

³⁾ Untersuchungen aus dem physiol. Laborat. in Würzburg, herausgegeben von A. v. Bezold. 1867.

Yässmuskeln, nach peristaltischem Modus und in geordneter Reihenfolge vor sich gehend, von den Arterien gegen die Capillaren und dann auf die Venen fortschreitend, als eine, in gleichem Sinne wie das Herz wirkende accessorische Triebkraft für die Blutbewegung angesehen werden müssten; sie glauben ferner annehmen zu dürfen, dass alle diese, an verschiedenen Organen (Schwimmhaut, Mesenterium, Zunge des Frosches etc.) beobachteten rhythmischen, spontanen Contractionen der Gefässe gleichartiger Natur seien, dass sie alle von einem gemeinsamen Centrum ausgingen d. h. dem Gefässnervencentrum, und halten es endlich für wahrscheinlich, dass das Halsmark ein direct locomotorisches Centrum, wenigstens unter normalen Kreislaufsverhältnissen, für die Blutbewegung darstelle¹⁾. Die besagten Gefässcontractionen sollten, jener Auffassung zu Folge, völlig unabhängig von der Herzthätigkeit erfolgen, und in der That führte eine Reihe von Riegel angestellter Beobachtungen und Experimente, die die Lösung der Frage nach der directen Beziehung der vasomotorischen Nerven zu der Locomotion des Blutes nach Ausschluss des Herzens zur Aufgabe hatten, zu dem Ergebniss, dass nach Abbindung des Herzens, das Blut in den Schwimmhaut-, Mesenterial- und Zungengefässen des Frosches stets, wenn auch mit beträchtlich verminderter Geschwindigkeit, nach der normalen Stromesrichtung vorwärts ströme, und dass in allen genannten Gefässgebieten sowohl nach directer Reizung des Halsmarks als auch nach percutaner Reizung verschiedener Stellen der Körperoberfläche constant eine sichtliche Stromesbeschleunigung eintrete.

Ohne hier näher auf die Frage einzugehen, welche Bedeutung für den Blutkreislauf jenen rhythmischen, spontanen Gefässcontractionen zukomme, und ob das, nach dem Ausschluss der Herzthätigkeit, in den Schwimmhaut- und Mesenterialgefässen wahrzunehmende Strömen des Blutes als ein Zeichen einer äusserst verlangsamen, im Wesentlichen aber der identischen Blutbewegung anzusehen sei, möchte ich hier nur einer Thatsache, die sich direct aus meinen Untersuchungen ergab, und die für die Entscheidung jener Frage vielleicht nicht ohne Wichtigkeit sein dürfte, Erwähnung thun.

Gesetzt nemlich, dass, nachdem das Herz des Frosches in der Art abgebunden, dass das Blut weder aus dem Herzen heraus noch

¹⁾ Riegel a. o. a. O. S. 376 u. 382.

zurück zum Herzen strömen kann, trotzdem in sämtlichen Gefässen des Froschkörpers eine, wenngleich überaus verlangsamte Fortbewegung des Blutes in der normalen Kreislaufdirection fortbesteht, so musste man annehmen, dass nach einem derartigen Eingriff (d. h. Unterbindung des Herzens) eine Resorption, eine Aufnahme dem Thierkörper einverleibter Stoffe in's Gefässrohr und eine Fortführung derselben durch die Bluthahn, wenn auch ungleich langsamer als unter völlig normalen Verhältnissen, erfolgen werde. Ich habe mich jedoch in zahlreichen Versuchen auf's Bestimmteste davon überzeugt, dass unter den genannten Umständen niemals eine Aufsaugung und Weiterbeförderung der den Fröschen zugeführten Stoffe durch den Blutstrom stattfindet. Sobald der Einfluss der Herzthätigkeit auf die Blutbewegung ausgeschlossen worden ist, ist hiermit auch unbedingt die Resorption aufgehoben. Es ist hierbei ganz gleichgültig, auf welcher Weise man den Blutkreislauf des Frosches unterbricht: ob durch Abbinden oder Exstirpation des Herzens, ob durch Unterbindung oder Anschneiden des Aortenbulbus, in keinem Falle und von keinem Applicationsorgane aus findet bei einem derartig behandelten Thiere eine Resorption dem Frosche einverleibter Stoffe statt; mag man zum Versuche auch die leichtest diffundirenden und resorbirbaren Stoffe wählen, wie Blutlaugensalz, Curare, Nicotin, Veratrin u. a., mag man sie unter die zur Resorption günstigen Bedingungen bringen, sie in den grössten Quantitäten anwenden, es erfolgt selbst innerhalb 2—3 und mehr Stunden keine Aufsaugung und keine Fortführung jener Stoffe durch die Gefässbahnen.

Schaltet man z. B. den Einfluss der Herzthätigkeit auf die Blutbewegung des Aortenstammes aus, und verfährt, um hierbei das Verhalten des Resorptionsvorganges zu prüfen, in der Weise, dass man unmittelbar nach dem Einschnitt in die Aorta eine relativ beträchtliche Quantität (etwa 1 Cubikcentimeter) einer mässig concentrirten Blutlaugensalzlösung entweder in den Unterschenkel oder in den dorsalen Lymphsack injicirt, so lässt sich in dem aus der Aortawunde sich ergiessenden Blut keine Spur des Blutlaugensalzes nachweisen, selbst wenn man die Prüfung des Blutes auf Ferrocyankalium so lange fortsetzt, als überhaupt noch Blut vom Ventrikel her in die Aorta gepresst wird. — In gleicher Weise bleiben die unter normalen Verhältnissen heftigst wirkenden Gifte (Curare,

Nicotin, Coniin u. a.) völlig wirkungslos, eben weil sie, nach aufgehobenem Einfluss der Herzbewegung auf die Blutcirculation, von den Blutgefässen nicht resorbirt werden, wenn man sie unter den genannten oder ähnlichen Bedingungen z. B. nach Unterbindung des Aortenbulbus oder des Herzens, dem Frosche einverleibt, dabei aber durch die Wahl der Applicationsstelle, durch entsprechende Lagerung des Thiers etc. es möglichst verhindert, dass das Gift durch die physikalischen Vorgänge der Diffusion und Imbibition zu den Organen gelange, auf welche es seine spezifischen Wirkungen äussert. — Injicirt man einem Frosch, dem man das Herz oder den Aortenstamm unterbunden, mittelst einer Pravaz'schen Spritze $\frac{1}{2}$ —1 Cubikcentimeter einer mässig concentrirten Curarelösung oder Coniin in den einen Unterschenkel, so findet man, dass nach Verlauf von 1—2 Stunden nur die motorischen Nerven des direct vergifteten Schenkels gelähmt sind, während alle anderen motorischen Nerven des Körpers selbst auf schwache mechanische oder electrische Reizung durch Contraction der zugehörigen Muskeln reagiren, woraus sich auf's Deutlichste ergibt, dass jene Gifte nicht von den Blutgefässen resorbirt und durch letztere nicht zu den Endverzweigungen der motorischen Nerven geführt wurden.

Jedoch muss bemerkt werden, dass die Stoffe, welche man Fröschen nach Unterbrechung ihres Blutkreislaufs einverleibt, allerdings von der Applicationsstelle aus allmählich weiter befördert werden; allein man kann, namentlich wenn man Substanzen anwendet, deren chemischer Nachweis leicht gelingt, sich mit geringer Mühe davon überzeugen, dass es in diesem Falle sich nicht um eine Aufnahme der Stoffe in die Blutgefässe und eine Fortführung derselben in der Blutbahn handelt, sondern dass die injicirten Stoffe einfach auf dem Wege der Diffusion und Imbibition von dem Applicationsorgane aus nach und nach zunächst in die benachbarten Organe und Gewebe gelangen, sodann allmählich auch in die entfernteren Körpertheile übergehen. Ohne Zweifel sind auch die Ergebnisse einer Reihe von Goltz ¹⁾ angestellter Versuche in der angegebenen Weise zu deuten. Goltz fand nemlich, dass wenn er Fröschen, denen er das Herz unterbunden hatte, eine concen-

¹⁾ Ueber die Aufsaugung und Fortführung von Giften nach Unterbrechung des Blutkreislaufs. Vorläufige Mittheilung v. Prof. Fr. Goltz, in Pflüger's Archiv f. Physiol. 1871. Heft 4. S. 147 u. 148.

trirte Lösung von salpetersaurem Strychnin theils in den Magen, theils mittelst einer Pravaz'schen Spritze in den Unterschenkel injicirte, das Strychnin, trotz der Unterbrechung des Blutkreislaufs, sich bis zum Rückenmark der Frösche fortbewegte und etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Injection die charakteristischen Erscheinungen der Strychninvergiftung hervorrief. Aber auch in diesen Versuchen handelt es sich, wie unschwer zu erweisen, um eine von der Applicationsstelle, dem Magen oder dem Unterschenkel ausgehende allmähliche Weiterverbreitung des Giftes auf dem Wege der Diffusion durch die verschiedenen Körperbewegungen. Einmal nemlich treten ausgesprochene Vergiftungserscheinungen bei jenen Fröschen, nach Unterbrechung des Kreislaufs, nur nach Injection relativ sehr bedeutender Giftmengen und bei Anwendung sehr concentrirter Strychninlösungen ein; sodann erfolgt der Strychnintetanus in diesen Fällen keineswegs mit der Constanz, die man annehmen müsste, wenn die Weiterbeförderung des Giftes von der Blutbewegung oder den Gefässcontractionen wesentlich abhängig oder durch sie bedingt wäre; gar nicht selten kommt es vor, dass Frösche, denen man, nach Unterbindung des Herzens, eine beträchtliche Quantität einer gesättigten Strychninsalzlösung zugeführt hat, zu Grunde gehen, ohne dass die geringsten Vergiftungssymptome sich gezeigt hätten. Ferner aber kann man zeigen, dass an Froschleichenamen, bei denen jede Spur von Blutbewegung schon längst geschwunden, eine Weiterbeförderung von Substanzen, wie Strychnin, Blutlaugensalz etc. durch die Körpergewebe und zwar kaum langsamer erfolgt, als dies bei Thieren, denen man das Herz unterbunden, der Fall ist; hier aber, an den Froschleichenamen, kann die Fortbewegung und Verbreitung jener Substanzen im Körper, lediglich doch nur durch die Diffusionsvorgänge bedingt sein. Erwägt man nun noch, dass die directen Entfernungen oder Wege, die die Strychninsalzlösung zurückzulegen hat, um entweder vom Magen oder vom Oberschenkel aus (denn injicirt man mittelst einer Pravaz'schen Spritze etwa $\frac{1}{2}$ —1 Cubikcentimeter Strychninlösung in den Unterschenkel, so gelangt nun schon während der Injection ein grösseres oder geringeres Giftquantum in den unteren Theil des Oberschenkels) durch Diffusion das Rückenmark zu erreichen, doch nur sehr kurze sind, dass das Diffusionsvermögen der Strychninsalze ein recht bedeutendes ist und dass es bei Fröschen nur der

allergeringsten Strychninquantitäten bedarf, um durch Affection des Rückenmarks Tetanus hervorzurufen, so kann es wohl kaum zweifelhaft sein, dass auch in den Fällen, in denen Strychnininjectionen nach Herzunterbindung Vergiftungserscheinungen hervorriefen, die Fortführung des Giftes vom Applicationsorgane bis zum Rückenmark einfach nur durch Diffusionsvorgänge vermittelt wurde, ein Schluss, der um so gerechtfertigter erscheint, als von allen zur Untersuchung verwandten Stoffen — und ich habe eine grosse Zahl der heftigst wirkenden Alkaloide und anderer Substanzen zu solchen Versuchen in Anwendung gebracht — das Strychnin der einzige war, der unter den besagten Umständen, wenngleich durchaus nicht in allen Fällen Vergiftungserscheinungen hervorrief, während, wie oben bereits erwähnt, es nie möglich war nachzuweisen, dass irgend einer der angewandten Stoffe, wenn er nach Herzunterbindung den Fröschen einverleibt war, von den Blutgefässen resorbiert und in den Gefässbahnen fortgeführt wurde.

Endlich muss hier noch der Umstand hervorgehoben werden, dass bei der Aufsaugung und Weiterbeförderung der bei den beschriebenen Versuchen angewandten differenten Substanzen das Lymphgefässsystem, die Lymphherzen und Lymphgefässe nicht wesentlich theilhaft zu sein scheinen. Dies ergibt sich aus der Wahrnehmung, dass, obgleich nach Herzunterbindung die Lymphherzen zu pulsiren fortfahren, dennoch ihre rhythmischen Pulsationen die Resorption und Fortbewegung der den Thieren einverleibten Stoffe zu vermitteln nicht im Stande sind. — Dass andererseits trotz des Aufhörens der Function der Lymphherzen, zu Folge der Vernichtung ihrer nervösen Centralorgane nach völliger Zerstörung des Rückenmarks, die Resorption und Weiterbeförderung der injicirten Substanzen stattfindet, wird durch die oben mitgetheilten Versuche direct erwiesen. —

Die den hier veröffentlichten Mittheilungen zu Grunde liegenden Versuche sind zum grössten Theil, mit freundlicher Erlaubniss des Herrn Prof. Dr. Goltz, dem ich dafür meinen besten Dank sage, im physiologischen Laboratorium zu Halle a. S. bereits im Sommer 1871 angestellt worden.

Kiew, im Februar 1872.
