

Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegung.

Die Art des Zusammenhanges des Nervus sympathicus mit Gehirn und Rückenmark, die Structur dieses Nerven, die Nervenfunctionen in den Organen, in welchen er sich verbreitet, weichen in einem Maße von dem Ursprunge und dem Baue der anderen Nerven und den Functionen der von jenem versorgten Organe ab, daß man über das Verhältniß desselben zu den anderen Nerven lange in einem Dunkel blieb, das bis heute noch bei Weitem nicht ganz gelichtet ist. Während auf der einen Seite die mannigfachen Verschiedenheiten dem N. sympathicus eine exceptionelle Stellung vorbehalten, giebt wieder auf der anderen die Beobachtung so viele Anknüpfungspunkte an die cerebrospinalen Nerven, daß nur von einer genauen Vergleichung zwischen anatomischem und physiologischem Verhalten beider Abtheilungen sich selbst dann noch Resultate erwarten lassen, wenn die Vergleichenungen auch nicht den ganzen Umfang des Gebietes umfassen.

Seit Bichat dreht sich hauptsächlich die Untersuchung um die Frage, ob der N. sympathicus und seine Ganglien als Nervenorgane zu betrachten seien, welche ihre Functionen auch unabhängig von dem Gehirn und Rückenmark zu entwickeln vermögen, oder ob sie ebenso abhängig davon seien, wie die cerebrospinalen Nerven. Bekanntlich hat Bichat das Leben in ein vegetatives und animales unterschieden und zu beweisen gesucht, daß das Gehirn und Rückenmark ohne direkten Einfluß auf das vegetative Leben seien, daß vielmehr dies unter der Herrschaft des Gangliensystems stehe. Wie bei sehr vielen Gehirnkrankheiten die Herzbewegung unverändert bleibe, so wirke auch Reizung der Centraltheile bei Thieren nicht auf dieselbe. Bichat sah im N. sympathicus eine Menge kleiner Nervencentra, wovon jedes Ganglion eines ausmache. — Es ist dies dieselbe Ansicht, welche in der Mitte des 18. Jahrhunderts von Lancisius vorbereitet, dann von Winslow, von Johnstone, von Broussais und Reil weiter gepflegt und ausgebildet wurde, und die der vorher gangbaren Meinung, daß der Sympathicus ein Gehirn- oder Rückenmarksnerve sei und entweder von oben nach unten (Haller) oder von unten nach oben (Petit) sich ausbreite, geradezu entgegenstand.

Von den Zeiten Bichat's bis heute haben manche neue Beobachtungen die anatomischen und physiologischen Kenntnisse von dem N. sympathicus und den Ganglien beträchtlich erweitert und den Gegenstand einer wissenschaftlichen Beurtheilung näher gerückt.

Es kann hier über die Functionen des genannten Nerven nicht viel mehr als ein Bruchstück geliefert werden, wenn man sich von dem Boden

408 Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegung.
der Erfahrungen nicht entfernen will. — Auf das anatomische Verhalten
des sympathischen Nerven werde ich mich nur kurz einzulassen haben, weil
der vorige Artikel dies gerade ausführlich behandelt.

Vergleichung der Structur des N. sympathicus mit der der cerebros spinalen Nerven.

Remak und nach ihm alle guten Beobachter haben gefunden, daß es
in den peripherischen Nerven Fasern giebt, welche breiter und im Mittel
fast noch einmal so breit sind, als andere. Volkmann und Bidder
haben sich das große Verdienst erworben, das Verhältniß zwischen schmalen
und breiten Fasern in den einzelnen Nerven und Körpertheilen zu ermit-
teln. Weil die schmalen in einem so großen Uebergewichte in dem N.
sympathicus vorkommen, so haben diese Forscher überall denselben den
Namen der sympathischen Fasern gegeben, einerlei wo sie sich finden. So
giebt es z. B. nach B. und B. sehr viele sympathische Fasern in den hin-
teren Nervenwurzeln des Rückenmarks. — Ueber den Unterschied beider
Faserarten vgl. dieses Werk B. II. p. 492.

Durch diese Untersuchungen ist die Stellung des N. sympathicus eine
ganz andere geworden. Er ist nur der hauptsächlichste Träger einer ganz
besonderen Art von Nervenfasern, welche übrigens eine sehr große Ver-
breitung haben. In ihm allein sind ebenso wenig sämtliche Fasern
dieses Systemes enthalten, als die breiten Fasern ganz von ihm ausge-
schlossen sind.

Es ist nun allerdings gegründet, daß Uebergänge zwischen den schma-
len und breiten Fasern bestehen, und man wird sich davon überzeugen
können, wenn man z. B. die Primitivfasern des N. vagus bei verschiedenen
Thieren mikroskopisch untersucht; nichts desto weniger bin ich, auf viele
Untersuchungen gestützt, ganz der Ansicht der genannten Forscher, und glaube,
daß ebenso wenig wie die Uebergangsformen bei anderen Naturobjecten die
Unterscheidung der Arten aufhebt, so auch hier. Wenn man seine Unter-
suchungen an Extremitäten-Nerven bei Säugethieren anstellt, z. B. am
N. ischiadicus, so wird man genöthigt, die beiderlei Nervenfasern als ver-
schiedene Species zu betrachten.

Anderer Fasern, welche neben den eigentlichen Nervenfasern im N.
sympathicus vorkommen, die s. g. organischen, gelatinösen oder Remak's-
schen Fasern, scheinen schon deshalb nicht zu den wahren Nervenfasern
zu gehören, weil sie bei verschiedenen Thierclassen, namentlich Fischen und
nackten Reptilien, so überaus selten sind, weil sie im Baue nicht mit den
Nervenfasern übereinkommen, die sich durch ihre dunkeln Conturen und
ihren mehr oder minder öligen Inhalt deutlich genug machen, und weil sie
gar nicht die Organe zu erreichen, sondern nur innerhalb der Nerven zu
verlaufen scheinen.

Das dritte Element des sympathischen Nerven macht das Bindegewebe
aus, welches hier in reichlicherer Menge, als in den übrigen Nerven ver-
breitet ist.

Während nun, wie mir scheint, es kaum mehr bezweifelt werden kann,
daß zwei verschiedene Nervenspecies, die eine mit breiten, die andere mit
schmalen Fasern den ganzen Körper durchziehen, indem bald die eine, bald

die andere in einzelnen Nerven und einzelnen Theilen das Uebergewicht hat, so ist man darüber noch nicht zum Abschluß gekommen, ob alle Nerven ihren Ausgangspunkt blos im Gehirn und Rückenmarke haben, oder ob auch Fasern aus den Ganglienkörpern entspringen. Die letztere Annahme ist zwar nicht neu, denn Hirsch und Andere haben solche Vermuthungen schon aufgestellt, aber es lagen ihnen keine solchen anatomischen Beobachtungen zu Grunde; und sie verschwinden gegen die in neuerer Zeit gemachten Untersuchungen, welche zu denselben Behauptungen führten. Namentlich hat Volkmann jene Annahme unterstügt. Zwei Thatfachen sind es, auf welchen der Satz ruht. Erstens haben C. H. Weber, Volkmann u. A. die Beobachtung gemacht, daß Nervenäste zusammen stärker, als der Stamm sind, wenn ein Ganglion an diesem vorhanden ist. Diese Beobachtung ist durchaus richtig. Man kann sich hiervon nirgends eine einsichtlichere Anschauung verschaffen, als nach Volkmann's Vorschrift an Fischeköpfen, wovon ich mich in der That oft überzeugt habe. An dem N. vagus bei Fischen findet sich in einiger Entfernung von seinem Ursprunge ein Ganglion, hinter welchem eine Menge Zweige sich weiter verbreiten. Es bedarf keines Maßstabes, um den bedeutend größeren Durchmesser der Äste zusammengenommen im Gegenfaze zu dem Stamme zu beurtheilen. Ganz ähnliche, wenn auch minder eklatante Beobachtungen macht man nicht nur bei anderen Thieren, sondern auch bei anderen Ganglien, so daß man an der Verstärkung der Nerven nach ihrem Austritte aus den Ganglien nicht wohl zweifeln darf. Ich habe Kiemenäste mit dem Ramus lateralis n. vagi verglichen und gerade wie Volkmann gefunden, daß erstere eine viel größere Menge schmaler Primitivfasern enthält, während im letzteren die breiten sehr vorwalten. Ich für meinen Theil bin durch solche Beobachtungen gleichfalls zur Ueberzeugung gelangt, daß die Verstärkung der Nerven jenseits der Ganglien mit einer Vermehrung der Primitivfasern verbunden ist. Hieraus folgt aber noch nicht, daß diese Fasern aus den Ganglienkugeln entspringen und zwar so lange nicht, bis es anatomisch nachgewiesen ist; oder wenn kein anderer Weg mehr möglich wäre. Dies ist aber allerdings der Fall. Man kann sich z. B. denken, daß es peripherische Fasern giebt, welche in den Ganglien umbiegen und zur Peripherie zurückgehen. Ich führe dies nur als einen möglichen Fall an, nicht, als ob ich daran glaubte. Der Ursprung von Nervenprimitivfasern aus der Mitte der Ganglien war indeß durch die sich rasch hinter einander folgenden Beobachtungen von Helmholtz, Will, Hannover, Kölliker und Bidder außer Zweifel gesetzt worden und der Gegenstand schien von anatomischer Seite erledigt, als die Entdeckungen von R. Wagner der Sache eine ungeahnte Wendung gaben. Aus dessen ausgedehnten Untersuchungen folgte, daß zwar mit den Ganglienkugeln Nervenprimitivfasern zusammenhängen, aber mit jeder Kugel sah er jedesmal an beiden Enden eine Primitivfaser, nie mehr oder weniger. So hat es also den Anschein, als ob eine Primitivfaser in eine Ganglienkugel eintrete und ebendieselbe, nachdem ihr Inhalt in Contact getreten mit dem Inhalte der Ganglienkugel, wieder austrete, und die Ganglienkugeln scheinen keine Vermehrung der Primitivfasern zu bewirken. Herr Professor Reichert aus Dorpat hat hier in Bonn Präparate aus einem Faden des N. trigeminus eines Hechts gezeigt, aus denen ich eine Anschauung von dem durch Wagner entdeckten Verlaufe der Primitivfasern erhielt, welche für mich überzeugend war. —

Durch diese Wagner'schen Entdeckungen tritt der N. sympathicus,

410 Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegung, wie es scheint, den cerebros spinalen Nerven wieder näher, indem dadurch sein Ursprung aus den Centraltheilen des Nervensystemes wahrscheinlicher wird. — Es ist jedoch noch nicht festgestellt, ob nicht auch neben den Ganglienkugeln mit 2 Fasern am entgegengesetzten Ende noch andere existiren, die nur mit einer Faser communiciren, was nach Wagner allerdings nicht vorzukommen scheint. — Aber auch selbst in diesem Falle darf man den Ausweg der Erklärung nicht übersehen, daß von jeder Ganglienkugel eine Faser peripherisch und eine andere central laufen könnte, und man könnte alsdann geneigt sein, die nach einer Richtung hinlaufenden Fäden mit receptiven Eigenschaften begabt anzusehen und die nach der anderen Richtung laufenden zur Reaction bestimmt halten. — Wir werden später auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen, wenn wir das physiologische Verhalten prüfen.

Die Functionen des N. sympathicus lassen sich von den Organen aus, in denen sich jener verbreitet, und von ihm selbst aus erforschen.

Einfluß der Reizung und Zerstörung von Theilen des Gehirns und Rückenmarks auf Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organen.

A. Herz.

Verschiedene ältere Beobachter haben theils ganz hypothetisch, theils durch Erfahrungen bewogen, die Annahme begünstigt, das die Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organe ihre Quelle im Rückenmarke und Gehirne habe. Namentlich war es die Herzbewegung, welche die Aufmerksamkeit besonders fesselte. So denkt sich Borelli (de motu anim. Hag. 1743. p. 88), daß im Gehirne ein Succus spirituosus unaufhörlich bereitet werde, welcher die Mündung der Herznerven berühre und besuche. Dieser Saft könne nur langsam durch die Nervenröhren fließen, und wirke deshalb auch noch eine Zeit lang auf das aus dem Körper ausgeschnittene Herz, welches deshalb fortschlage, — eine Erscheinung, welche er von der Schildkröte anführt. Die Nervenröhren der willkürlichen Muskeln seien nicht so weit offen und nicht so durchgängig für den Succus spirituosus, als die des Herzens, und deshalb bedürften sie einer stärkeren Erschütterung, wie eine solche durch Seelenthätigkeit möglich sei. Im Zorne, im Fieber sollte das Gehirn eine größere Menge dieser Flüssigkeit absondern, daher der häufigere Herzschlag.

Auf Beobachtungen sich beziehend hatten Th. Willis (cerebri anat. p. 36) und sein Freund R. Lower (de corde, Lond. 1669) dem kleinen Gehirne die Herrschaft über die unwillkürlichen Bewegungen zugeschrieben, theils weil Schläge auf den Hinterkopf und Verwundungen des Gehirns so leicht tödtlich seien, theils weil die Nerven, welche hauptsächlich den unwillkürlichen Bewegungen vorstanden (wozu Willis die trigeminus, abducens, facialis und vagus rechnete), ihren Ursprung im kleinen Gehirne nehmen. Diese Theorie hatte zwar damals Aufsehen gemacht und

Anhänger gefunden, wurde aber besonders durch Haller vollständig widerlegt.

Mehr als 100 Jahre später suchte Legallois den Einfluß des Rückenmarks auf die Herzbewegung durch neue Experimente zu beweisen. Aus denselben folgert er, daß weder von dem Gehirn, noch von der Muskelirritabilität, wie Haller glaubte, die Herzbewegung abhängt, daß vielmehr jeder Theil des Rückenmarks zur Contraction des Herzens beitrage, und daß man daher ein Thier ebenso durch rasche Zerstörung des Lenden-, wie des Hals- und Brustmarks tödten könne. Wenn man hingegen die Zerstörung langsam vornehme, so könne man es dahin bringen, daß nur ein kleiner Theil des Rückenmarks den Herzschlag erhalte. Dies gelinge aber nur dann, wenn man durch Unterbindung von Arterien eine geringere Kraft des Herzens fordere. Wenn man z. B. die Aorta abdominalis unterbinde, so könne man das Lendenmark vollständig zerstören, ohne daß das Herz dabei leidet. Selbst das Halsmark könne nach Unterbindung der Carotiden bei enthaupteten Thieren zerstört und die Herzbewegung doch noch unterhalten werden durch die übrigen Theile des Rückenmarks, obwohl hier der Tod am leichtesten erfolge. — Die Versuche von Legallois haben das Mißliche, daß dabei nicht Rücksicht darauf genommen ist, daß selbst das ausgeschnittene Herz bei Säugethieren zuweilen mehre Stunden, bei kaltblütigen Thieren noch einen ganzen Tag lang fort schlägt, und daß bei warmblütigen Thieren alle schweren Eingriffe in die Organisation und nicht allein Zerstörung des Rückenmarks den Tod und somit Stillstand des Herzens nach sich ziehen.

Eine große Anzahl von Beobachtern nach Legallois hat gezeigt, daß bei allen Thieren kürzere oder längere Zeit nach der Zerstörung des gesammten Gehirns und Rückenmarks das Herz und die Gedärme sich noch fortbewegten. Da nun aber nach jener Zerstörung das Athmen augenblicklich aufhört, so suchte man den endlichen Stillstand von der Unterbrechung des Athmens abzuleiten. In der That sah Flourens ein Huhn noch viele Monate fortleben, dem er die Hemisphären des großen Gehirns weggenommen hatte; Bidder beobachtete, daß Frösche, denen er vom 2. Wirbel an bis zum hintersten Ende das Rückenmark zerstört hatte, mehre Monate lang fortlebten, ohne daß der Herzschlag wesentlich gestört war; er sah ferner bis zu 14 Tagen Frösche leben, denen das gesammte Gehirn, aber nicht die Medulla oblongata zerstört war. Ich selbst sah eine Taube, der das gesammte große Gehirn aus der Schädelhöhle herausgenommen war, noch eine Woche leben, ohne sichtliche Störung der Circulation, und Frösche ohne Gehirn und Medulla spinalis eine ganze Woche. — Hingegen sterben alle Thiere rasch nach Extirpation des verlängerten Marks, kaltblütige später als warmblütige. — Obwohl man diese Erfahrung lange kannte, so hatte man auf der anderen Seite auch wieder Beobachtungen gemacht, welche einen direkten Einfluß des verlängerten Marks auf das Herz zu beweisen schienen. Wilson Philip, Longet, ich, Valentin hatten nach (mechanischen) Reizungen dieses Nerventheils die Bewegungen des Herzens sich vermehren, oder, wenn es stillstand, von Neuem entstehen gesehen.

Vor 7 Jahren habe ich Versuche an Säugethieren angestellt, um den Einfluß zu erfahren, welchen die Reizung der Centraltheile, namentlich des Gehirns, mittelst mechanischer und chemischer Reizmittel auf die Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organe hervorbrachte. Ich kam damals zum

Resultate, daß vom verlängerten Mark aus das Herz, von da und dem kleinen Gehirne aus Blase, Geschlechtsorgan und Mastdarm, von da und den Bier-, den Seh- und Streifenhügeln die Gedärme und der Magen in Bewegung gesetzt werden könnten, und sah die genannten Nerventheile und nicht den Sympathicus als Centralapparate für die unwillkürliche Bewegung an. Diese Beobachtungen hatten einen sehr großen Uebelstand, welcher darin besteht, daß sie nicht immer gelingen und daß man aus vielen Versuchen ohne Resultat hinweggeht. Ein zweiter Uebelstand lag in der Eigenthümlichkeit der Bewegung der eben genannten Organe. Weil diese sich nämlich sehr häufig spontan zu bewegen scheinen, weil ihre Bewegung wieder eintritt, nachdem sie schon aufgehört hatte, ohne sichtliche Einwirkung, so war man bei sehr vielen Experimenten in Zweifel darüber, was man der Spontaneität der Bewegung, was man der Reizung zuschreiben sollte. Namentlich war die Entscheidung beim Darne sehr schwer. — Ich hatte damals keineswegs diesen Einwurf mir verschwiegen. Aber ich hatte zum Glück oder Unglück bei einer Untersuchung, die sich auf eine ungewöhnlich große Anzahl von Thieren ausdehnte, Beispiele gesehen, wo auch bei der unbefangenen Anschauung der Erfolg so schlagend war, daß ich mich zu den ausgesprochenen Resultaten berechtigt fand; und ich glaube kaum, daß man diesen Grundsatz der Beurtheilung tadeln wird. Solche überzeugende Fälle, welche man gesehen haben muß, um nicht mehr zu zweifeln, sind allerdings selten, und ich gestehe jetzt selbst ein, daß man den Resultaten nicht eher Raum in der Wissenschaft gestatten kann, bis man die Methode gefunden hat, sie beständig hervorzurufen, — aber sie sind nicht unzuverlässig, und ich für meinen Theil hege die individuelle Ueberzeugung ihrer Richtigkeit, und sehe getrost der Zeit ihrer vollständigen Bestätigung entgegen, wie sie zum Theil schon bestätigt sind. Es versteht sich dabei von selbst, daß ich nicht auf die Erklärungsweise besonderen Werth lege, welche noch lange hypothetisch sein wird. Ich war darauf bedacht, Wege zu finden, auf welchen diese Versuche eine Sicherheit erlangen, welche einer exacten Wissenschaft zukommt. Zu diesem Zwecke habe ich die Bewegung des Herzens und des Darmes schon vor 2½ Jahren neuen Untersuchungen unterworfen, und bin darin zu wichtigen Resultaten gelangt, welche den Vorzug haben, daß sie niemals fehlen, wenn der Versuch richtig angestellt ist. Hinsichtlich der Herzbewegung ist es mir gelungen, 2 unten zu beschreibende Versuche zu entdecken, durch welche unbestreitbar nachgewiesen wird, daß das verlängerte Mark einen überwiegenden Einfluß auf dieselben hat, wodurch meine früheren Beobachtungen über den Gegenstand vollkommen bestätigt sind. Ungefähr zu derselben Zeit, wo ich mit meinen Versuchen über die Herzbewegung beim Frosche beschäftigt war, waren es auch die Gebr. Weber in Leipzig. Sie theilten dieselben schon im September 1845 der Naturforscherversammlung in Neapel mit. Ich hatte Nichts davon erfahren und Niemand in Bonn hatte Nachricht davon erhalten, bis zum Mai 1846, während ich bereits im Januar meine Versuche Vielen gezeigt hatte, und nachdem ich längst in verschiedene Zeitschriften Mittheilungen abgesandt hatte. Wenn also die Gebr. Weber ihre Entdeckungen zuerst publicirt haben, und ich ihnen also keineswegs die Priorität abstreite, so wurden dieselben von mir nicht weniger selbstständig gemacht. Auf die Anwendung des magneto-elektrischen Rotationsapparates zu Versuchen über Nerven- und Muskelthätigkeit wurde ich nicht, wie E. Weber angiebt, durch eine Mittheilung von Volkmann, sondern durch einen jungen,

jetzt verstorbenen Freund und Schüler, Dr. Hittorf, zuerst aufmerksam gemacht.

Ich gehe zur Beschreibung und Beurtheilung der beiden Versuche über, welche den Einfluß des verlängerten Marks auf die Herzbewegung nachweisen:

1. Versuch. Nimmt man einem Frosche das verlängerte Mark und das Rückenmark bis hinter den Nerven für die Vorderextremitäten weg, so vermindert sich nach 1 bis höchstens 2 Stunden regelmäßig der Herzschlag. Wenn der allervorderste Theil des verlängerten Marks noch sitzen bleibt, kann das Athmen noch fortbestehen, und dennoch nimmt der Herzschlag ab.

Um nicht zu Irrthümern veranlaßt zu werden, muß man wissen, daß das Froschherz gegen mechanische Erschütterung außerordentlich empfindlich ist; weshalb schon durch die Bloßlegung des Herzens allein dasselbe etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde seltener schlägt. So kann man dasselbe rasch zum Stillstande bringen, wenn man den ganzen Frosch mit Behemenz zur Erde wirft, wobei es keinen Einfluß hat, ob die Centraltheile des Nervensystems vorher hinweggenommen sind, oder nicht; ebenso zuweisen schon durch Akneipen einer Extremität, durch Bloßlegen des Rückenmarks u. s. w., während hingegen eine starke electricische Erschütterung diesen Einfluß nicht hat.

Die Abnahme der Herzschläge ist bei den einzelnen Thieren sehr verschieden, so daß sie manchmal nach $1\frac{1}{2}$ Stunden nur 7, manchmal 20 betrug, — Unterschiede, welche theils von der Größe des erstirpirten Nervenstückes, theils von Temperatur, Feuchtigkeit, Electricität der Luft, der Vollständigkeit der Respiration, dem Blutverluste u. s. w. abhängen mögen. —

Nicht selten beobachtete ich nach der Abnahme eine spontane Zunahme, ohne allen sichtlichen Einfluß neuer Reize, so daß das Herz nach 11 Stunden häufiger schlug, als nach 2 Stunden. Die Zunahme war aber nur gering. — Diese Erscheinung läßt sich der an die Seite setzen, daß an abgetrennten Gliedern die reizlos gewordenen Muskeln ohne sichtliche Ursache ihre Reizbarkeit wieder erhalten.

Nach vollständiger Wegnahme des verlängerten Marks kann, wie Bidder und ich beobachteten, das Herz noch 2 Tage fortschlagen.

2. Versuch. Wird das verlängerte Mark eines Frosches in die Kette eines durch einen magneto-electrischen Rotationsapparat entwickelten electricischen Stromes gebracht, so steht, sobald die Drehung beginnt, das Herz still und am ganzen Körper entsteht Tetanus. — Wird anstatt des verlängerten Marks das Rückenmark demselben Strome ausgesetzt, so dauern die Herzbewegungen ungestört fort, hingegen entsteht Tetanus in den willkürlichen Muskeln, der sich stärker am hinteren, als am vorderen Körpertheile zeigt. — Wenn man die Dräthe an dem vorderen und hinteren Körperende auf die Haut des auf dem Rücken liegenden und festgesteckten Frosches anlegt, so entsteht Tetanus am ganzen Körper, aber die Bewegung des Herzens bleibt unverändert.

Dieser Versuch gelingt jedesmal und kann zu jeder Jahreszeit angestellt werden. An demselben Frosche kann man ihn sehr häufig, vielleicht zehnmal, wiederholen, ohne daß sich eine wesentliche Aenderung zeigte. Man kann den Frosch so verstümmeln, daß alle 4 Extremitäten, ein Theil des Kopfes, alle Baucheingeweide entfernt sind, der Erfolg tritt dennoch ebenso sicher ein. Unter den mannigfaltigsten Modificationen habe ich den Ver-

sich gemacht, ohne daß ein anderes Resultat kam, wovon sich die meisten Professoren und Docenten der hiesigen Facultät, viele praktische Aerzte, sowie auswärtige Physiologen überzeugt haben. Es bleibt sich auch gleich, ob man an der hinteren oder vorderen Rückenmarksfläche die Dräthe anlegt. Einen Versuch der Art machte ich auf Anrathen des Herr Staatsraths Pirogoff aus Petersburg, in dessen Gegenwart. Nachdem einem Frösche das Rückenmark bloßgelegt worden war, wurden die Nervenwurzeln abgeschnitten, dann das gesammte Rückenmark zurückgelegt und mit einer Stecknadel an die Haut des Hinterhaupts angesteckt, daß man bequem die Dräthe an die untere Fläche des verlängerten Markes bringen konnte. Als dies geschehen war, hatte man kaum zu drehen angefangen, als das Herz vollkommen still stand, ohne daß am übrigen Körper Tetanus eingetreten war.

Die Stärke des elektrischen Stromes, welchen ich bei meinen Versuchen anwendete, war so gering, daß bei starkem Drehen die Hände, welche die Dräthe hielten, kaum eine Spur von Schlägen fühlen konnten. Nach einer von Herrn v. Feilich angestellten Untersuchung der Stromstärke ergab sich, daß die Kraft höchstens achtmal so stark war, als die eines Kupferzinkelementes, dessen Strom 200 Mal in der Minute unterbrochen wird, vorausgesetzt, daß auf eine Minute 100 Umdrehungen kommen. — Ich habe aber auch seit meinen ersten Versuchen viel stärkere Apparate angewendet, ohne daß dadurch ein wesentlicher Unterschied herbeigeführt wurde. — Hatte ich hingegen den erstgenannten Apparat, welcher aus 6 Hufeisenmagneten (Jeder 15^{'''} breit, 2¹/₂^{'''} dick, 7¹/₄^{'''} lang) bestand, geschwächt, indem ich nur 2 Magnete benutzte, so brachte ich nur ausnahmsweise das Herz zum Stillstande, sein Schlag wurde aber meistens seltener, manchmal fehlte die Wirkung ganz, besonders wenn ich den Strom der Länge nach durchgehen ließ; seltener blieb die Wirkung aus, wenn ich die Dräthe der Breite nach einbrachte, wo vielleicht die beiden N. vagi direkter afficirt waren.

Der Stillstand des Herzens erfolgt bei einer gehörigen Raschheit des Drehens fast augenblicklich. Wird zu langsam gedreht, so kommen zuweilen noch ein paar Schläge, ehe der Stillstand eintritt. Ich habe ihn nicht aufhören gesehen, wenn auch nahe 1¹/₂ Minuten lang gedreht wird. (In diesem Falle hatte der Tetanus schon bereits lange aufgehört.) — Wird hingegen noch länger das Drehen fortgesetzt, so fängt, wie E. Weber beobachtete, die Pulsation von selbst wieder an, d. h. also: die Nervenparthien, durch welche der Stillstand des Herzens bedingt wird, reagiren nicht mehr auf den Reiz.

Nachdem man zu drehen aufgehört hat, erfolgt, wenn das verlängerte Mark starker Frösche nur ungefähr 15 Secunden dem Strome ausgesetzt war, unmittelbar der Herzschlag wieder, der nach einem Paar langsameren Schlägen sogleich wieder in seinen früheren Rhythmus tritt. — Hat der Reiz länger gedauert, so steht das Herz auch nach dem Versuche. Aus einer großen Reihe von Beobachtungen, in welchen jedesmal mit Benutzung derselben Maschine und ungefähr gleichstarker Drehung eine halbe Minute gedreht wurde, ergab sich, daß im Mittel nach 12 Sekunden der Herzschlag wieder von selbst eintrat.

Das stillstehende Herz ist ganz mit Blut gefüllt, dunkelroth und stark erweitert. Verschiedene Beobachter und ich selbst haben während des Stillstandes es mit einer starken Lupe betrachtet, aber von keinem wurde die

geringste Zuckung oder Contraction gesehen, — weder am Ventrikel, noch an den Atrien. — Die Ausdehnung des Herzens ist im ersten Anfange des Versuchs nicht so stark, als später, und diese Zunahme der Ausdehnung rührt zum Theil vielleicht davon her, daß der Ventrikel wahrscheinlich eher stille steht, als die Atrien, was ich jedoch nicht mit Gewißheit beobachtet habe. Einen größeren Antheil an der Ueberfüllung des Herzens mit Blut hat aber wahrscheinlich die Contraction der willkürlichen Muskeln, durch welche das Venenblut gegen das Herz hingetrieben wird. Auf diese Ursache hat mich Professor Mayer aufmerksam gemacht. Ich muß unten wieder darauf zurückkommen.

Wird aus dem Herzen das Blut dadurch entleert, daß große Blutungen durch Deffnung großer Venen gemacht werden — ein Versuch, welchen Herr Professor Mayer angab, — so steht das Herz nach Reizung der Medulla oblongata gleichfalls still, es ist hingegen nicht roth, sondern blaß, liegt platt auf und ist nicht zusammengezogen und zugespitzt, wie das blasse Herz während der Contraction sich verhält.

Werden die Dräthe, anstatt auf das verlängerte Mark, auf die Wirbel angelegt, unter welchen jenes liegt, so entstehen keine sich stets gleich bleibenden Wirkungen. Ich hatte in früheren Versuchen eine Zunahme bemerkt, welche aber nicht immer gesehen wird. Bei einem Frosche sah ich den Puls während dieses Versuches von 36 auf 44, und dann wieder von 46 auf 56 steigen. Doch sind, wie gesagt, diese Erscheinungen durchaus nicht constant. Der angegebene Versuch gelingt, wie die Gebrüder Weber gesehen haben, auch an Säugethieren ebenso gut, er gelingt in derselben Weise nach eigenen Beobachtungen an Fischen.

3. Versuch. Bringt man die Dräthe des Rotationsapparates mit beiden N. vagi in Berührung, so steht sogleich, wenn gedreht wird, das Herz still.

Nach den Beobachtungen von E. Weber ist die Mitwirkung beider N. vagi nothwendig, um Stillstand des Herzens zu bewirken, während die elektrische Reizung eines N. vagus diese Wirkung nicht zur Folge hatte. — Ich habe jedoch wiederholt auch Stillstand nach der Reizung eines N. vagus gesehen, ganz besonders, wenn man ihn nahe dem Herzen in die Kette bringt. Eine solche Beobachtung machten mit mir die Herrn Professoren Alberts und Kilian und Herr Dr. Schaafhausen, wo im Momente, als man anfang zu drehen, das Herz stand.

Werden die N. vagi durch eine Glasplatte isolirt und dann elektrisirt, so füllt sich gewöhnlich das Herz nicht so stark mit Blut, sondern bleibt heller.

Man kann mittelst der N. vagi auch dann noch Stillstand des Herzens bewirken, wenn man das verlängerte Mark gänzlich herausgenommen hat und die Dräthe in die leere Höhle so anlegt, daß der Strom in der Richtung der beiden abgehenden N. vagi geht.

Werden auf beiden Seiten die N. vagi durchgeschnitten, so wirkt die Reizung des verlängerten Marks nicht mehr auf das Herz.

Wenn endlich der N. sympathicus allein elektrisirt wird, so wird, wie sowohl die Gebrüder Weber als ich beobachtet haben, das Herz gar nicht afficirt.

4. Versuch. Wird das Herz selbst dem elektrischen Strome ausgesetzt, so bemerkt man nicht immer dieselben Erscheinungen, zuweilen Vermehrung der Schläge, zuweilen Stillstand. Bei allen Beobachtungen,

welche ich anstellte, sah ich, daß, wenn die Dräthe bei einem frischen Frosche, dem das Herz bloß gelegt worden war, die beiden Seiten des Ventrikels berührten, die Zahl der Herzschläge vermehrt wurde. Wurde lange an demselben Frosche operirt, so folgte oft der Reizung Stillstand des Herzens. Ich habe kein anderes Resultat gesehen, wenn Gehirn und Rückenmark vorhanden waren, als wenn sie zerstört waren und auch nicht, wenn das Herz ausgeschnitten war. — Nachdem die Drehung beendet war, stand in sehr vielen Fällen das Herz still, in mehren Versuchen z. B. 15 Sekunden lang. — Brachte ich den Bulbus aortae in die Kette, so war das Resultat ganz dasselbe, große Frequenz und dann Stillstand. — Brachte ich endlich die Vorhöfe in den elektrischen Strom, so sah ich gewöhnlich die Ventrikel weiter schlagen, aber bald oder gleich die Vorhöfe stille stehen.

Deutung der Versuche. Man ist bisher gewohnt gewesen, den Einfluß, den das verlängerte Mark auf das Herz hat und der eigentlich nichts Neues, sondern eine selbst im alltäglichen Leben bekannte Erscheinung ist, allein oder wenigstens größtentheils auf Rechnung des Athemholens zu setzen, für welches ja bekanntlich das verlängerte Mark den Centralnervenapparat bildet. Um zu erfahren, ob in der That die in Folge der beiden erstgenannten Versuche entstandene Beeinträchtigung der Respiration die Veränderung der Herzbewegung veranlasse, darüber können direkte Beobachtungen Gewißheit verschaffen.

Der Einfluß des Athmens auf die Herzbewegung ist bei Säugethieren und Vögeln theils ein mechanischer, theils ein chemischer. Der mechanische hängt zunächst von dem Drucke ab, den bei der Expiration das Herz und die großen Gefäße erfahren, der chemische vom Zuflusse des Sauerstoffs. — Der mechanische Einfluß ist bei Fröschen, wo die Lungen Raum genug zu ihrer Ausdehnung haben, von sehr geringer Bedeutung. Der Sauerstoff der Luft hingegen erhält auch bei diesen Thieren unaufhörlich das Leben. Es scheint, daß, so zähe das Leben auch immerhin bei ihnen ist, der vollständige Mangel dieses mächtigen Agens alle Bande der Existenz rasch löst. — Ich habe Frösche unter Del und unter Wasser so fest gehalten, daß sie keine atmosphärische Luft athmen konnten. Bei einem war schon nach 4 Stunden ein vollständiger Stillstand des Herzens und vollkommenes Schwinden aller Reizbarkeit eingetreten. Eine andere Versuchsreihe lehrte mich, daß Frösche im Winter, nachdem ihnen die Lungen unterbunden und ausgeschnitten worden sind, noch wenigstens 4, selbst 6 Tage fortleben, und es muß daher die Haut das Blut wenigstens soviel mit Sauerstoff versorgen, daß das Leben soviel länger noch bestehen kann. — Zu derselben Zeit, als ich diese Versuche machte, stellte ich auch andere an, um zu beobachten, wie lange Frösche, denen das verlängerte Mark extirpirt war, am Leben bleiben. Solche Frösche erlebten niemals den 3. Tag. Da aber die Wegnahme des verlängerten Markes die Haut nicht unthätig macht, sondern durch dieselbe auch nach jener Operation noch Sauerstoff an's Blut gelangen kann, so folgt, daß der rasche Tod nicht eine Folge des Respirationemangels sein kann. — Betrachtet man aber ferner, daß in dem oben angegebenen ersten Versuche nicht selten Thiere fortathmen und sich dennoch die Herzpulsation vermindert, so ist dies ein zweiter Grund zu der gleichen Annahme. — Endlich hört jedesmal, wenn im zweiten Versuche die Dräthe einmal an das verlängerte Mark angelegt wurden, das Athemholen auf, und man kann den

noch wiederholt das Herz zum Stillstande bringen, und nachher bekommt es seine frühere Pulsfrequenz wieder. — Es kann somit als unzweifelhaft betrachtet werden, daß die Respirationsstörung nicht die Veranlassung zu den im 1. und 2. Versuche angegebenen Veränderungen des Herzschlages ist.

Bei der Deutung des zweiten Versuches ließe sich denken, daß das Blut mit Gewalt durch die tetanische Contraction der willkürlichen Körpermuskeln in das Herz getrieben wurde, und wie ein Keil das Herz passiv ausdehne. Diese Ansicht ist jedoch durch 3 oben schon angegebene Versuche widerlegt, indem auch das Herz stillsteht bei künstlich veranstalteten Blutungen, bei Reizungen des Nervi vagi und nach Trennung des Rückenmarks, wo so gut wie gar kein Tetanus entsteht.

Es bleibt mithin keine andere Deutung, als daß es die Nerven sind, deren Affection im 1. Versuche die Abnahme der Herzschläge, im 2. den Stillstand des Herzens veranlaßt. Da unstreitig der 2. Versuch der wichtigere ist und aus seiner Erläuterung der 1. von selbst klar wird, so werde ich im Folgenden hauptsächlich bei ihm stehen bleiben.

Früherhin (Archiv für physiol. Heilk. Bd. V.) habe ich mich unbestimmt darüber ausgesprochen, wie man den Stillstand des Herzens nach der elektrischen Reizung des verlängerten Marks und der N. vagi zu fassen habe, und habe die Erscheinung mehr mit Tetanus verglichen. Zuerst hat mich die Beobachtung, daß bei der Anwendung des Reizes auf die äußere Wirbelsfläche das Herz mitunter häufiger schlägt, zu dieser Annahme bewogen. Aber abgesehen davon, daß sie nicht constant gemacht werden kann, berechtigt sie noch nicht zu dem Schlusse, ebenso wenig, als verschiedene andere von Physiologen gemachte Erfahrungen, daß durch manche Reizung der Medulla oblongata das stillstehende Herz sich wieder von Neuem bewege. Denn man kann sich denken, daß der durch Electricität entstandene Reiz so stark auf die N. vagi wirke, daß die Muskeln so lange ihre Reizbarkeit aufgeben, als jener anhält. — Wenn auch ferner nach der Beendigung der Drehungen das Herz sogleich wieder zu schlagen beginnen kann, so möchte ich auch diesen Umstand nicht mehr in die Waagschale legen, um die active Contraction des Herzens bei dem oft erwähnten Stillstande damit zu beweisen. Und endlich läßt sich, wie ich unten zeigen werde, das Verhalten des dem elektrischen Strome ausgesetzten Herzens selbst mit der Annahme, welche ich adoptire, wohl in Uebereinstimmung bringen. Ich halte nämlich den Stillstand des Herzens nach der elektrischen Reizung der Medulla oblongata für eine passive Erscheinung, und schliesse mich den Ansichten von Raumann, Mayer und C. Weber in Leipzig an. Das Herz kommt niemals in den Zustand, welchen es bei der Contraction zeigt, dehnt sich vielmehr, gefüllt oder nicht gefüllt, sehr aus, zwar so, wie man es nach dem Tode findet, und sogar wie es scheint noch mehr. — Ich vergleiche den Zustand des Herzens durch die Elektrisirung der N. vagi oder der Medulla oblongata mit der durch Belladonna herbeigeführten Erweiterung der Iris. Beides sind passive Zustände, aber in beiden ist der Nachlaß der Reaction kein absoluter, sondern hört nicht nur früher oder später von selbst auf nach dem Aufhören des Reizes, sondern gestattet auch, daß während desselben neue Reize active Bewegungen hervorrufen. Während die Iris durch Belladonna sehr ausgedehnt ist, kann eine leichte Berührung derselben durch das Staarmesser schon Contraction veranlassen. — Durch beide Agentien sehen wir Kräfte sich entfalten, welche

mit einem Male die Nerventhätigkeit so hemmen, daß die Muskeln auf ihren gewöhnlichen Reiz nicht mehr reagiren. Nach Versuchen von E. Weber bewirkt auch Reizung des N. oculomotorius in der Hirnhöhle mittelst des Rotationsapparates Erweiterung der Pupille, während nach Valentin mechanische oder chemische Reizmittel, auf denselben Nerven angewandt, Verengerung der Pupille hervorrufen (de funct. nerv. §. 38).

Man kann sich vorstellen, daß in dem N. vagus und dem verlängerten Marke ein Princip vorhanden sei, durch welches auf die Bewegung des Herzens eine hemmende Kraft ausgeübt wurde, und daß durch den elektrischen Einfluß diese Kraft in höherem Maße sich entwickle. Man kann sich aber auch vorstellen, daß durch den starken Reiz auf die genannten Nerven theile eine momentane Erschöpfung eintritt. Beide Vorstellungen sind möglich, und es wird bald die eine, bald die andere mehr wahrscheinlich.

Die erstere ist die von E. Weber (f. o. p. 35 und p. 46 fg.) angenommene. Er hält die N. vagi nicht für diejenigen Nerven, welche der Bewegung des Herzens vorstehen, sondern hält, wenn ich ihn recht fasse, Nervenfasern, welche vom Bulbus aortae aus sich in das Herz verbreiten, für die motorischen Nerven des Herzens. Die Thätigkeit der letzteren wird nach W. durch die Anregung der N. vagi gehemmt, und daher komme es, daß wenn die N. vagi zu lange gereizt worden sind, von selbst das Herz wieder zu schlagen beginnt, obgleich die elektrische Reizung fortbauert.

Gegen diese Annahme spricht jedoch erstens, daß im Froschherzen solche motorische Nerven außer denen, welche als Aeste des N. vagus zum Herzen gehen, anatomisch noch nicht nachgewiesen sind. Mir wenigstens ist es bis jetzt nicht gelungen, andere, als die eben genannten Nerven trotz einer sorgfältigen Untersuchung zu entdecken. Der N. vagus verbindet sich bekanntlich mit dem N. sympathicus in dem Ganglion, welches ungefähr 1^{'''} von der Wurzel des N. vagus entfernt liegt, und aus diesem Ganglion, welches Elemente vom Vagus und Sympathicus enthält, entspringt unter anderen der N. cardiacus, ein sehr feines Fädchen. Dieser läuft an der inneren Seite der Lungen her, und geht mit den Venen zu den Vorkammern, welche am reichlichsten davon versorgt werden, und dann zur Herzkammer, welche nur spärlich Nervenfasern empfängt. (S. den Anhang zu dieser Abhandlung.) — Dieses ist, soviel ich bis jetzt gesehen habe, der einzige Weg, auf welchem das Herz Nervenfasern aus dem N. sympathicus erhält.

Aber auch zugegeben, das Herz erhielte noch auf einem anderen Wege Zweige vom N. sympathicus, so ist es zweitens nicht wahrscheinlich, daß den einen Zweigen des N. sympathicus eine motorische, den anderen, die im R. cardiacus n. vagi verlaufen, eine hemmende Kraft zukommen soll. In dem R. cardiacus nämlich sind, soviel mich die Beobachtung lehrte, durchgehends sympathische Elemente, schmale Fasern und eingestreute Ganglienkörper.

Die hemmende Kraft im R. cardiacus und in dem entsprechenden Centralnerventheile mußte drittens der bewegenden im normalen Zustande ein Gegengewicht halten. Die bewegende Kraft würde sich nur zum Theile äußern, weil eben ein anderer Theil latent wäre. So müßte man, wie mir scheint, consequent jene Ansicht verfolgen. Fände dies aber Statt, so müßte notwendig nach Durchschneidung des N. vagus die Herzfrequenz zunehmen, was aber am Froschherzen keineswegs der Fall ist.

Ich halte daher die zweite Annahme für richtiger und einfacher, und sehe den Stillstand für eine Folge von momentaner Erschöpfung an, welche

durch die Macht des elektrischen Reizes auf die Nerven hervorgebracht worden ist. Es ist nicht ohne Analogie, daß ein kräftiger Reiz eine Wirkung veranlaßt, welche Aehnlichkeit mit Lähmung des betroffenen Organes hat, ohne daß dasselbe wirklich gelähmt ist. Ich brauche nur auf die Bewegung der Iris hinzudeuten. Die Irisbewegung ist hauptsächlich von dem N. oculomotorius beherrscht. E. Weber fand, wie schon bemerkt, daß, wenn dieser Nerv in der Hirnhöhle mit den Leitungsdräthen des magneto-elektrischen Rotationsapparates berührt wurde, bei Säugethieren die Pupille sich erweiterte, längere Zeit nach Unterbrechung des Stromes erweitert blieb, und dann sich wieder sehr langsam verengerte. Abgesehen von dem organischen Prozesse, durch welchen beide Erscheinungen an dem Herzen und an der Iris eingeleitet werden, kommen sie im Resultate überein. Nach Anwendung desselben Reizes auf zwei verschiedene Nerven sehen wir Zustände hervorgerufen, welche der Unthätigkeit des Organes analog sind. Nach der elektrischen Reizung des N. oculomotorius erweitert sich die Pupille, wie nach der Durchschneidung desselben, nach elektrischer Reizung des verlängerten Markes wird der Herzschlag sistirt, wie er nach Wegnahme rasch seltener wird.

Es ist sehr bemerkenswerth, daß der Stillstand des Herzens immer der elektrischen Reizung des N. vagi so zu sagen auf dem Fusse folgt. Sobald man aber am Herzen selbst sich von den stärkeren Ausbreitungen des R. cardiaci entfernt, so tritt eine andere Wirkung ein. Bringt man die Dräthe des Rotationsapparates an die Vorhöfe, vorzüglich aber an seine oberen Wände, so stehen die Vorhöfe auf dieselbe Weise still, als ob man das verlängerte Mark gereizt hätte. Sie sind dunkelroth, stark ausgedehnt. Mit dem Apparate, welchen ich anwendete, sah ich keinen anderen Erfolg. E. Weber hingegen bemerkt, daß, wenn er bei voller Kraft den Vorhof reizte, er ihn nicht im Zustande der Erschlaffung, sondern im heftigsten Zustande der continuirlichen Zusammenziehung getroffen habe, während er bei vorgelegtem Anker dasselbe sah, was ich beständig fand. Während der Vorhof erweitert stillsteht, schlägt die Kammer ungestört weiter, nur etwas unregelmäßiger. — Wird der Herzventrikel selbst in den Strom gebracht, so ist Vermehrung der Pulsationen die gewöhnlichste Folge, und bei gesunden, nicht entkräfteten Fröschen tritt dieser Erfolg immer ein. Wiederholt man den Versuch an demselben Thiere mehrmals, so tritt eine sehr merkwürdige Erscheinung ein, indem nämlich einzelne Stellen blaß bleiben und sogar nach und nach oder auch auf einmal das ganze Herz bleich wird. Es ist dies ein tetanischer Zustand, welcher zuerst von E. Weber bemerkt worden ist. — In anderen Fällen endlich bleibt das Herz stillstehen, im Zustande der Ausdehnung, breit, mit Blut gefüllt. Auch tritt sehr häufig dieser passive Zustand unmittelbar, nachdem man aufgehört hat zu drehen, ein, wenn vorher die Pulsation des Herzens an Häufigkeit zugenommen hatte.

Diese verschiedenen Wirkungen nach einem und demselben Einflusse, welche sich keineswegs immer voraus bestimmen lassen, deuten darauf hin, daß bei der Bewegung des Herzens zwei Kräfte thätig sind, von denen bald die eine, bald die andere das Uebergewicht hat. — Insofern stimme ich ganz überein mit dem, was E. Weber (p. 37) angegeben hat. Ich glaube mit ihm, daß die eine Kraft sich vom verlängerten Marke aus entwickelt, die andere muß man im Herzen selbst suchen. Aber ich glaube nicht, daß man die Erweckung der letzteren besonderen Zweigen des N. sympathicus

zutheilen darf, aus Gründen, welche ich oben auseinandergesetzt habe. — Zugegeben, daß Nerven es seien, in welchen diese Kraft sitzt, welche im Herzen selbst sich ausspricht, so ist die Annahme, daß es besondere Nerven sein müßten, keine nothwendige. Vielmehr finden sich im thierischen Körper nicht wenige analoge Fälle, in welchen auf dem Gebiete desselben Nerven zwei ganz verschiedene Kräfte sich kund geben. Während z. B. das den Reflexbewegungen zum Grunde liegende Princip nach schmerzregenden Eindrücken eine gewisse Bewegung fordert, kann die Willenskraft diese Bewegungen hemmen. Man hat keinen Grund zur Annahme, daß zur Entfaltung beider Thätigkeiten verschiedenartige Nerven vorhanden seien oder gefordert werden. Ohne im Geringsten daran zu denken, die Qualität beider im eben genannten Beispiele genannten Kräfte mit den supponirten beiden auf die Herzbewegung wirkenden Kräften zu vergleichen, ist es wohl erlaubt, die Verhältnisse der ersten zu einander mit den Verhältnissen der zweiten zu vergleichen. Wir sehen auf der anderen Seite, daß ein Motiv zu einer willkürlichen Handlung so auf die Willenskraft einwirken kann, daß der Reiz, welcher eine Reflexbewegung gewöhnlich veranlaßt, ohne Wirkung bleibt. Ebenso sehen wir, daß ein gewisser elektrischer Reiz so auf die eine im verlängerten Marke repräsentirte Kraft, welche die Herzbewegung beherrscht, einwirken kann, daß diejenige Ursache, welche innerhalb des Herzens selbst die Bewegung veranlaßt und über deren Wesen wir vorläufig nicht sprechen wollen, keine Wirkung hervorbringt. — Ferner sehen wir, daß nur innerhalb gewisser Grenzen das Motiv willkürlicher Handlungen die Wirkung des Reizes aufhalten kann, dann aber diese trotz der Fortdauer des ersteren wieder vortritt. So kann z. B. die Bewegung des Hustens so lange willkürlich suspendirt werden, bis der Reiz eine gewisse Größe überschreitet. Ebenso hebt die elektrische Reizung des verlängerten Markes, wenn sie zu lange fortgesetzt wird, die Bewegung des Herzens nicht mehr auf, sondern trotz der Drehungen fängt das Herz nach E. Weber wieder zu schlagen an. — Endlich sehen wir beide Kräfte, die Willenskraft und das Princip der Reflexion, sich begegnen, und die Wirkungen neben einander fluctuiren. So kann der willkürlich bewegte Muskel zugleich zittern und zucken. Ebenso begegnen sich beide herzbewegende Kräfte im Herzen selbst, und wir sehen die Wirkungen beider neben einander fluctuiren, wie dies aus den oben angeführten Beobachtungen erhellt. —

Es thut Nichts zur Sache, daß die Mittel und Wege, durch welche die Wirkungen entstehen, auf beiden Seiten nicht dieselben sind, und daß sie auf der einen Seite viel bekannter, als auf der anderen sind.

Ich wiederhole, daß ich weit entfernt bin, die im Herzen selbst wirkende Kraft als eine dem Principe der Reflexbewegung analoge zu betrachten, wie aus der weiteren Untersuchung noch hervorgehen wird. Ja es muß sogar noch sehr in Frage gestellt bleiben, ob überhaupt es eine in den Nerven ausgesprochene Kraft ist, welche hier wirkt; eine Frage, auf die ich unten noch einmal zurückkommen muß.

Bisher habe ich zu zeigen versucht, daß die Hemmung des Herzschlages durch den elektrischen Reiz eine passive Erscheinung sei, welche auf einer momentanen Thätigkeitsabnahme an dem verlängerten Marke und dem N. vagus beruhen muß. Hieraus darf man aber nicht folgern, daß die Anregung zur Herzbewegung von dem verlängerten Marke nicht erfolgen könne. Sehen wir doch, daß dieselbe Willenskraft, welche Bewegungen

hemmt, auch dieselben wieder anregt, — einerlei durch welche Mittel, — wenn nur andere Motive auf sie wirken! Kann es nicht ebenso gut möglich sein, daß durch den elektrischen Reiz ein Stillstand entsteht, während durch die passenden, normalen Erregungen der normale Herzschlag erhalten wird? Um so mehr, glaube ich, wenn wir auch die vielen Versuche in's Auge fassen, welche beim Nachlassen des Herzschlages bei sterbenden Thieren von Anderen und von mir angestellt worden sind, und in denen mechanische und chemische Reizungen des verlängerten Markes und der N. vagi die Bewegungen des Herzens vermehrten oder sie wieder hervorriefen, wenn sie aufgehört haben. Es ist unglaublich, daß alle diese Versuche auf Täuschung beruht haben, um so mehr, da die neueren Erfahrungen sie unterstützen, und nicht widerlegen. — Alles zusammengenommen, scheint es unleugbar, daß das verlängerte Mark einen mächtigen Einfluß auf die Herzbewegung übt, und daß der elektrische Reiz diesen Einfluß momentan aufhebt. Diesen Einfluß aber näher zu bezeichnen, wird einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung vorbehalten.

B. Darmkanal.

In meinen früheren Versuchen, welche ich schon vor 7 Jahren anstellte, fand ich, daß man durch mechanische und chemische Reizung des Rückenmarkes, des verlängerten Markes, des kleinen Gehirns, des rechten Sehhügels und des rechten gestreiften Körpers in vielen Thieren Bewegungen des Magens bei eben getödteten Thieren hervorbringen könne. — Wie schon bemerkt, gelingen aber diese Versuche bei Weitem nicht immer und sie haben deshalb auch durchaus keinen allgemeinen Eingang und Glauben gefunden. Zudem kommt hier, wie bei den Gedärmen die mißliche Sache vor, daß sich der Magen oft spontan bewegt und somit sich mehre Umstände vereinigen, um mißtrauisch gegen die Richtigkeit der Versuche zu werden.

Seitdem man sich in neuerer Zeit des Rotationsapparates zu dergleichen Versuchen bedient, hat man ein Reizmittel kennen gelernt, welches entschiedener und sicherer, als alle bisher angewendeten Mittel, wirkt.

Zuerst hat, soviel ich weiß, Volkmann die Beobachtung gemacht, daß bei Reizung des Rückenmarkes in dem Magen und Darne stärkere Bewegungen, als gewöhnlich, entstanden, welche hinreichend kräftig waren, um eine Causalverbindung zwischen Reiz und Bewegung sehr wahrscheinlich zu machen; s. dieses Wörterbuch II. p. 576.

Sodann hat E. Weber (s. oben p. 49) auf sehr entscheidende Weise Versuche angestellt am *Cyprinus tinca*, einem Fische, in dessen Darmkanal quergestreifte und zu starker Contraction sehr geeignete Muskelfasern befindlich sind. Er fand sehr intensive Magenbewegungen constant nach Reizung der *Medulla oblongata*, der N. vagi, des hinteren Theiles des kleinen Gehirns, nicht aber nach Reizung der vor dem hinteren unpaaren Hügel (kleinen Gehirne) liegenden Theile, und schon nicht mehr nach Reizung des vorderen Theiles des hinteren unpaaren Hügels.

Endlich habe ich selbst wieder an Kaninchen, welche durch einen Stich in's Herz getödtet wurden, das verlängerte Mark, das kleine Gehirn und die übrigen Gehirnthteile unter Anwendung des Rotationsapparates gereizt, und auf's Entschiedenste mich überzeugt, daß Reizung des verlängerten Markes und des kleinen Gehirnes Bewegungen des Magens hervorbringt. Bei demselben Thiere habe ich zwar wiederholt, sobald man zu drehen

begann, Bewegungen entstehen gesehen; doch hört hier die Reizbarkeit auf, und man hat selten Gelegenheit, mehr als 3 Mal an demselben Thiere seine Beobachtung zu wiederholen. Natürlich darf man zu diesen Versuchen Thiere, bei denen die Magenbewegung sehr lebhaft ist, nicht gebrauchen. — Wie E. Weber bemerkte auch ich, daß Reizung der tieferen Theile des kleinen Gehirns entschiedenere Bewegungen veranlaßten, als oberflächliche Reizung. — Hingegen habe ich in meinen neueren Versuchen mich nicht vollkommen überzeugen können, daß die Reizungen des Sehhügels und der gestreiften Körper Magenbewegungen erzeugen, obwohl es in manchen Fällen so zu sein schien. Ich betrachte daher meine frühere Annahme in dieser Beziehung für noch nicht entschieden. — Vom Rückenmarke aus sah E. Weber keine Wirkungen. Ich habe neuerdings darüber keine Beobachtungen gemacht.

Aus allen Versuchen geht als unzweifelhate Thatsache hervor, daß durch Reizung der N. vagi, des verlängerten Markes und des kleinen Gehirns Bewegungen des Magens hervorgerufen werden können.

In Betreff des Darmkanals habe ich im vorigen Jahre (s. Frorip's n. Notizen. B. 39. p. 312) von Neuem Versuche an Kaninchen, welche durch einen Stich in's Herz rasch getödtet worden waren, angestellt, wobei mich die Herrn Brandis und Steffens vortrefflich unterstützten. Da es eine zu mißliche Sache ist, die spontanen Bewegungen des Dünndarmes von den durch Reizung entstandenen bei jedem Thiere zu unterscheiden, und da es mir vor Allem daran gelegen war, einen Versuch zu finden, welcher, wenn er richtig angestellt ist, immer gelingt, so habe ich bei meinen Versuchen nur den Blinddarm der Kaninchen in Betracht gezogen, welcher sich in der Regel selten lebhaft, sehr häufig gar nicht bewegt. Schließt man nun die Thiere, bei welchen exceptionell der Blinddarm sich stark bewegt, ganz aus, so wird man bei jedem, besonders aber bei jungen Kaninchen, dem in die Medulla oblongata die Dräthe des Rotationsapparates eingefest sind, fast in demselben Augenblicke, wenn zu drehen begonnen ist, eine lebhafte Bewegung des Blinddarms eintreten sehen. In manchen Fällen war dieselbe so stark, daß aus einem vorher gemachten Einschnitte die Rothmasse mit Vehemenz herausdrang. Auch durch dieselbe Reizung des kleinen Gehirns, besonders wenn die Dräthe tief eingeführt waren, kam dasselbe Resultat zum Vorschein, jedoch gewöhnlich nicht mit derselben Intensität.

Es ist bemerkenswerth, daß man niemals (wenigstens bei der Stromstärke, welche ich anwenden konnte) einen Stillstand der peristaltischen Darmbewegungen hervorbringen konnte, so stark und so lange auch gedreht werden mochte.

In einem sehr bezeichnenden Versuche hatte ich zweimal die entschiedene Wirkung auf den Blinddarm gesehen, durchschnitt sodann sogleich rasch beide N. vagi, und reizte von Neuem. Es blieb die Wirkung ganz und gar aus. Hierauf wurden die beiden Vagi auf untergeschobenen Glasblättchen mit den Dräthen berührt, sogleich erfolgte die deutlichste Bewegung, in Magen und Blinddarm, als angefangen wurde zu drehen; und die Erscheinung wiederholte sich sogar bei wiederholter Reizung. — In einem zweiten Versuche sah ich dasselbe Resultat.

E. Weber hat durch Versuche an *Cyprinus tinca* und an Hunden gleichfalls den Einfluß der N. vagi und des verlängerten Markes auf die Darmbewegung nachgewiesen. Hingegen ist es Stilling, welcher zuerst

schon vor 4 Jahren beobachtet hat, daß Reizung des N. vagus auf Bewegung des Darmes wirke. (Häser's Archiv, B. 4. p. 451 u. 457).

Bei Fröschen sind meine Versuche ohne Erfolg geblieben.

Es ist mithin als eine unbestreitbare Thatsache anzusehen, daß durch Reizung der N. vagi, des verlängerten Markes und des kleinen Gehirns ebenso sicher vermehrte Bewegungen des Darmkanals entstehen, als Stillstand des Herzens nach Reizung der N. vagi und des verlängerten Markes eintritt.

Weitere Untersuchungen müssen jedoch lehren, in wiefern Reizungen der übrigen Gehirnthteile auf die genannten Bewegungen einwirken und ob sich auch hierin meine früheren Beobachtungen bestätigen oder nicht. — Hinsichtlich der Bewegungen der Geschlechts- und Harnwerkzeuge erwähne ich Nichts, weil hierüber keine neueren Untersuchungen vorliegen, meine früheren Beobachtungen findet man in meinen Untersuchungen über das Nervensyst. Hft. 1841 und 1842.

Eine Thatsache geht aus den bisher gemachten Beobachtungen hervor, die nämlich, daß man von dem verlängerten Marke aus nicht nur auf die Bewegung der der Willkür unterworfenen Muskeln, sondern auch der unwillkürlichen, wenigstens des Herzens und des Darmkanals, einwirken kann. Aber aus derselben allein läßt sich noch nicht folgern, daß die genannten Organe ebenso von verlängerten Marke und überhaupt von den Centraltheilen beherrscht werden, wie die willkürlich bewegten Organe, — es geht noch nicht daraus die Gleichstellung des N. sympathicus mit cerebrospinalen Nerven hervor. Denn es ist möglich, daß die nachgewiesenen Bewegungen nicht direkte Folgen der Reizung sind, sondern auf dem Wege des Reflexes, des Antagonismus, der Combination und Association hervorgerufen werden, und wie man irren würde, wenn man aus einer nach Reizung einer sensiblen Nervenwurzel entstandenen Bewegung die motorische Kraft jenes Nerven beweisen wollte, so könnte man möglicher Weise auch irren, wenn man aus jenen Versuchen den Ursprung der motorischen Nerven für die unwillkürlich bewegten Organe behaupten wollte.

Es wird sich nun zunächst fragen, ob die bekannten Bewegungsarten des cerebrospinalen Systems auch sich wieder finden in dem Bereiche der Organe, zu denen der N. sympathicus hingehet; und dann ob der Bewegungsact selbst in den letzteren Organen sich vergleichen läßt mit denen der willkürlichen Muskeln.

Bewegungsformen in den vom N. sympathicus versorgten Organen.

Das Herz eignet sich am Meisten zu Untersuchungen über diesen Gegenstand, weshalb ich auch vorzüglich auf dieses Rücksicht nehmen werde.

Die Nervenfasern, welche mit dem verlängerten Marke zusammenhängen, müssen entweder wirklich von da ausgehen, und sind dann in dieser Beziehung den Cerebrospinalnerven gleichzusetzen, — oder sie gehen rückwärts vom N. sympathicus und resp. von seinen Ganglien in das verlängerte Mark. Insbesondere bei dem Frosche würden nach der letzten Voraussetzung die in's verlängerte Mark eintretenden Herznerven entweder

424 Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegung.
vom Ganglion des N. vagus oder von den Herzganglien abstammen. — Beide Voraussetzungen müssen wir zur Beurtheilung unseres Gegenstandes stets vor Augen haben.

Von Bewegungsformen kennt man vorzüglich die combinirten, associirten, reflectirten, die Reizbewegungen und die durch Vorstellungen hervorgerufenen. Es ist zu untersuchen, welche von diesen Bewegungen im Herzen vorkommt oder von dem Herzen aus erregt wird.

Combinirte Bewegungen. Diesen Namen erhalten solche Bewegungen, welche dadurch entstehen, daß mehre Muskeln oder Muskelgruppen sich zu einer gemeinschaftlichen zweckmäßigen Action bewegen, wobei es gleichgültig ist, ob die Muskeln neben einander liegen oder nicht. — Zu combinirten Bewegungen gehört die Inspiration und Expiration, die Beugung und Streckung, ohne Zweifel auch die Contraction des Herzens. Die Existenz der Athembewegungen ist in der Art an das verlängerte Mark gebunden, daß dessen Zerstörung augenblicklich diese Bewegung unwiederbringlich aufhebt. Die Streckung und Beugung, um zur Ausführung von Ortsbewegungen angewendet zu werden, bedürfen gleichfalls des Daseins von Rückenmark, nach dessen Zerstörung jene Bewegungen nicht mehr möglich sind. Volkmann hat entdeckt, daß die Bewegungen der vorderen und hinteren Lymphherzen bei Fröschen sogleich aufhören, sobald bestimmte Theile des Rückenmarkes vernichtet sind. Für die genannten Bewegungen, sowie für manche andere, sehen wir deßhalb das Rückenmark als die Nervenstelle an, in welcher sich das Princip erzeugt, welches der Combination zu Grunde liegt. Die Probe des Beweises für die Richtigkeit dieser Annahme liegt in der Wegnahme des betreffenden Rückenmarkstheiles, welche stets mit dem beständigen Verluste der Bewegungen verbunden ist. Diese Probe ist völlig genügend und ausreichend.

Im Blutherzen findet man nun gleichfalls eine Combination der Bewegungen, sowohl in der Folge derselben, als in ihrer Häufigkeit. Stets contrahiren sich im Froschherzen zuerst gemeinschaftlich die Atrien, dann der Ventrikel, zuletzt der Aortabulbus; so lange diese Theile vereinigt sind und das Thier noch lebenskräftig ist, schlägt kein Theil häufiger als der andere. Diese Combination hört nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes nicht auf, es folgt mithin daraus, daß in diesen Organen nicht das combinirende Princip liege, aber es folgt zuvörderst nicht daraus, daß es in dem N. sympathicus und seinen Ganglien liegen müsse, es folgt überhaupt nicht daraus, daß jenes Princip an Nerven gebunden sei.

Wäre die regelmäßige Folge der Bewegungen der einzelnen Herztheile durch ein Herzganglion beherrscht, so müßte sie durch Ausschneiden einzelner Herzstücke unterbrochen werden. Man kann jedoch aus dem Froschherzen Stücke herauschneiden, wo man will, man findet keines, nach dessen Wegnahme die nacheinander folgende Bewegung der Vorhöfe und der Herzkammer nicht mehr in dieser Ordnung folgte, oder für die Dauer aufgehoben wäre, solange überhaupt noch eine Beobachtung hierüber möglich ist.

Eine einzige compacte Nervenstelle, in welcher das combinirende Princip für die Folge der Herzbewegungen ebenso seinen Sitz hätte, wie im verlängerten Marke für die Respiration, existirt also nicht. Es wäre aber denkbar, daß zwar nicht ein einziges Centralorgan der Art, sondern deren viele seien, und daß ein jedes in einem Ganglion repräsentirt werde. Diesen polydynamischen Glauben kann man natürlich durch Extirpation von

Herztheilen weder widerlegen noch beweisen. Es giebt aber allerdings eine Thatsache, durch welche jene Annahme an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Wenn nämlich das Herz zu schlagen aufgehört hat, so kann man, solange es überhaupt noch reizbar ist, die Reizung vornehmen, an welcher Stelle man will, stets beginnt die Bewegung wieder vom Vorhofe aus, und niemals von einer anderen Stelle. — Will man dieses interessante und wichtige Factum mit der eben angedeuteten Theorie in Einklang bringen, so giebt es, wie ich glaube, nur zwei Wege dazu. Erstens kann man voraussetzen, daß überall, wo nach einer Reizung der Herzschlag wieder eintritt, wenigstens eine Ganglienkugel vorhanden sei. Obwohl nicht nachgewiesen, ja der anatomischen Untersuchung zufolge es sehr unwahrscheinlich ist, daß eine so große Verbreitung von Ganglienkugeln im Froschherzen besteht, so will ich es doch als richtig supponiren. In diesem Falle müßte man ferner annehmen, daß aus den Ganglienkugeln Primitivfasern entspringen und nicht bloß durch sie hindurchgehen, eine Annahme, welche, wie ich oben schon angeführt habe, den neuesten Entdeckungen über das Verhältniß der Primitivfasern zu den Ganglienkugeln nicht gerade widerspricht. Endlich müßten die von jeder Ganglienkugel entspringenden Primitivfasern, wenigstens die eine (motorische), zu den Atrien gehen und hier enden. — Sobald diese Voraussetzungen sich als begründet zeigen, was bis jetzt jedoch keineswegs der Fall ist, dann hat es allerdings große Wahrscheinlichkeit, daß jede Ganglienkugel im Herzen ein Centralapparat der combinirenden Bewegung sei. Denn wenn einmal die Nothwendigkeit erwiesen ist, daß vom Vorhofe aus die Bewegung beginnt, so ist die Reihenfolge und somit die bestimmte Combination der Bewegungen gegeben. So gerne man auch diese Theorie verfolgen möchte, bis jetzt darf man sie nicht stehen lassen, da sie nicht entfernt durch Beobachtungen begründet ist.

Man kann zweitens sich vorstellen, daß von den Ganglien der Atrien sich nach allen Seiten des Herzens hin die Nervenfasern verbreiten, receptive und reactive. Reizt man nun eine Stelle des Herzens, so werden die receptiven Fasern afficirt werden, und es entsteht auf dem Wege der Reflexion, welche man in den Ganglien supponirt, die Bewegung. Diese Vorstellung wird dadurch begünstigt, daß in der That die meisten Ganglienkugeln in den Atrien zu liegen scheinen, ihr steht aber entgegen, daß die reactiven Nervenfasern ganz kurz, die receptiven ganz lang sein müßten, weil erstere alle in den Atrien endigen müßten, — und eine solche Disposition wäre wenigstens, da sie der gewöhnlichen bekannnten widerspricht, ohne Nachweis nicht wohl zuzulassen. Es steht ihr aber auch zweitens entgegen, daß die Nerven nicht in so großer Zahl in dem Ventrikel verbreitet zu sein scheinen.

Trotz des mangelnden Beweises würde man doch der einen oder der anderen der eben genannten Theorien sich hinneigen, wenn es nicht noch andere mögliche Erklärungsarten der oben angeführten Thatsache gäbe. Man könnte sich z. B. vorstellen, daß sich von der gereizten Stelle des Herzens aus kleine nicht wahrnehmbare Bewegungen verbreiteten bis zum Vorhofe, wo die Bewegung erst deutlich werde, weil hier die größte Nervenverbreitung und daher auch die größte Reizbarkeit vorhanden sei.

Berücksichtigungswürth dabei ist, daß, wenn man an einem abgeschnittenen Froschschenkel einen Muskel irgendwo reizt, eine Zuckung im ganzen Muskel eintritt, welche immer an der Stelle zu beginnen scheint, wo die Nerven in die Muskeln eintreten.

Zuweilen sieht man an willkürlichen Muskeln vom Körper getrennter Theile spontane, regelmäßige Bewegungen, wie Remak am Zwergfell von Kaninchen lange nach dem Tode sah, wie ich an den Riemenfüßen von *Branchipus paludosus* beobachtete. In meinem Falle fing beständig die Bewegung an demselben Ende an und ging ihren regelmäßigen Gang, obgleich man den Grund davon nicht einsah. — Wenn man aber solche Beobachtungen an Theilen, welche nicht vom N. sympathicus versorgt werden, macht, so wird man zweifelhaft, ob man sie in Organen, welche davon versorgt werden, den Ganglien dieses Nerven zuschreiben soll, oder ob es nicht besser wäre, sie unerklärt zu lassen. Mit einem Worte, es ist nichts weniger als nachgewiesen, daß die regelmäßige Folge der Herzbewegungen eine von den Ganglien der Herznerven abhängige Erscheinung sei.

Eine andere Frage ist es, ob die Harmonien in der Häufigkeit der Bewegung der einzelnen Herztheile an die Ganglien gebunden sei. Volkmann hat zwei Versuche angegeben, welche dieser Annahme das Wort reden. Trennt man nämlich Vorhöfe und Kammer durch einen Querschnitt, so pulsiren in der Regel beide fort, aber in ungleichem Zeitmaße. Macht man zweitens in die abgetrennte Herzkammer eines Frosch- oder Fischherzens einen kleinen Längenschnitt, so entsteht zuerst kein störender Einfluß. Dringt aber das Messer weiter vor, so daß die Kammer halbirt wird, so fängt der Synchronismus der Bewegung zu leiden an. Die eine Herzhälfte contrahirt sich nämlich ein wenig früher, als die andere, und die letzte folgt in ähnlicher Weise, wie im normalen Leben die Contraction des Ventrikels auf die des Vorhofes folgt.

Man muß zugeben, daß die Harmonie der Bewegungen und die Fortdauer derselben überhaupt so genau zusammenhängen, daß beide Eigenschaften derselben Ursache zugeschrieben werden müssen. Hält man die Ganglien für diese Ursache, so giebt es drei mögliche Fälle, unter denen sie sich wirksam zeigen können. Entweder ist eine Stelle vorhanden, welche als das Centrum der Bewegungsharmonie anzusehen ist; — daß dies sich nicht so verhalte, wurde eben nachgewiesen. Oder alle Ganglien haben gleich große Einwirkung auf Erhaltung der Harmonie und Fortdauer. Dann muß jedes Herzstück, welches überhaupt spontan fortpulsirt, auch synchronisch fortpulsiren. Oder es giebt bevorzugte Stellen, an welchen vielleicht mehr Ganglienkugeln oder energischer wirkende (?) zusammenliegen. Daß auch unter dieser Annahme man nicht beweisen kann, daß die Ganglienkugeln die Harmonie der Bewegungen veranlassen, zeigt folgender Versuch von Volkmann (l. c. p. 617): »Ich hatte«, sagt er, »die Kammer durch einen Längenschnitt in reichlich $\frac{3}{4}$ ihrer Verbindung getrennt, worauf die eine Seite a selbstständig obschon langsam fortpulsirte, die andere b stillstand. Reizte ich a, so entstand jedesmal und augenblicklich eine Contraction, welche sich indeß nicht auf b erstreckte, reizte ich dagegen b, so contrahirte sich nicht nur dieses, sondern auch a«. Man sollte nun, wenn man sich an oben erwähnte Vermuthung hält, denken, a sei eine durch Ganglien bevorzugte Stelle, mehr als b, — aber dann müßte durch Reizung von a auch sich b mitbewegen und nicht umgekehrt. — Kurz Alles deutet darauf hin, daß die Ganglien nicht die Organe sein können, durch welche die Harmonie der Herzbewegungen erhalten wird. Wahrscheinlich hingegen ist es, daß der Bau des Herzens den wesentlichsten Antheil daran hat.

In der Bewegung des Darmes ein combinirendes Princip anzu-

nehmen, halte ich für gewagt. Es werden zwar dem Zwecke gemäß die für Chylus wie für Excremente bestimmten Stoffe an ihren passenden Ort geführt, aber dies geschieht nicht, wenn ich so sagen darf, durch Einen Taktschlag, dem zu Folge alle Theile zum gleichen Endzwecke sich bewegen, wie wir es bei der Respiration uns denken müssen, sondern die ganze Ausführung ist in den Mechanismus gelegt. Klappen hindern größere Störungen, aber kleine rückgängige und daher un Zweckmäßige Bewegungen sind ganz gewöhnliche Erscheinungen im Darne, und man darf keineswegs glauben, daß die aus dem Magen kommenden Stoffe ununterbrochen dem Dickdarne entgegengeführt wurden.

Mithin kann man die Ganglien nicht für die Organe halten, welche in den unwillkürlich bewegten Theilen combinirte Bewegungen beherrschen.

Associirte Bewegungen. Bewegungen, welche sich mit der des Herzens associiren, müssen zunächst in den vom N. vagus und sympathicus versorgten Organen gesucht werden. Bei Säugethieren könnten Bewegungen der Zunge und des Zungenbeins mit denen des Herzens sich associiren, weil der R. descendens hypoglossi einen R. cardiacus abgiebt. Denn man versteht unter associirten Bewegungen solche, welche in Muskeln auftreten, die nicht unmittelbar gereizt sind und deren Nerven in der nächsten Nachbarschaft der gereizten liegen, oder die gleichnamigen der anderen Körperseite sind. — Es ist mir nicht bekannt, ob Zungenbewegungen bei Herzkrankheiten beobachtet worden sind, unbezweifelt hingegen verbinden sich Bewegungen des Athmens mit denen des Herzens, vielleicht auch Bewegungen des Darmes, wie aus pathologischen Fällen hervorzugehen scheint. In beiden Associationen, welche man allerdings leicht durch die Medulla oblongata, vielleicht ohne Zuthun des N. sympathicus erklären könnte, kann man aber durchaus nicht bestimmt sagen, daß sie durch Nerven veranlaßt werden. Ja es ist fast gewiß, daß die Association der Athem- und Herzbewegung blos der Zu- und Ableitung des arteriellen Blutes angehört, und es ist möglich, daß, wenn associirte Darmbewegungen überhaupt vorkommen, diese gleichfalls auf mechanischen Verhältnissen beruhen. — Müller hat bekanntlich die Vermuthung aufgestellt, ob nicht die vermehrten Herzbewegungen, welche bei willkürlichen Anstrengungen entstehen, zu den associirten Bewegungen zu setzen seien, indem das Nervenprincip von dem in so großer Kraftanstrengung begriffenen Rückenmarke auf die sympathischen Nerven überspringe. Wenn sich dies so verhielte, so wäre es das einzige Beispiel, daß Associationen zwischen sehr entfernten Theilen vorkämen, denn Herzklopfen entsteht bei angestrenzter Bewegung der entferntesten Theile. — Aber abgesehen davon, ist es auch nicht wahrscheinlich, daß sich mit jedem Rückenmarksnerven die Herznerven verbinden sollen, da umgekehrt mit den Bewegungen des Herzens nicht die des Rumpfes sich associiren. — Müller verwirft zwar die Erklärung des Phänomens durch einen größeren Verbrauch von arteriellem Blute, weil aus einem größeren Athembedürfnisse nicht folge, daß das Herz dem Zwecke gemäß bewegt werde. Aber man bemerkt in der That, daß sich die Häufigkeit des Herzschlages nach dem Athembedürfnisse richtet, wie fast beständig mit vermehrter Respiration der Herzschlag zunimmt. Ohne daher auf den Zusammenhang der Erscheinungen Rücksicht nehmen zu wollen, steht soviel fest, daß es bis jetzt noch unsicher erscheint, ob überhaupt eine Association zwischen Herzschlag und anderen Bewegungen Statt findet. Ich darf

jedoch einzelne pathologische Fälle, auf die ich vorzüglich von Dr. Wolff aufmerksam gemacht worden bin, hier nicht übergehen. Es kommen nämlich Paroxysmen von Herzklopfen vor, welche jedesmal mit Zittern der Extremitäten und zuweilen mit einer Unfähigkeit, die richtige Bewegung auszuführen, verbunden sind. — Solche Erscheinungen können auf verschiedene Weise zwar erklärt werden, verdienen aber als Unterlage zu anderen Beobachtungen ihre volle Berücksichtigung.

So ungewiß aber nun auch am Herzen associirte Bewegungen nachzuweisen sind, so sicher bestehen sie in einem anderen unwillkürlich bewegten Organe, der Iris. Stets wird die Pupille mehr oder weniger enge, wenn das Auge sich nach innen wendet, wodurch die Association hinlänglich erwiesen ist. Hierdurch wäre also die Iris von dem Herzen abweichend, aber es findet sich auch noch eine andere Differenz. Die Iris kann vom N. oculomotorius aus in Bewegung gesetzt werden, der N. oculomotorius enthält vorwaltend breite Nervenfasern. Wenn nun auch die Bewegung der Iris zum Theil vom N. sympathicus beherrscht werden mag, größtentheils hängt doch dieselbe von dem cerebralen Nerven mit breiten Fasern ab. Hingegen ist wenigstens die überwiegende Fasermenge der bewegenden Herznerven von schmalen Fasern. Ich habe sogar lediglich solche im Froschherzen gefunden. — Ob aber diese beiden genannten Verschiedenheiten zwischen Iris und Herzen, welche freilich die einzigen nicht sind, mit einander in näherem Connere stehen, wie wahrscheinlich ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Ist es der Fall, so wäre zu vermuthen, daß die schmalen Fasern des N. sympathicus sich nicht sehr dazu eignen, Associationen zu vermitteln.

Von associirten Bewegungen im Bereiche des Darmkanals, der Harn- und Geschlechtswerkzeuge sind keine sicher bestätigenden Thatsachen vorhanden.

Es liegt mithin keine Thatsache vor, aus der hervorginge, daß durch die Ganglien oder den N. sympathicus überhaupt Associationen vermittelt würden, vielmehr scheinen dieselben sie nicht zu begünstigen.

Reflectirte Bewegungen. Wie die combinirten und associirten Bewegungen in den unwillkürlich bewegten Organen zwar vorkommen, aber mehr oder weniger undeutlich und weniger allgemein erscheinen, als in den willkürlich bewegten Organen, so verhält es sich gerade auch mit den reflectirten Bewegungen. Daß sie indeß vorkommen, kann nicht bestritten werden. Am deutlichsten erscheint dieselbe am Darne. Wenn man die Schleimhaut des Darmes bei Fröschen irritirt, so entstehen bei reizbaren Fröschen Bewegungen in den willkürlichen Muskeln, welche zuweilen, wenn auch selten, so stark sind, als wenn man die äußere Haut reizt. — Reizt man hingegen nur die Muskelhaut, so entstehen nie oder doch gewiß höchst selten andere Muskelbewegungen. Ich habe diese Beobachtungen selbst bei schwacher Anwendung des Rotationsapparates gemacht, obwohl es hier auch vorkommt, daß die Electricität von der Muskelhaut auf die Schleimhaut überspringt, und deshalb dennoch Bewegungen erfolgen. Wollmann hat gezeigt, daß solche Reflexerbewegungen nicht mehr eintreten nach Zerstörung des Rückenmarkes und Pickford hat beobachtet, daß schon nach Wegnahme des verlängerten Markes allein keine Reflexerbewegungen vom Darne aus erzeugt werden können. Ich habe an ungefähr sechs Fröschen den Versuch Pickford's wiederholt und ihn in der That bestätigt gefunden

und somit natürlich auch den von Volkmann. — Aus diesen Beobachtungen geht mit der größten Wahrscheinlichkeit hervor, daß auf demselben Wege, auf dem von der Haut aus Reflexbewegungen entstehen, nämlich durch Vermittelung des Rücken- und verlängerten Markes, auch jene nach Darmreizung sich bilden. —

Ebenso sicher, wie nach Darmreizung, entstehen in geeigneten Fällen nach Reizung der Leber, der Lungen, selbst der Hoden, und endlich auch des Herzens, namentlich aber seiner inneren Fläche Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln.

Bei allen diesen Versuchen zeigt sich jedoch die Verschiedenheit von den Versuchen an anderen mit cerebrospinalen Nerven versehenen Organen, daß erstere nicht so oft wiederholt werden können, es tritt viel eher Reactionsmangel ein. Es ist eine eigenthümliche Erscheinung, daß gerade Organe, welche getrennt vom Körper noch so lange ihre Reizbarkeit zu erhalten scheinen und sich spontan fortbewegen, in ihren Beziehungen zum Rückenmarke so rasch ihre Reizbarkeit verlieren, gleich als wäre das Band hier lockerer, als bei den von cerebrospinalen Nerven versorgten Organen.

Am Frühesten scheint in dieser Beziehung das Herz seine Reizbarkeit zu verlieren. So urtheile ich wenigstens nach Versuchen an Froschherzen. Nicht selten habe ich gesehen, daß nur nach der ersten Reizung des Herzens Bewegungen der Extremitäten eintreten, die aber schon kurze Zeit später gänzlich fehlten.

Es fragt sich nun zunächst, ob Reflexbewegungen in den unwillkürlichen Organen von Reizung anderer unwillkürlicher Organe entstehen können oder nicht. Zahlreiche Untersuchungen am Froschherzen haben mich gelehrt, daß, wenn man die Lungen, den Magen, die Gedärme auf ein Glasplättchen legt und diese Theile dem elektrischen Strome aussetzt, die Herzschläge niemals vermehrt werden, und dasselbe Resultat zeigt sich nach mechanischen Reizungen. Zuweilen jedoch sah ich eine Abnahme der Schläge. In der Regel war dies jedoch nur der Fall, wenn ich ohne untergelegtes Glasplättchen den elektrischen oder magnetischen Reiz anwendete. Dieser Unterschied tritt manchmal sehr stark in die Augen, und ich will daher in der folgenden Tabelle Bericht von einer an einem Frosche gegebenen Versuchsreihe geben:

Versuch.	Zahl der Herzschläge in $\frac{1}{2}$ Minute unmittelbar vor dem Drehen.	Stelle, wo die Dräthe angebracht wurden.	Zahl der Herzschläge in $\frac{1}{2}$ Minute während des Drehens.
1.	24	Dünndarm	20
2.	24	Dünndarm	20
3.	23	Magen	21
4.	22	Magen	18
5.	20—21	Dünndarm	16—17
6.	20—21	Haut am Unterkiefer und dem Oberschenkel	20—21
7.	20	Dünndarm	17—18
8.	20	Dünndarm	17—18
* 9.	20	Lunge	20
* 10.	20	Dünndarm	20
* 11.	20	Innere und äußere Fläche der Harnblase	20

In den acht ersten Versuchen hatte ich die Dräthe auf die Organe gesetzt, ohne ein Glasplättchen unterzulegen, was ich in den drei letzten mit einem * bezeichneten that. Man sieht aus dem 6. Versuche, daß die Reizung der äußeren Haut ganz ohne Einwirkung auf den Herzschlag blieb. — Ich habe beinahe immer, wenn ich den Versuch, wie eben angegeben, anstellte, dasselbe Resultat erhalten; ohne gläserne Unterlage Verminderung des Herzschlages, mit derselben keine oder eine sehr unbeträchtliche. Auch wenn ich den Darm oder Magen frei in der Luft hielt und nicht andrückte, war keine Verminderung zu bemerken. In zwei Versuchen, wo gleichfalls dieser Unterschied so sehr auffallend war, nahm ich, nachdem ich gesehen hatte, daß ohne untergelegtes Glasplättchen Reizung des aufgedrückten Darmes Verminderung des Herzschlages veranlaßt hatte, das verlängerte Mark hinweg, und jetzt blieb die frühere Wirkung aus.

Obgleich ich mich bemühte, zu erfahren, von welchem Theile aus durch die Reizung jene Wirkung auf das Herz hervorgebracht wurde, bin ich doch nicht ganz zur Gewißheit gekommen. Am Meisten trat die Verminderung hervor, wenn ich die Dräthe auf die großen Gefäße an den Nieren ansetzte. — Ich will zwar eine Versuchsreihe bei einem Frosche anführen, welche sehr überzeugend scheint, aber ich muß dabei bemerken, daß bei anderen Versuchen das Resultat viel zweifelhafter blieb.

Versuch.	Zahl der Herzschläge unmittelbar vor dem Drehen, während 30 Sekunden.	Zahl derselben während des Elektrisirens d. großen Gefäße.
1.	28	15
2.	24	16
3.	23	19

Hierauf wurde das verlängerte Mark ohne Verletzung desselben bloßgelegt. Unmittelbar nachher war der Herzschlag auf 15 gesunken¹⁾, der sich aber bald wieder auf 21 hob. Dann nahm man das verlängerte Mark gänzlich hinweg. Der Herzschlag war auf 17 gesunken, auf welchem Stande er lange blieb. Während desselben wurden die großen Gefäße wieder elektrisirt, ohne daß sich die Zahl im Geringsten änderte.

In einem Versuche habe ich sogar vollständigen Herzstillstand nach der Elektrisirung der großen Gefäßstämme gesehen, der sogleich nach Beendigung des Drehens aufhörte.

Diese bis jetzt noch unbefriedigenden Versuche können vielleicht bei ihrer Ausführung neue Anhaltspunkte für die Nervenphysiologie oder Herzbewegung geben; während man bis jetzt noch nicht im Stande ist, irgend welche Schlüsse an die angegebenen Resultate zu knüpfen.

Einstweilen müssen wir noch die Thatsache festhalten, daß durch Reizung der von dem N. sympathicus versorgten Unterleibsorgane der Herzschlag in der Regel nicht verändert wird, und ebenso wenig wirkt die Reizung des Herzens auf die Bewegung des Darmes.

Auch der stärkste Hautreiz bleibt ohne Einfluß auf die Bewegung des Herzens. Hierüber habe ich viele Versuche angestellt. Indem ich z. B. einen Drath des Rotationsapparates an die Schwimnhaut des einen

¹⁾ Man darf ja nicht glauben, daß das Bloßlegen des verlängerten Markes allein jedesmal so stark einwirkt. Macht man die Operation mit möglichst großer Vorsicht, so wird man nicht selten sehen, daß Frösche, denen dazu das gesammte Rückenmark und Gehirn bloßgelegt sind, noch fortthüpfen, wovon sich Viele überzeugten, welche meinen Versuchen beizwohnten.

Schenkels brachte und den anderen Drath an den hintersten Theil der Haut des Unterschenkels, streckte sich erst dieser allein. Ging ich nun mit dem zweiten Drath immer weiter nach vorn zu, so sprang auch die Electricität leichter auf Nachbartheile über, so daß gewöhnlich vom vordersten Theile des Oberschenkels einer Seite aus nicht nur das gereizte Bein, sondern auch das andere tetanisch wurde, und die Bauchmuskeln sich zu strecken begannen. Der Herzschlag änderte sich jedoch nicht. Ich ging mit dem zweiten Drathe immer weiter nach vorn, der Tetanus nahm immer zu, aber wenn auch der eine Drath ganz nahe dem Herzen auf der Haut auflag, jenes wurde nicht davon afficirt. Als endlich der Drath die Haut des Unterkiefers berührte, war der ganze Frosch tetanisch, ohne daß der Herzschlag sich änderte. — Es ist dies Resultat um so auffallender, als der Herzschlag sehr oft schon durch das Durchschneiden der Schlüsselbeine, und noch mehr durch starke mechanische Erschütterung des Körpers langsamer wird. — Sehr instructiv ist es, an einem und demselben Frosche, dem das ganze verlängerte und Rückenmark bloßgelegt ist, hinter einander das verlängerte Mark, das gesammte Rückenmark von der Stelle vor dem Abgange der vorderen Extremitätennerven bis zum Conus, endlich die ganze Körperhaut in den Strom zu bringen. Bei allen drei Versuchen wurden alle willkürlichen Muskeln tetanisch, aber das Herz wird nur afficirt, wenn das verlängerte Mark elektrisirt wird, in den beiden anderen Fällen schlägt es fort wie vorher. So oft man an demselben Frosche, so lange er noch überhaupt anwendbar ist, die Versuche wiederholt, das Resultat ist immer gleich. Und so sicher ist der Versuch, wie nur immerhin ein physikalischer seinem Erfolge nach sein kann.

Da es Mittel giebt, welche die Reflexthätigkeit sehr zu steigern im Stande sind, wozu vor Allem das Strychnin gehört, so war es von Wichtigkeit, auch die Einwirkung dieses Mittels auf die Herzbewegung sorgfältig zu prüfen. Während des heftigsten Tetanus und Opisthotonus, die nach Strychninvergiftung eintraten, sah ich niemals eine Veränderung in der Häufigkeit des Herzschlages, er war weder vermehrt, noch vermindert, so lange die Respiration noch ungestört blieb. Es war hiebei gleichgültig, ob der Krampf spontan entstand, oder durch Erschütterung herbeigebracht wurde. — Nichts desto weniger werden wir unten hören, daß das Strychnin gewissen Einfluß auf die Herzbewegung hat, nur nicht als ein Mittel, welches auf die Reflexaction wirkt.

Während nun nach den angegebenen Versuchen eine reflectirte Bewegung in den unwillkürlich bewegten Organen sehr schwer oder vielleicht gar nicht durch Reizung der Gefühlsnerven sowohl im Gebiete des Rückenmarkes als des N. sympathicus sich ausbildet, so scheinen vom Gehirne aus Reflexbewegungen leicht entstehen zu können. An erster Stelle steht die Reflexbewegung der Iris nach Irritation des N. opticus. Aus den Versuchen von Herbert Mayo an Tauben ergibt sich, daß durch Kneipen des centralen Endes des durchgeschnittenen N. opticus Verengerung der Pupille entsteht; dieselbe Wirkung, welche der Einfluß des Lichtes auf die Retina hat. —

Auf einem ähnlichen reflectorischen Prozesse beruhen vielleicht die Bewegungen des Herzens und der Gedärme nach Empfindungseindrücken, obwohl diese Bewegungen auch noch andere Erklärungen zulassen. — Wenn es sich aber so verhält, so ist es bemerkenswerth, daß die unfreiwilligen Empfindungen und die gewissermaßen aufgedrungenen Vorstellungen auf

die unwillkürlich bewegten Organe wirken, während der Wille und die freiwillig festgehaltenen Empfindungen dies nicht thun.

Es ist bewiesen worden, daß das Princip des centralen Nervensystems, welches die Reflexbewegungen beherrscht, in seinem Verhältnisse zu den unwillkürlich bewegten Organen weniger frei sich zu äußern vermag, und daß besondere Irritamenta nöthig sind, um in ihnen Reflexbewegungen hervorzurufen. Nichts desto weniger besteht doch zwischen Rückenmark und den unwillkürlich bewegten Organen und resp. deren Nerven ein Verhältniß des Reflexes, die Möglichkeit ist also vorhanden, der Ausführung müssen Hindernisse entgegenstehen. Diese Hindernisse können nicht in den Muskeln gelegen sein, weil das mit quergestreiften Muskelfasern versehene Herz dieselben ebenso und noch mehr erfährt, wie die anderen mit Cylindrefasern versehenen Organe. Es bleibt kaum eine andere Annahme übrig, als sie in den Nerven zu suchen, und hier wird man zunächst entweder an die schmalen Fasern oder an die Ganglien denken. Denn es wäre sonst zu auffallend, daß überall beide Erscheinungen neben einander liegen. Es ist nicht glaublich, daß das verlängerte Mark, mit welchem die Nerven der unwillkürlich bewegten Organe in näherem Connex stehen, die Reflexthätigkeit gerade für diese Organe beeinträchtigt, während sie dasselbe für andere Organe und Actionen so sehr befördert. Hingegen lasse ich es ganz unentschieden, ob dieser Aufenthalt der reflectirten Bewegungen mehr den Ganglien oder mehr den Nervenfasern selbst zuzuschreiben ist.

In Zusammenhang mit dieser Erscheinung kann man auch bringen, daß das Rücken- und verlängerte Mark, insofern sie combinirte und associirte Bewegungen veranlassen, nur geringen Einfluß auf die unwillkürlich bewegten Organe zeigen.

Aus allen den bisher gegebenen Beobachtungen und Reflexionen scheint mithin hervorzugehen, daß die sympathischen schmalen Fasern (mit ihren Ganglienkugeln?) eine unter Mitwirkung des Rücken- und verlängerten Markes in ihnen entstandene, von cerebrospinalen Nerven reflectirte Thätigkeit nicht leicht aufzunehmen, oder wenn man das Wort lieber will: nicht leicht centrifugal weiter leiten; daß sie hingegen afficirbar sind und Eindrücke nach den genannten Centraltheilen des Nervensystems zu leiten vermögen. Den letzten Theil dieses Satzes könnte man jedoch noch anders fassen. Es wäre nämlich denkbar, daß die mit den schmalen sympathischen Fasern verbundenen breiten lediglich die centripetale Leitung verrichteten, und dann könnte man die schmalen Fasern alle unfähig halten, Eindrücke aufzunehmen, welche vom Rücken- und verlängerten Marke vermittelt werden. — Ein Bedenken jedoch hindert mich, diese Theorie eher anzunehmen, bis noch mehr Beweise vorliegen. Ich finde nämlich in dem *R. cardiacus N. vagi* vom Frosche nur schmale Fasern.

Bisher habe ich die Reflexbewegung in dem Sinne genommen, wie sie ursprünglich allein angesehen worden ist, nämlich für eine durch (Gehirn oder) Rückenmark vermittelte Bewegung nach Reizung von Gefühls- oder Empfindungsnerven. Sobald man aber auch die Ganglien als Centralorgane betrachtet, so ändert sich der Standpunkt, und es läßt sich dann auch vermuthen, daß durch diese gleichfalls ein Reflex erzeugt werden könne. Eine sehr interessante Beobachtung von Volkmann scheint den Beweis zu liefern, daß sogar von cerebrospinalen Nerven nach vollständiger Zerstörung des Rückenmarkes eine Reflexbewegung in Organen, welche vom *N. sympathicus* versorgt werden, zu Stande kommen könne.

Nachdem nämlich Volkmann nach dieser Zerstörung sich überzeugt hatte, daß keine Spur von Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln übrig geblieben war, legte er bei einem Frosche das Herz frei, und beobachtete während eines Zeitraumes von 101 Minuten zu 14 verschiedenen Malen. Fünf Minuten nach Zerstörung der Centralorgane pulsirte es 72 Mal, 30 Minuten nach derselben 48 Mal, hierauf schwankte die Zahl der Pulse zwischen 45 und 51 Schlägen, und war in der 101. Minute nach Tödtung des Thieres 50. Um diese Zeit zermalmte er mit einem Hammerschlag den einen Hinterfuß, und zählte in der 104. Minute 70 Schläge. In 10 anderen Versuchen fand er noch einen zweiten Fall, wie den vorigen, jedoch mit geringerer Modification des Pulses. —

Diese merkwürdige Beobachtung kann man freilich sich so erklären, als ob durch die Vermittlung der Ganglien der Reiz sich auf das Herz reflectirt habe. Auf der anderen Seite jedoch treten mancherlei Einwürfe dieser Deutung entgegen. Ich will nicht sagen, daß die spontane Zunahme der Herzschläge, welche bereits abgenommen hatten, mit Wahrscheinlichkeit auf den Zusammenhang zwischen Reiz und Bewegung nicht schließen ließe. Denn eine so beträchtliche Zunahme von 20 Schlägen in der Minute kommt bei Froschherzen nicht wol ohne besonderen Reiz vor. Bei den vielen Fröschen, bei denen ich Gelegenheit hatte, darauf zu achten, habe ich niemals eine so bedeutende spontane Vermehrung gesehen. Etwas anderes ist es bei Säugethieren. Ich will z. B. eine Beobachtung an einem Kaninchen anführen, welches durch einen Schlag auf den Kopf getödtet wurde. Nachdem die Athembewegungen vollkommen aufgehört hatten, schlug das Herz in der 1. Minute 58 Mal, in der 7. Minute 47 Mal, nach 13 Minuten schlugen die linke Herz- und linke Vorkammer gar nicht mehr, die rechte Herzkammer wenig, hingegen die rechte Vorkammer einige und 30 Mal, nach 18 Minuten dieselbe Vorkammer 37, und 1 Minute später 73 Mal, dann kam ein rasches Sinken auf 17 und bald völliger Stillstand. Während der ganzen Beobachtung wurde das Thier, dessen Brusthöhle weit offen war, nicht berührt, und keinerlei sichtliche Einwirkung hatte Statt. —

Wenden wir uns wieder zu dem Versuche Volkmann's, so kann uns nicht entgehen, wie hier das Motiv zur Erzeugung der supponirten Reflexbewegung ein sehr stark erschütternder Reiz war. Man weiß aber, daß gerade heftige Reize nicht die passendsten sind, um eine Reflexbewegung zu bedingen. Hingegen kann man, wovon ich schon oben gesprochen habe, sich sehr leicht von der eigenthümlichen Wirkung überzeugen, den eine mechanische Erschütterung auf die Herzbewegung hervorbringt. Ich habe schon erwähnt, daß sehr oft die bloße Durchschneidung der Schlüsselbeine, daß immer das Hinwerfen des Frosches auf die Erde Verminderung und Stillstand der Herzschläge zur Folge hat. Es ist nicht glaublich, daß in diesen Fällen eine Reflexion obwalte. Wenn aber durch irgend eine Reizung das Herz zum Stillstande gebracht werden kann, so ist es sehr wahrscheinlich, daß unter gewissen Modificationen derselbe Reiz Vermehrung veranlaßt. — Sei dem übrigens, wie ihm wolle, auffallend muß es immer erscheinen, daß elektrische, wie mechanische Reize verschiedenen Grades auf die Haut oder die Nervenstämmen angebracht die Herzbewegung nicht berühren. Ich habe z. B. den N. ischiadicus am Froschschenkel dem elektrischen Strome ausgesetzt, habe wohl mehr als in 60 Fällen fast immer in Anwesenheit von Sachkennern die Haut elektrisirt, und genau vor dem Drehen

und während desselben die Herzschläge gezählt, aber keine nennenswerthe Veränderung bemerkt. — Dies sind Gründe, welche den Volkmann'schen Versuch kaum als beweisend für das Reflexvermögen im Gebiete des N. sympathicus anzusehen erlauben.

Noch eine Art des Reflexes in den vom N. sympathicus versorgten Organen bleibt uns zu erörtern übrig, ich meine die, welche im Organe selbst nach Reizung seiner mit vorwaltendem Gefühle begabten Flächen erscheinen können. Es stellen sich hiebei die zwei Fragen, ob nämlich erstens überhaupt durch sichere Versuche Reflexbewegungen in diesem Gebiete nachgewiesen werden können, und dann zweitens, wovon dieselben, wenn sie vorhanden sind, abhängen, vom Rückenmarke oder den Ganglien. — Die Untersuchung bietet vornämlich eine doppelte Schwierigkeit dar. Die fühlende und bewegende Fläche sind einmal viel enger mit einander verbunden und liegen viel näher zusammen, als dies zwischen äußerer Haut und willkürlichen Muskeln ganz vorzüglich bei Fröschen der Fall ist. Aber dann auch ist das Mittel, welches so leicht zum Beweise anzuwenden ist, daß das Rückenmark die Reflexbewegung in willkürlichen Muskeln vermittelt, nämlich die Exstirpation dieses Nervenorgans, nicht tauglich, um denselben Beweis für die Ganglien zu führen. Denn immer bleibt der Einwurf übrig, ob nicht die mikroskopischen mit den Nervenfasern des N. sympathicus nicht selten verbundenen Ganglien die supponirte Function wahren.

Bei Reizungen mit mechanischen und chemischen Mitteln, auf die äußere Darmoberfläche eines vor Kurzem getödteten Säugethieres angewendet, beschränken sich die dadurch hervorgerufenen stärkeren Bewegungen eines bisher ruhigen Darmstückes nicht streng auf die gereizte Stelle, sondern die Nachbartheile gerathen auch in lebhafte Bewegung. Henle sah, daß durch leises Streichen mit einer Feder am Darmkanal eine verbreitete Bewegung entstand. Ich glaubte zu beobachten, daß Reizung der Schleimhautfläche stärkere Bewegung des Darmes veranlasse, als Reizung der äußeren Oberflache, und schloß deshalb früherhin auf die eine Reflexbewegung, welche in den Nerven oder Ganglien des Darmes selbst zu Stande komme. — Wenn ich aber die Schwierigkeiten bedenke, welche sich der Beurtheilung entgegenstellen, so kann ich nicht unbedingt meine frühere Meinung festhalten. Will man einen reinen Versuch an der Schleimhautfläche des Darmes machen, so muß man natürlich diesen aufschneiden, den Inhalt abwischen. Beides ist mit einer nicht geringen Reizung verbunden, und es entstehen gewöhnlich bei frisch getödteten Thieren sehr heftige Reactionen, welche aber ebenso gut von der Muskel- als der Schleimhaut ausgehen können. Wollte man jetzt die Schleimhaut reizen, so wäre kein reines Resultat möglich. Man muß abwarten, bis Ruhe eingetreten ist, das dauert oft lange. Indessen kann der Nervenapparat, welcher die Reflexion bewirkt, erschöpft sein, oder wenn er es nicht ist, wenn eine Bewegung erfolgt, wie leicht kann es geschehen, daß die Reizung die Muskelhaut mittrifft. — Wird die letztere gereizt, ohne daß man den Darm öffnet, so bewirkt eine stärkere Reizung, z. B. Kneipen mit einer Pincette, eine ringförmige, mehr oder weniger langsam entstehende Einschnürung, welche als solche nur an der Stelle des Reizes vorhanden ist, in der nächsten Nachbarschaft hingegen leichtere Contractionen und eine etwas runzlige, leicht trocknende Fläche zeigt; eine geringere, oft sehr geringe Reizung hingegen eine fortschreitende peristaltische Bewegung. — Ich will nicht untersuchen, was die Ursache dieser verschiedenen Erscheinungen

sei, soviel jedoch glaube ich, daß die letzterwähnten mit nicht größerem Recht als Reflexbewegungen denn als Bewegungen betrachtet werden können, welche durch den mechanischen Reiz des fortgetriebenen Inhalts entstehen. — Ich habe neuerdings Versuche an Fröschen angestellt, welche mir es sogar wahrscheinlicher machen, daß im Darmkanale selbst keine Reflexbewegung vorkomme. Es ist eine bekannte Sache, daß bei Fröschen der Darm sich gewöhnlich nur sehr mäßig, oft gar nicht bewegt. Man kann gerade bei diesen Thieren eher, als bei Säugethieren, für manche Versuche einen Erfolg erwarten. Brachte ich die Dräthe eines schwach wirkenden Rotationsapparates an die Oberfläche des Mastdarmes, so entstand an der Stelle, welche die Dräthe ohne allen Druck berührt hatten, eine beschränkte Einschnürung. Machte ich hingegen an denselben Stellen zwei kleine Einschnitte, wartete dann ab, bis der Darm wieder ruhig geworden war, und brachte die Dräthe mit der Innenfläche des Darmes in Berührung, so blieb jede Wirkung aus. Auch am Dünndarm und dem Magen sah ich ähnliche Resultate. — An dem ausgeschnittenen Darm eines eben getödteten Kaninchens schnitt ich einen Theil des Dünndarmes auf, wartete die Ruhe ab, und strich mit einer Stecknadel bald an der inneren, bald an der äußeren Oberfläche leicht her. Ich sah wiederholt der letzten Reizung Bewegung folgen, während nach der ersten die Wirkung ausblieb.

Ich bin weit entfernt, die Resultate dieser Versuche vorläufig für stringente Beweise des Mangels an Reflexbewegung, welcher innerhalb des Darmes selbst entsteht, zu halten, aber soviel — glaube ich, darf man daraus schließen, daß das Dasein einer solchen Reflexbewegung zwischen Gefühls- und Bewegungsnerven des Darmes nicht constatirt ist, ja daß man wenigstens mehr Grund hat, sie zu bezweifeln, als zu vindiciren.

Volkmann hat früherhin (Müller's Archiv 1838) Versuche bekannt gemacht, aus denen hervorging, daß bei Fröschen ausgedehnte Darmbewegungen nicht mehr nach Reizungen eintreten, wenn das Rückenmark zerstört ist. — Aber gerade darin möchte es schwer sein, Frösche zu Experimenten zu gebrauchen, eben weil ihre Darmbewegung so sehr träge ist und so leicht träge wird. Ich will nicht dagegen anführen, daß ich schon mehrmals nach zerstörter Rückenmarke den Froschdarm spontan in eine ungewöhnliche Bewegung übergehen sah. Wohl aber muß man beachten, daß am ausgeschnittenen Kaninchendarm eine Reizung eines Darmtheiles ausgedehnte Bewegungen sehr gut veranlassen kann. Man kann indeß daraus nicht vermuthen, daß Reflexbewegungen am Darme auch ohne Mitwirkung der Centraltheile zu Stande kommen, weil man nicht bewiesen hat, daß dies wirklich Reflexbewegungen sind.

In derselben Ungewißheit bin ich hinsichtlich der Frage geblieben, ob die Herzbewegung eine reflectorische ist oder überhaupt sein kann; nicht etwa, weil ich nicht genug Versuche angestellt hätte, sondern weil ich mich gerade durch eine sehr große Anzahl derselben nicht davon überzeugen konnte, daß das, was man dafür ansah, Reflexbewegungen seien.

Bon der Verbreitung des Gefühls im Froschherzen kann man sich leicht durch Durchschneidung desselben an verschiedenen Stellen überzeugen. Die Ventrikelspitze ist der unempfindlichste Theil, je näher man den Atrien kommt, desto deutlichere Reactionen treten ein; die Vorhöfe sind die empfindlichsten Theile.

Die innere Fläche des Herzens scheint empfindlicher zu sein, als die

äußere. Denn nicht nur sieht man viel häufiger Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln entstehen, wenn man die innere Herzfläche mechanisch mit einer eingesteckten Nadel reizt, als wenn man die äußere reizt, sondern das bekannte von Henry, Müller, Valentin u. A. angestellte Experiment, daß, wenn man auf die Innenfläche des ausgeschnittenen Herzens Opiumtinctur bringt, ein Stillstand erfolgt, welcher nicht eintritt, wenn dasselbe Mittel außen angebracht wird, spricht deutlich dafür.

Man sollte nun freilich erwarten, existirte wirklich eine Reflexion zwischen den fühlenden und bewegenden Parthien des Herzens, so müßte eine Veränderung des Herzschlages eintreten, wenn man ausschließlich seine innere Fläche reizt. Ich habe hingegen gefunden, daß die Zahl der Pulsationen dieselbe blieb, wenn ich mit einer Nadel Vor- und Herzkammer irritirte, selbst dann noch, wenn die Nadel mit einer Säure benetzt war. Ich verkenne keineswegs, daß man daraus noch nicht auf den Mangel von Reflexbewegung schließen darf. Denn man könnte ja so urtheilen, daß die Reflexthätigkeit sich nicht äußerte, obgleich sie vorhanden wäre. Man könnte als Analogie anführen, wie die Kraft des Willens die Reflexion der bewegten willkürlichen Muskeln in Schranken halten kann, so könnte auch die natürliche Veranlassung zur Herzbewegung die Reflexthätigkeit beschränken. — Aber jedenfalls reden die Versuche mehr dem Mangel, als dem Vorhandensein von Reflexaction das Wort.

Im Experiment von Henry und Müller kann die stillstehende Herzkammer auch nicht mehr durch mechanische Reize, die man auf dem ganzen Ventrikel anwendet, bewegt werden, ein Beweis, daß nicht etwa die supponirte Reflexion allein erloschen ist, sondern die Reizbarkeit überhaupt.

Man weiß durch Müller u. A., daß das stillstehende Herz wieder zu schlagen beginnt, wenn man es, einerlei an welcher Stelle, reizt. Volkmann fand, daß das langsam pulsirende Herz, wenn es durch einen Nadelstich gereizt wird, auch dann sich zu einem normalen Schlage contrahirt, wenn den Zeitverhältnissen nach eine Pause erwartet werden dürfte; daß aber vor dem völligen Erlöschen der Reizbarkeit eine Periode eintritt, wo dem Reize nur locale Bewegung an der gereizten Stelle oder höchstens ihrer Nachbarschaft eintritt. — Es ist allerdings möglich, daß diese Erscheinungen auf Reflexaction beruhen, aber, wenn man an dem frisch abgeschnittenen Froschschenkel dem lokalen Muskelreiz Zuckung des ganzen Muskels, später aber nur partielle Zuckung folgen sieht, so wird man wenigstens zugeben müssen, daß jene Erscheinung nicht nothwendig in die Classe der Reflexbewegungen gesetzt werden muß, — auch wenn zu Erklärung derselben das Material bis jetzt noch fehlt.

Die bis jetzt geführten Untersuchungen haben uns zu den Ergebnissen geführt: 1) Daß zwischen Gefühlsnerven von Organen, welche der N. sympathicus versorgt, und cerebrospinalen motorischen Nerven durch das Rückenmark ein Reflex bestehe. 2) Daß zwischen den sensiblen cerebrospinalen Nerven und den sympathischen motorischen Nerven eine Reflexaction nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden kann. 3) Daß zwischen den sympathischen Nerven in demselben Organe oder in anderen unwillkürlich bewegten Organen ebenso wenig sicher von einem Reflexe gesprochen werden kann.

4) Daß wahrscheinlich zwischen sensuellen und sympathischen Nerven Reflex besteht. —

Noch eine Beziehung jedoch ist zu betrachten übrig, die schwierigste von allen, ob nämlich der Stillstand des Herzens durch den elektrischen Reiz des verlängerten Markes, sowie die Vermehrung des Herzschlages, welche zuweilen nach Reizung des verlängerten Markes gesehen worden ist, durch Reflexthätigkeit gedeutet werden könne. Ich spreche hier nicht mehr von einer Reflexthätigkeit, welche durch das Rücken- und verlängerte Mark zu Stande gebracht wird; denn dieser Gegenstand ist schon oben erlebigt worden. Supponiren wir hingegen, daß die peripherischen receptiven Fasern, welche mit den Ganglien des Herzens communiciren, im verlängerten Marke liegen, und daß dieses gewissermaßen wie ein äußerer Impuls auf jene Fasern einwirkte und ihnen eine unentbehrliche Anregung gewährte, so hat diese Vermuthung allerdings nicht wenig Ansprechendes. Es ließe sich damit z. B. eine Erscheinung analog anderen Reflexerscheinungen deuten, welche sonst manches Mißliche hat. Oben wurde nämlich erwähnt, daß Reizung des Herzens selbst durch Electricität die Bewegung beschleunige. Wenn man nun bedenkt, daß Reflexbewegungen in willkürlichen Muskeln leichter entstehen und stärker sind, wenn man die Haut, als wenn man die Nervenstämme reizt, so könnte man auch in unserem Falle annehmen, daß Reizung im verlängerten Marke selbst, d. h. in der supponirten peripherischen Ausbreitung der Herznervenfaser, eine so starke Wirkung erzeugt, daß momentane Lähmung eintritt, während in der Nähe des supponirten Centrums (Ganglien des Herzens) der schwächere Erfolg, Vermehrung der Pulsationen sich zeige. — Es ließe sich ferner mit dieser Annahme in Uebereinstimmung bringen, daß sich von den Organen, welche von dem N. sympathicus versorgt werden, zwar Reflexbewegungen in den willkürlichen (mit cerebrospinalen Nerven versehenen) Muskeln erregen lassen, nicht aber umgekehrt von Reizung cerebrospinaler Gefühlsnerven der Herzschlag und die Darmbewegung vermehrt werde. Man braucht nämlich nur anzunehmen, daß in dem R. cardiacus (um beim Froschherzen zu bleiben) einmal peripherische centripetale Fasern des N. sympathicus, welche zu den Herzganglien hingehen, und dann die gewöhnlichen sensiblen Fasern enthalten sind, welche, wie alle Gefühlsnerven, in der Peripherie (des Herzens) beginnen und in das Rückenmark, resp. verlängerte Mark und Gehirn eingehen. — Man müßte aber, was freilich nicht sehr wahrscheinlich ist, die motorischen cerebrospinalen Fasern in dem R. cardiacus ganz in Abrede stellen. Endlich ließe sich aus derselben Theorie begreifen, weshalb Reizung der Darmschleimhaut auf Darmbewegung nicht wirkt. Denn man muß dann vermuthen, daß die Ganglien hauptsächlich im Mesenterium liegen, daß sich die aus dem Rückenmarke kommenden peripherischen Fasern hier endigen, und daß in der Schleimhaut nur gewöhnliche sensible cerebrospinale und motorische sympathische Fasern liegen.

Dieser Theorie, welche ursprünglich von Volkman herrührt, fehlt freilich noch viel an ihrem Beweise. Aber Niemand wird läugnen, daß sie sehr anspricht. Vorläufig kann sie weder sicher nachgewiesen, noch auch bestritten werden. Sie steht und fällt mit der Erfahrung, ob aus den Ganglienknugeln zwei neue Fasern entspringen, oder ob dieselbe Faser nur durch ein Ganglion durchgeht. Wird sie festgestellt, so wird mit ihr zwar die Deutung der Thatfachen, welche ich früher (1841) bekannt gemacht habe, eine andere sein müssen, aber diese Thatfachen selbst sind durchaus

mit ihr zu vereinigen, und bieten weitere neue Gesichtspunkte dar. Es wird dann der Streit, ob der N. sympathicus selbstständig oder abhängig sei, insofern vollkommen ausgeglichen sein, als er sowol das Eine als das Andere ist.

Reizbewegung. Man versteht darunter diejenige Bewegung, welche von den peripherischen Nerven zunächst abhängt, und nach Zerstörung der Centraltheile noch nicht aufgehoben ist. Man kann sie zum Theil an abgeschnittenen Körperteilen studiren. Obwohl die peripherischen Nerven eine ihnen eigene, selbstständige Kraft entwickeln, so sind sie dennoch auch wieder von den Centraltheilen abhängig, indem bekanntlich Reizung von Nervenstämmen, welche kurz vorher durchschnitten worden sind, starke Muskelcontraction veranlaßt, welche aber später immer geringer wird, bis endlich der stärksten Nervenreizung keine Reaction mehr nachfolgt. Gleichviel ob man annehmen will, daß die Nervenfasern vom Centrum aus mit einer gewissen Kraft geladen werden, oder daß sie ohne ihr centrales Ende nicht für die Dauer bestehen können, oder daß zu ihrer anhaltenden Kraftäußerung die Erregung durch den Willen eine wesentliche Forderung ist, — soviel ist gewiß, so sicher die peripherischen Nerven eine ihnen eigenthümliche Kraft besitzen, so sicher bedürfen sie zur Erhaltung derselben des Zusammenhanges mit den Centraltheilen.

Die letzte Ursache der Bewegung des Herzens können wir in den Nerven des Herzens suchen, welche, wenn sie beständig gereizt sind, beständig Muskelcontraction veranlassen; sie kann aber auch in einem den Ganglien zukommenden Bewegungsprincipe liegen, wie das Primum movens der Athembewegungen in der Medulla oblongata liegt. Die Medulla oblongata verhält sich im ersten Falle zu den Herznerven, wie sich das Rückenmark z. B. zu den Extremitätennerven verhält. Sie verlieren nämlich allmählig von der Zeit der Trennung von der Medulla ihre Reizbarkeit. Im zweiten Falle verhält sich das verlängerte Mark zu den Bewegungsnerven des Herzens etwa wie die Schenkelsaut zu den Schenkelmuskeln. Im ersten Falle kann man es ein Centralorgan nennen für die Herznerven, im zweiten nicht. In keinem Falle aber ist es ein Centralorgan in derselben Ausdehnung, wie für die cerebrospinalen Nerven es Rückenmark und Gehirn sind. Denn für letzteren liegen in diesen Nervenorganen die Principe der Combination, Association und Reflexion, welche aber, wie oben erörtert worden ist, in den unwillkürlich bewegten Organen nicht davon abhängen, zum Theil sich gar nicht nachweisen lassen. Von einer Centralität überhaupt läßt sich gar nicht sprechen, da es wohl denkbar und theilweise festgestellt ist, daß die Principe, welche die Bewegungen beherrschen, nicht an einem Orte zu liegen brauchen.

Eine Untersuchung über das Verhalten des ausgeschnittenen Herzens und eine Vergleichung desselben mit dem abgeschnittenen Beine wird uns die ersten Anhaltspunkte für die weiteren Forschungen geben.

Aus Beobachtungen, welche ich im Winter bei einer Stubenwärme von 12 bis 14° C. gemacht habe, ergab sich, daß von 32 ausgeschnittenen Froschherzen 10 noch 8 Stunden und 6 noch 12 Stunden schlugen; 7 schlugen nur 1½ bis 2, 5 nur 5 Stunden, 2 weniger als ½ Stunde, eines 13 und eines sogar 23 Stunden. — Mithin schlägt bei dieser Temperatur das Froschherz meistens nicht unter 5, und nicht über 12 Stunden.

Ist das Herz und sind besonders die Vorhöfe verletzt worden, so erfolgt der Stillstand früher.

Bei 11 Fröschen hatte ich gleich nach der Tödtung derselben das Herz und je ein Hinterbein desselben Thieres abgeschnitten, beide Theile von allen 11 Thieren auf ein Bret neben einander gelegt, um sie hinsichtlich ihrer Reizbarkeit zu vergleichen. Bei allen zeigte sich ein Resultat, welches ich nicht erwartet hatte. Die Reizbarkeit des ausgeschnittenen Herzens war nie länger vorhanden, als die des abgeschnittenen Beines. Nicht nur sah ich, daß, wenn das Herz nicht mehr von selbst zu schlagen fortfuhr, nach Reizung des Schenkelnerven noch deutliche Zuckungen entstanden, sondern daß sogar häufig letztere noch hervortraten, wenn Reizung des stillstehenden Herzens keine Wirkung mehr veranlaßte.

Die peripherischen Nerven des Herzens behalten also ihre Reizbarkeit nicht länger, als die peripherischen Nerven im Schenkel.

Ein ausgeschnittenes Herz hört zuweilen nach dem Ausschneiden zu schlagen auf, und fängt später von selbst wieder an. Selbst an der Herzkammer, welche von den Atrien getrennt war, sah ich dieselbe Erscheinung. — Nach den Beobachtungen von Valentin und E. Weber kann ein Muskel eines vom übrigen Körper getrennten Gliedes reizlos werden gegen Impulse, und später sowol des Einflusses des Blutes, als der Centralnerventheile beraubt, die Reizbarkeit wieder erhalten.

Die erhöhte Temperatur bewirkt stets Vermehrung der Schläge des ausgeschnittenen Herzens, wie die folgende Tabelle zeigt.

Versuch.	Zahl der Schläge des ausgeschnittenen Herzens bei der gewöhnlichen Stubentemperatur in 15 Sekunden.	Temperatur des Wassers, in welches das Herz gelegt wurde.	Zahl der Herzschläge während der 15 Sekunden dauernden Einwirkung.	Bemerkungen.
A.	17	45° C.	unzählbar.	Nach 15 Sekunden Stillstand. Außerhalb des warmen Wassers vibrirte das Herz noch ein paar Minuten.
B.	12	45° C.	30	Dies Herz hatte, ehe es in's warme Wasser gethan wurde, einige Zeit auf dem Tische gelegen, weshalb seine Frequenz so abgenommen hatte.
C.	3	45° C.	20	

Nachdem die erwärmten Froschherzen aus dem Wasser genommen sind, hört rasch die Reizbarkeit auf, und kehrt nicht mehr zurück.

Ganz auf dieselbe Weise verhält sich das frisch abgeschnittene Froschbein gegen Wärme. Obgleich es hier an dem Mittel fehlt, einen so schlagenden Beweis zu führen, so lehrt doch der Augenschein den Unter-

schied. Die Zuckungen treten viel allgemeiner in den Muskeln ein, die Reizbarkeit vermehrt sich, aber schwindet rasch nachher.

Es geht somit auch aus diesen Beobachtungen hervor, daß die peripherischen Bewegungsnerven sich gegen den Reiz der Wärme wesentlich ebenso verhalten, als die peripherischen motorischen Nerven in willkürlichen Muskeln.

Wenn nun die unwillkürlich bewegten und vom N. sympathicus versorgten Organe zum Theil nach dem Tode sich selbstständig fortbewegen, so beruht das nicht darauf, daß deren Reizbarkeit länger, als die der willkürlich bewegten und von cerebrospinalen Nerven versorgten Organe fortbesteht, was in der That nicht der Fall ist, sondern es sind nur die Motive der Bewegung, welche in dem einen Falle noch vorhanden sind, in dem anderen fehlen.

Aber welches sind die Motive, so kann man fragen, zu jenen selbstständigen Bewegungen? und namentlich der Bewegung des Herzens?

Eine früher von mir (Unters. d. Nervens. Heft I.) aufgestellte Hypothese, daß ursprünglich auch die willkürlichen Muskeln in beständiger Bewegung seien, und diese Bewegung durch die hemmende Kraft, die vom kleinen Gehirn ausginge, aufgegeben würde, daß aber die Bewegung des Herzens eine beständige sei, weil die Nervenfasern des Herzens das kleine Gehirn nicht mehr erreichten, läßt sich wenigstens in der Form, wie ich sie früher gab, nicht durchführen, weil die dazu nöthigen Erfahrungen weder alle gesammelt, noch gesichtet sind.

Seitdem ist eine andere Theorie ganz besonders durch Volkman's Untersuchungen gangbar geworden, daß nämlich das Motiv der beständigen Herzbewegung in den Ganglien des Herzens zu suchen sei. In diesem supponirten Falle können wir eine Vergleichung zwischen Herzschlag und Athembewegung, zwischen Ganglien und Medulla oblongata, zwischen den von dem verlängerten Marke centripetal zu den Ganglien laufenden peripherischen Nervenfasern und den von der Lunge (und der Haut) centripetal nach der Medulla laufenden peripherischen Fasern anstellen.

Nach Kölliker's Beobachtungen schließt das (ausgeschnittene) Herz des Frosches, gerade wie der Darm eben getödteter Thiere, der im Mesenterium die Quelle seiner selbstständigen Bewegung enthält, und von demselben getrennt sogleich still steht, ebenfalls an einer ganz bestimmten Stelle die Organe, die seine Bewegung bedingen, in sich, nämlich da, wo Kammer und Vorkammer an einander stoßen; denn wenn man ein Herz in kleine Stücke schneidet, so pulsiren nur die von der genannten Stelle hergenommenen fort, die anderen nicht. Hienach wäre also, wenn ich im Sinne der eben vorgetragenen Theorie weiter fortfahre, ganz ähnlich wie in der Medulla oblongata auch der Centraltheil für die Herzbewegung eine compacte, beschränkte Stelle nervöser Theile. — Indes findet man beinahe ohne Ausnahme, daß, wenn man den Vorhof des Froschherzens quer in zwei Theile schneidet, der vordere nicht mit jener Stelle zusammenhängende noch ebenso gut und gewöhnlich noch länger, als der hintere, fortschlägt; und ebenso hört der Säugethierdarm nicht auf, sich selbstständig zu bewegen, wenn man ihn vom Mesenterium getrennt hat. Wenn man somit auch hierin keine Analogie durchführen kann, so beeinträchtigt dies doch jene Theorie nicht. Denn streng genommen giebt es im verlängerten Marke doch nicht eine so eng begrenzte Stelle. Es ist genugsam bekannt, daß bei Enthauptungen von Thieren der Kopf ebensowohl athmet, als der

davon getrennte Kumpfs, und daß also das combinirende Princip nicht auf einen allzu kleinen Punkt beschränkt ist. Jedoch ist hier die Nervenmasse nicht durch andere Organtheile unterbrochen.

Hingegen läßt sich nicht läugnen, daß andere Analogien sich noch ergeben. Schneidet man die *N. vagi* durch, so wird das Athmen immer unregelmäßig, aber es dauert noch eine Zeit lang fort, und bei Fröschen hebt man dies sogar nicht sogleich auf, wenn man die Lungen und die ganze Haut nicht vernichtet. Aehnlich würde man unserer Theorie folgend sagen müssen, nimmt man die *Medulla oblongata* weg, so wird der Herzschlag bald unregelmäßig, hört aber nicht sogleich auf.

Auf der anderen Seite darf man sich jedoch auch die Gründe nicht verschweigen, welche gegen diese Theorie sich vorbringen lassen. Abgesehen davon, daß es immerhin etwas Unbefriedigendes für unsere Vorstellungen hat, ein Centralorgan nicht in einer zusammenhängenden Reihe von Nerventheilen anzuerkennen, ist es weder allen Ganglien eigen, eine selbstständige Bewegung zu vermitteln, noch auch fehlt diese den willkürlichen Bewegungsorganen, wenn diese von ihren Centraltheilen getrennt sind. —

Es ist ausgemacht, daß der Darm erst, wenn er der Luft ausgesetzt wird, sich lebhafter bewegt, als vorher, daß er sehr häufig während des Lebens der Thiere sich noch ganz ruhig verhält, wenn man das Peritonäum unverletzt läßt und durch dasselbe hindurch die Gedärme betrachtet. — Man sieht also deutlich, daß es oft, vielleicht immer, ein äusserer Reiz ist, der zur Bewegung bestimmt. — Die Iris bewegt sich ohne Reiz selten, und ebenso die beweglichen Theile der Harn- und Geschlechtswerkzeuge.

Aber auch die willkürlich bewegten Organe können sich nach dem Tode selbstständig contrahiren, und die Contraction hat eine auffallende Aehnlichkeit mit den Contractionen der unwillkürlich bewegten Organe. Ich erinnere zuerst an *Remak's* Beobachtungen. Er sah am Zwerchfell von Kaninchen und Schweinen kriechende, wellenförmige und wurmförmige, mit einer gewissen Regelmäßigkeit hinter einander folgende Bewegungen, welche zuweilen bei Säugethieren 48 Stunden nach dem Tode noch fortdauern (*Müller's Arch.* 1843. S. 182). — Ich habe Gelegenheit gehabt, eine Beobachtung sehr oft zu wiederholen, welche mir ein eklatantes Beispiel einer peristaltischen Bewegung in willkürlich bewegten Muskeln nach dem Tode zeigte. Bei *Branchipus paludosus* sah ich oft noch Stunden lang an den abgeschnittenen Riemenfüßen und auch bisweilen an den Antennen die einzelnen Muskelbündel sich sehr regelmäßig wellenförmig und peristaltisch bewegen. Immer begannen die Bewegungen an demselben Ende.

Die Ganglien sind also nicht als die nothwendigen Bedingungen der Selbstständigkeit der Herzbewegung zu betrachten, und wenn wir es als höchst wahrscheinlich annehmen können, daß äussere Motive die Bewegung des Darmes hervorrufen, so wird es auch wahrscheinlich, daß dasselbe hinsichtlich des Herzens stattfindet, und dann auch wahrscheinlich, daß eine einfache Reizbewegung im Herzen vorkomme, durch beständige Reize beständig veranlaßt. Der hauptsächlichste Reiz scheint das Blut zu sein. Ich will die Beweise im Einzelnen nicht wiederholen, welche man bei *Haller elem. lib. IV. Sect. V. §. 4. und 14.* genauer erörtert findet, und verweise unter den neueren Forschern hauptsächlich auf *Kürschner* (in diesem Handwörterbuche II. p. 79). Ich kenne indeß sehr wohl die Schwierigkeit, einen vollgültigen Beweis beizubringen, der nur darin bestehen könnte, daß nach gänzlicher Entfernung des Blutes augenblicklich die Bewegung

endete. Denn es ist unmöglich, dies zu bewerkstelligen. Jedem, der Versuche in dieser Beziehung gemacht hat, ist es wohl bekannt, wie ein kleines Herzstückchen noch lange Zeit hindurch, wenn es im Wasser liegt, kleine Blutströmchen entsendet; wie man selbst das Blut aus den anhängenden Gefäßen nicht entfernt, wenn man diese aufschneidet, indem sie vermöge ihrer Elastizität sich wieder vereinigen. — Jedenfalls schwächt aber die Wegnahme des Blutes den Herzschlag seiner Intensität nach bedeutend. Wenn man von zwei ausgeschnittenen gleich starken Froschherzen an dem einen vor dem Ausschneiden alle Gefäße unterbunden hat, bei dem andern nicht, so ist Regel, daß bei dem ersten die Herzspitze sich beträchtlich mehr hebt, als bei dem letzteren. Hingegen schlägt ein solches unterbundene Herz gewöhnlich nicht so lange, als ein nicht unterbundenes, vielleicht weil der Contraction ein zu großer Widerstand geleistet wird, vielleicht weil die Luft nicht an die Innenfläche des Herzens gelangen kann. — Ich habe wiederholt bei Fröschen sehr große Blutungen gemacht, wonach das Herz klein und blaß wurde. Nichts desto weniger schlugen solche Herzen ebenso lange nach dem Tode noch fort, als andere Herzen, denen kein Blut genommen war. — Auch konnte ich an anderen Muskeln keinerlei Bewegung sehen, wenn ich sie oder ihre Nerven mit Blut tränkte; es trat keine Zuckung ein, als ich den Schenkelnerven eines abgeschnittenen Schenkels durch die Borhöfe eines Frosches leitete, so daß jener vom Herzblute beströmt wurde. — Nach starken Blutentziehungen bei Menschen und Säugethieren ist die erste Erscheinung Abnahme der Pulsstärke, die Frequenz ändert sich gewöhnlich nicht gleich, oder wird dann viel häufiger vermehrt, als vermindert. — Nach Einspritzungen von Blut hebt sich zuerst der Puls und der häufige, kleine wird seltener und größer.

Wir lernen aus diesen Erfahrungen, daß das Blut jedenfalls als ein Reiz für die motorischen Herznerven zu betrachten ist, daß es aber der einzige nicht sein kann.

Schneidet man das Herz in verschiedene Stücke, so bemerkt man, daß plötzlich das eine Stück zu schlagen aufhört, während ein anderes ebenso großes noch spontan fortschlägt. Man kann denken, in dem einen Stücke ist noch das Nervenprincip zur Bewegung enthalten, in dem anderen nicht. Denn das Blut kann ja die Ursache kaum sein, da beide Stückchen ungefähr gleich viel damit getränkt sind. Ja sogar wenn man beide Stückchen, wie ich oft gethan habe, untersucht, so wird man die Nervenverbreitung in dem Stückchen, welches spontan fortschlug, groß, in dem anderen sehr gering finden, und häufig gar keine Fasern unter dem Mikroskop entdecken. Nichts desto weniger ist der Schluß nicht so richtig, als man beim ersten Blick glaubt. Denn wäre er es, so müßte das Stück des Froschherzens, wo die meisten Nerven sich finden, am Sichersten auch getrennt von den anderen fortschlagen. Dies Stück ist in der Mitte der oberen (d. h. nach der Wirbelseite hingekehrten) Wand der Atrien. Schneidet man einen schmalen Riemen hier heraus, legt ihn nach dem leichten Abtrocknen auf den Tisch, so schlägt er in der Regel nicht. Schneidet man hingegen ein Stückchen Borhof so aus, daß noch Höhle bleibt, so schlägt es fast immer. — Hieraus geht hervor, daß das Blut mit den Muskelfasern allein nicht ausreicht, um die Selbstständigkeit des Herzschlags zu erklären. Vielmehr muß das Blut eine relativ nervenreiche, hinlänglich reizbare Stelle treffen, wenn die Bewegung eintreten soll. Die Höhlenfläche ist die nervenreichste, von ihr geht am Leichtesten Bewegung aus. Die Herzspitze nimmt keinen Theil

mehr an der Höhle, sie enthält wenige Nerven, sie schlägt auch nicht, wenn man sie allein abschneidet, weiter fort.

Aber Blut und Nerven allein erklären auch noch nicht vollständig die Selbstständigkeit des Herzschlags.

Ein zweiter nicht minder wichtiger Reiz für das Herz ist die atmosphärische Luft, welche zu dem Herzen dringt. Es ist eine Thatsache, welche von N. Whytt herrührt, daß das stillstehende Herz sehr leicht durch den Zutritt der Luft wieder bewegt wird, und deßhalb muß man auch glauben, daß die Luft, welche an die innere und am Meisten empfindliche Fläche des Herzens gelangt, eine noch größere Reizung zu bewirken vermag. — Eine andere Thatsache, welche von Vesalius herrührt, scheint noch ein wichtigerer Beweis zu sein. Das Herz eines eben getödteten Thieres schlägt nämlich viel länger fort, wenn man Luft in die Lungen einbläst, als wo dies unterbleibt. — Entsprechend findet man auch, daß das Herz eines Frosches, dem das Athmen aufgehoben wurde, leichter still steht.

Wie die Entziehung der Wärme alle Nervenkraft abstumpft, so sehen wir auch die Herzschläge immer abnehmen, wenn man das bloßgelegte, noch in der Verbindung mit dem Körper stehende Herz eines Frosches einer Temperatur unter 0° R. aussetzt. Ob nun noch andere Kräfte mitwirken, dafür fehlen wenigstens bis jetzt die Belege.

Alles zusammengestellt sehe ich die Herzbewegung für eine einfache Reizbewegung an, welche nie aufhört, weil sie immer angeregt wird; und finde nicht bewiesen, daß das Gangliensystem im Herzen diese beständige Bewegung veranlasse. Diese Reizbewegung wird im Herzen, wie überall, in den motorischen Nerven selbst hervorgerufen durch den Reiz des Blutes und der Luft. Wie aber überall die Reizbewegung für die Dauer nicht besteht, wenn die sie veranlassenden Nerven durchgeschnitten und ohne Zusammenhang mit ihren Centraltheilen sind, so wird es nicht anders am Herzen sein. Aber wo, fragt es sich, sind die Centraltheile der motorischen Nerven? Sind es die Ganglien, oder ist es das verlängerte Mark? Dies sind Fragen, welche nicht eher vollständig zu beantworten sind, bis das Verhältniß zwischen Nervenfasern und Ganglien vollkommen aufgeklärt ist. — Man kann bis jetzt die Erscheinungen unter beiden Annahmen möglicher Weise erklären. Ohne jedoch darauf für jetzt eingehen zu wollen, mögen einige sich auf die Herzbewegung beziehenden Versuche, welche ich vor 1½ Jahren angestellt habe, hier Platz finden, da sie vielleicht dazu dienen können, den Gegenstand mehr zu beleuchten.

Die Narcotica vermehren bekanntlich momentan die Reizbarkeit der willkürlichen Muskeln. Namentlich weiß man, daß Frösche, welche mit Strychnin und dem Opium vergiftet sind, eine große Disposition zu Reflexbewegungen zeigen, welche durch die leiseste Berührung hervorgerufen werden. Dagegen scheint das Gefühl geringer geworden zu sein, und sehr schmerzregende Einwirkungen, wie starke Säuren zc. bringen nicht Reactionen hervor, welche auf heftigen Schmerz folgen. Auch abgeschnittene Glieder verlieren rasch ihre Reizbarkeit, ebenso wie dieses schnelle Schwinden der Reizbarkeit auch dann eintritt, wenn man das ganze Rückenmark eines vergifteten Frosches zerstört. — Auch das Athemholen hört bei Fröschen, die mit Strychnin vergiftet wurden, gewöhnlich bald auf. — Auf die Herzbewegung hat die Vergiftung, so lange der Tetanus in den willkürlichen Muskeln besteht, keinen größeren Einfluß, als ein solcher, wie er nach dem Mangel des Athmens allmählig erfolgt. Wenn freilich der Tetanus geendet

444 Sympathischer Nerv mit besonderer Rücksicht auf die Herzbewegung.

hat und auch durch Hautreize nicht mehr entsteht, dann bewegt sich das Herz, welches mit dunklem Blute gefüllt und ausgedehnt angetroffen wird, — nicht mehr, und kann auch durch Reizmittel nicht mehr zur Bewegung gebracht werden. — Es ist gewiß bemerkenswerth, daß die Zahl der Herzschläge, wenn die ersten Vergiftungssymptome schon eingetreten sind, sehr häufig sich nicht um einen einzigen, niemals beträchtlich vermindert haben, — was wiederum zum deutlichen Beweis dient, daß das Herz an der vom Rückenmark ausgehenden Reflexthätigkeit keinen Antheil nimmt. — Bei einem Frosche schlug z. B. des Morgens

	9	Uhr	35	Min.	39	Mal.
	9	„	45	„	34	„
	10	„	—	„	26	„
Abends	6	„	30	„	20	„

Nimmt man hingegen einem vergifteten Frosche das verlängerte Mark hinweg, ja legt man es nur bloß, so nimmt rasch die Zahl der Herzschläge ab. Es ist diese Erscheinung um so wichtiger, als sie dann nicht mehr auf Rechnung der Respiration kommen kann.

Ein Frosch bekam Strychninlösung 11 Uhr 45 Min. $\frac{1}{4}$ Stunde nachher schlug das Herz 40 Mal;
 nach 5 Stunden gleichfalls 40 „
 Dann wurde das verlängerte und Rückenmark zerstört, und nach einer Stunde schlug das Herz nur 28 „
 nach 4 Stunden 16 „
 Nach 16 Stunden gänzlicher Stillstand.

Bei einem zweiten Frosche schlug nach der Vergiftung und 4 Stunden später das Herz 40 Mal, $2\frac{3}{4}$ Stunden nach Exstirpation des verlängerten Markes 16 Mal.

Bei einem dritten vergifteten Frosche sank es eine Stunde nach der Exstirpation des verlängerten Markes von 46 auf 32, und in 3 Stunden auf 17; — bei einem vierten in einer Stunde von 46 auf 26. Bei vergifteten Fröschen, denen das verlängerte Mark nicht genommen ist, sinkt der Herzschlag in der Regel in den ersten 6 Stunden sehr wenig.

Bei drei vergifteten Fröschen, denen das verlängerte Mark nur bloßgelegt worden war, war der Herzschlag

bei unmittelbar nach der Operation	5 Min. später	nach 25 Min.	nach $2\frac{1}{2}$ Stunden
A.	54	38	32
B.	48	45	20
C.	56	36	36
			18 Mal.
			8 „
			24 „

Ähnliche Gründe, welche die Bewegung des Herzens als eine Reizbewegung betrachten lassen, bestimmen auch zur Annahme, daß die Bewegung des Darmes von der Reizung seiner inneren und äußeren Oberfläche, d. h. der daselbst verbreiteten motorischen Nerven zu betrachten sei. Sie wird stärker, wenn die Luft zum Darne tritt, besteht fort an abgeschnittenen Theilen, nimmt ihre Richtung, je nachdem sie von verschiedenen Reizen getroffen wird, hört nach dem Tode nicht sogleich auf. Wäre die Darmbewegung von den Ganglien des Darmes so regulirt, wie die Athembewegung vom verlängerten Marke, so würde ein deutlicherer Typus zu bemerken sein, was aber durchaus nicht der Fall ist. — Kann man mithin die Ganglien im Darne nicht als das Centralorgan für die combinirte Bewegung des Darmes betrachten, so ist damit nicht gesagt, daß sie sich zu den motorischen Darmnerven nicht so verhalten, und auf die Reizbewegung so

einwirken könnten, wie wir vom Rückenmarke wissen, daß es auf die Reizbewegung der willkürlichen Muskeln einwirkt. Wenn aber die Ganglien wirklich diese Rolle spielen, so kann der Einfluß der Electricität, den man bei Anwendung des Rotationsapparates an dem verlängerten Marke und dem kleinen Gehirne bemerkt, nicht so gedeutet werden, als wären die genannten Nervenstellen die Centralorgane für die Reizbewegung, sondern man muß ihn als die Anregung zu einer reflectirten Bewegung in demselben Sinne betrachten, wie dies oben bei dem Herzen erörtert worden ist. — Die Entscheidung wird also auch hier von der Frage abhängen, ob die Nervenprimitivfasern nur durch die Ganglienkörper hindurchgehen, oder ob je zwei aus jedem Körper entspringen. In dem ersten Falle ist die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, anzunehmen, daß das verlängerte Mark (und respective das kleine Gehirn) als Centralorgan für die Reizbewegung des Herzens und Darmes zu betrachten ist, daß hingegen eine Reflexaction in den Bewegungen dieser Organe nicht existirt; im zweiten Falle enthalten die Ganglien des Herzens und Darmes die Centralorgane der Reizbewegung, das verlängerte Mark hingegen ist die Stelle, wo die Reflexbewegung angeregt wird.

Willkürliche Bewegungen und Gehirneinfluß. Heutzutage ist es überflüssig, Beweise beizubringen gegen die Theorie von G. E. Stahl, Sauvages und seinen Anhängern, namentlich Porterfields, N. W. Hyt u. A. Die Stahl'sche Schule wollte bekanntlich beweisen, daß die unwillkürlichen Bewegungen ebenso von der Seele regiert würden, wie die willkürlichen. Sie sagt, die Seele ruhe nicht, ebenso wenig im Schlaf, als während des Wachens. Sie sorge in jenem für Fortbewegung des Herzens, weil sonst das Blut in Verderben gerathen würde. Durch die öftere Wiederholung gewöhne sich der Mensch aber so sehr an diese Bewegung, daß er zuletzt gar keine Herrschaft mehr über dieselbe habe, was übrigens auch bei Bewegungen vorkomme, welche sonst willkürlich seien, aber durch beständige Gewohnheit der Willkür entzogen würden. — Die Widerlegung dieser Stahl'schen Theorie hat Haller (el. IV.) vollständig geliefert.

Wenn keine Rede davon sein kann, daß die freie Willenskraft keinen Einfluß auf die oft genannten Bewegungen der vom N. sympathicus versorgten Organe hat (vergl. übrigens die Untersuchungen über diesen Gegenstand von Volkmann in diesem Werke, B. II. p. 604), so ist hingegen sicher, daß andere Seelenthätigkeiten wol darauf einwirken. Die Gemüths-affecte verändern die Bewegung von Herz, Darm, Blase und Geschlechtstheilen, obwol über das Wie jede Ahnung fehlt. — Man hat hin und wieder an dem Gehirne, weil es das materielle Substrat der thierischen Seele ist, zu experimentiren versucht, ohne zu merklichen Resultaten zu gelangen. W. Philips Beobachtung, daß sich nach Reizungen des Gehirns der Herzschlag vermehren könne, schien so wenig durchgreifend, daß Flourens bekanntlich bei Wegnahme der Gehirnhemisphären von Vögeln keine Veränderung in der Circulation wahrnahm, und dennoch hat die medicinische Erfahrung Fälle genug aufgezeichnet, wo mit isolirten Gehirnkrankheiten Veränderungen des Herzschlages sich zeigten; und in neuer Zeit sah wieder Valentin Vermehrung des Herzschlages nach Reizung des Balkens bei lebenden Kaninchen; ich selbst sah zuweilen bei eben getödteten Kaninchen nach derselben Reizung denselben Erfolg. Daß indeß in der That Theile des Gehirns auf den Herzschlag wirken, ist durch

Versuche, welche mit Anwendung des Rotationsapparates bei Fröschen von den Gebrüdern Weber und mir angestellt worden sind, außer Zweifel gesetzt. Das Herz wird nämlich auch zum Stillstande gebracht, wenn die Vierhügel (Zweihügel) in den Strom gebracht werden. In der großen Reihe von Versuchen, welche ich über diesen Gegenstand gemacht habe, fand ich, daß nicht so bestimmt, so rasch dieser Stillstand von den Zweihügeln, als von der Medulla oblongata aus erfolgte, so daß man dessen nicht so sicher sein kann, wovon sich Viele überzeugten, welche bei mir den Versuch ansahen. — Noch seltener bemerkt man den Stillstand des Herzens, wenn man die Hemisphären des großen Gehirns in den Strom bringt. E. Weber (s. oben p. 44) giebt an, daß das Herz seine Bewegungen nicht geändert habe, als er die oben genannten Theile mit den Drähten berührte, und ich kann, wie gesagt, dies für die größere Menge von Fällen bestätigen, — ganz constant ist es jedoch nicht. In einem Versuche z. B., dem Remak aus Berlin beiwohnte, erfolgte allerdings der Stillstand, und so sah ich es noch ein paar Mal, — meistens aber nur bei Fröschen, die schon wiederholt elektrisirt waren. — Zu diesen Versuchen gesellen sich endlich auch meine früheren, welche einen Gehirneinfluß auf die Organe des Unterleibes darthun, aber noch nicht den Pfad erkennen lassen, welcher zwischen Erscheinung und ihren Motiven führt. — Es möchte kaum von Vortheil sein, jetzt noch Theorien aufzustellen, ehe noch Thatsachen genug vorliegen.

Bewegungsfacultät in den von dem N. sympathicus versorgten Organen.

Convulsionen, Tetanus und coordinirte Bewegung sind die verschiedenen Formen, unter denen sich die der Willkür unterworfenen Muskeln bewegen. Es ist möglich, daß die angegebene Verschiedenheit des Effectes abhängt von der Quantität des Reizes, welcher ihn hervorruft; es ist aber auch möglich, daß die Dualität des Reizes auch die qualitativ verschiedenen Bewegungseffecte veranlaßt. Die Erfahrung jedoch lehrt, daß die Dualität wenig oder Nichts, die Quantität Alles ausmacht. Wirkt der Wille auf das Nervensystem, so entsteht zwar weder Convulsion noch Tetanus, sondern coordinirte Bewegung. Aber man lasse ihn wachsen bis zur Leidenschaft, so mischen sich der coordinirten Bewegung Convulsionen bei; oder der motorische Nerv sei verletzt, gedrückt, oder irgendwie krank, und der Reiz wird auch hier nicht durch das Reaktionsmittel aufgewogen, und der Erfolg ist wie im vorigen Beispiele. — Das Princip der Reflexion erregt, wenn es noch kräftig wirkt, Bewegungen voller Zweckmäßigkeit, der enthauptete Frosch macht nach Reizung Bewegungen zur Entfernung, das enthauptete Säugethier stößt nach der brennenden Kerze, als ob sie ihm Schmerz machte; ein wenig später zittert es bloß nach derselben Ursache. Kurz immer ist es ein gewisser Grad des Reizes, oder, was nichts Anderes sagen will, ein bestimmter Kraftvorrath, der coordinirte Bewegung, der Convulsion oder Tetanus erzeugt. — Von dem freien Willen, von dem Principe der Reflexion läugnet es Niemand, nicht so deutlich ist es bei der einfachen Reizung. Wie bei dem Willenseinfluß ganz gewöhnlich eine coordinirte Bewegung erfolgt, so treten nach der einfachen Reizung durch die verschiedenen bekannten äußeren Reizmittel

gewöhnlich Convulsion oder Tetanus ein. Nichts desto weniger sieht man nicht selten in abgeschnittenen Theilen eine vollständige Beugung oder Streckung erfolgen, also nach einer Reizung Contraction mehrerer einem Systeme angehöriger Muskeln, und das ist eine coordinirte Bewegung. Man wird freilich sagen, eine Beugung oder Streckung ist nach ihrer Zweckmäßigkeit noch keine zusammengesetzte Bewegung, wie das Gehen, Springen *cc.*, aber sie machen doch die integrirenden Glieder aus, und der Wille hat nur die Kraft, die verschiedenen Beugungen und Streckungen rasch hintereinander zu bewirken. Durch wiederholte Versuche müßte man es bei abgeschnittenen Gliedern des Frosches dahin bringen können, nach Belieben Convulsion, Tetanus oder coordinirte Bewegung zu erzeugen, wie es jetzt nur zufällig gelingt.

Zu den unwillkürlich bewegten Organen bemerkt man gleichfalls drei verschiedene Bewegungsformen, welche sich zwar von den oben angegebenen unterscheiden, jedoch unter ähnliche Rubriken mit ihnen gebracht werden können. Der Tetanus zeigt sich z. B. im Darne als tiefe ringförmige Einschnürung, am Herzen als blasse, zusammengezogene Stelle, welche bei der Ausdehnung des übrigen Herzens und seiner Anfüllung mit Blut nicht roth wird, sondern blaß bleibt. Die coordinirte Bewegung von allen diesen Organen ist ebenso bekannt, und zeigt sich z. B. noch an abgeschnittenen Herzstücken, welche sich so bewegen, daß sie ihr Blut ausleeren können. Nur die Convulsionen sind nicht so leicht nachzuweisen. Im Magen und Darne kommen sie in der Art, wie in den willkürlichen Muskeln, gar nicht vor. Was damit verglichen werden könnte, sind die kleinen Runzeln und Fältchen, welche zuweilen der Reizung folgen, wie man besonders am Magen und dem Coecum beobachten kann. Am Herzen des Frosches kommt gleichfalls nur höchst selten ein Zittern vor, welches mit Convulsion verglichen werden kann; häufiger hingegen ist das Herzzittern bei sterbenden Säugethieren. Diese letztere Erfahrung macht es wahrscheinlich, daß das seltenere Hervortreten der Convulsionen in den unwillkürlich bewegten Organen wenigstens nicht allein dem N. sympathicus, sondern der Structur dieser Organe zugeschrieben werden muß. Die Muskelfasern im Darmkanale, den Harn- und Geschlechtsorganen sind weniger elastisch, als die quergestreiften des Herzens, und daher hauptsächlich mag es vielleicht kommen, daß in dem letzteren annähernde Convulsionen schon erscheinen. — Aber dies kann doch die Ursache allein nicht sein. Denn sonst findet es keine Erklärung, weshalb man durch die verschiedensten Reizungen des Froschherzens doch das Zittern nicht erzeugt, welches so häufig in den willkürlichen Muskeln ist; und es scheint, als ob derjenige Reiz, welcher die Bewegung des Herzens unterhält, einen stärkeren Einfluß auszuüben vermag, als der neuhinzukommende. Ist aber der letztere sehr intensiv, so entsteht sogleich Tetanus, den man z. B. durch den elektrischen Strom am Herzen selbst erzeugen kann.

Doch dem sei, wie ihm wolle, jedenfalls bleibt es bemerkenswerth, daß sich die unwillkürlich bewegten Organe weniger geneigt zu Convulsionen zeigen, und die nothwendige Folge dieser Erscheinung ist, daß, gleichgültig von wo aus man die genannten Organe und resp. die mit ihnen in Connex stehenden Nerven reizt, keine Convulsionen, sondern zusammengesetzte Bewegungen oder Tetanus entstehen können. Wenn also von Theilen des Gehirns und Rückenmarkes aus durch deren Reizung einzelne Beobachter Bewegungen im Darmkanale oder anderen unwillkürlich bewegten

Organen gesehen haben, so konnten keine Convulsionen entstehen, weil diese überhaupt nicht vorkommen. Was entstehen konnte, tiefe Einschnürungen und coordinirte Bewegungen, sind auch wirklich beobachtet worden. Ich möchte deshalb auch nicht mit Volkman (in diesem Werke II. p. 505) daraus schließen, daß deshalb das verlängerte Mark nicht das Centralorgan für die Nerven der unwillkürlich bewegten Organe sei, weil in den animalen Muskeln nach einer solchen Reizung des verlängerten Markes unregelmäßige Convulsionen, hingegen in dem vom N. sympathicus versorgten Organe planmäßig geordnete Bewegungen entstehen, denn erstens wurden im Darne oft Einschnürungen beobachtet, und zweitens mußten, wenn man die Ganglien des Herzens und Darmes und nicht das verlängerte Mark für die Centralorgane hielte und die ungeordneten Bewegungen für charakteristische Folge der direkten Reizung der Centralorgane betrachtete, nach Reizung der Herzganglien wirklich immer solche Bewegungen entstehen, — aber dies ist nicht der Fall.

Es ist mithin in den Formen der willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen allerdings ein Unterschied vorhanden, aber dieser Unterschied kann nicht darin seinen Grund haben, daß für beide verschiedene Centralorgane des Nervensystems vorhanden sind.

Quantitative Verhältnisse in der Bewegung der vom N. sympathicus abhängigen Organe.

Wird eine Extremitätenmuskeln mechanisch gereizt, so zittert bald nach der Trennung der ganze Muskel, ganz gleich, ob die Extremität abgeschnitten ist, oder ob ihre Nerven noch mit dem Rückenmarke verbunden sind, in gleichem Momente mit der Reizung. Man ist nicht im Stande, zu beobachten, wie sich von der Stelle des Reizes an die Bewegung verbreitet, denn fast in demselben Augenblicke ist sie schon erfolgt. — Nach einer Darmreizung hingegen verbreitet sich von der gereizten Stelle äußerst langsam die Bewegung, so daß man die Ausbreitung sehr bequem verfolgen kann. Es müssen Ursachen vorhanden sein, welche in dem einen Falle die Verbreitung der Bewegung beschleunigen, oder in dem anderen sie hemmen. Man kann die Ganglien, man kann aber auch die Verschiedenheit der Muskelfasern des Darmes und der der Extremitäten als die Bedingungen dieser Erscheinung betrachten. Im Herzen sind quergestreifte Muskeln und Gangliennerven, und der Herzmuskel steht in der Mitte zwischen den Rumpf- und Darmmuskeln. Wird das ruhige Herz irgendwo gereizt, so sieht man fast mit dem Reize die Bewegung am Vorhofe beginnen, wie mit der Schenkelmuskelnreizung der Muskel am vorderen Ende fast gleichzeitig zu zittern beginnt. Entsteht nach einem stärkeren Reize am Herzen Tetanus, so kann er sich sehr beschränken, und obwohl der Ventrikel des Froschherzens nur einfach ist, so kann doch eine Hälfte, ja ein Drittheil tetanisch contrahirt sein und der Rest des Ventrikels dehnt sich aus. — Beide Erscheinungen, glaube ich, dürfen nicht verwechselt werden. Die erste ist hauptsächlich eine Muskel-, die zweite eine Nervenercheinung. Die erste beruht vorzugsweise auf der Muskelelastizität; sobald an einer Stelle durch einen Nervenreiz eine Contraction entstanden ist, entsteht ähnlich wie durch die elastische Arterienmembran eine

wellenförmige Bewegung, welche hier außerordentlich klein ist, und diese Bewegung bringt in dem empfindlichsten Herztheil die organische Bewegung hervor. Im Darne, wo die Elastizität der Muskelfasern viel geringer ist, kann man der fortschreitenden Bewegung zusehen. — Ganz anders verhält es sich mit der zweiten Erscheinung. Das vorher stillstehende Herz wird an der Stelle der stärkeren Reizung tetanisch, fängt aber übrigen wieder zu schlagen an. Der Nervenreiz bleibt an der Ursprungsstelle, und benachbarte Nervenäste werden oft gar nicht davon afficirt. Ganz dieselbe Erscheinung ist am Darne bemerkbar. Legt man die Dräthe auf die Muskelhaut des Darmes, so entsteht oft eine ganz beschränkte Constriction oder Vertiefung, daneben ist aber peristaltische Bewegung möglich. — Mit einem Worte, die Nervenfasern im N. sympathicus theilen ihre Zustände nicht so leicht anderen mit, als cerebrospinale Fasern. Das ist wenigstens das Resultat der bis jetzt gemachten Erfahrungen, und wenn man früherhin gerade im umgekehrten Sinne dem N. sympathicus die Vermittelung der Sympathien in Krankheiten zuschrieb, so hat zu dieser Ansicht Nichts weniger verführt, als die unbefangene Beobachtung.

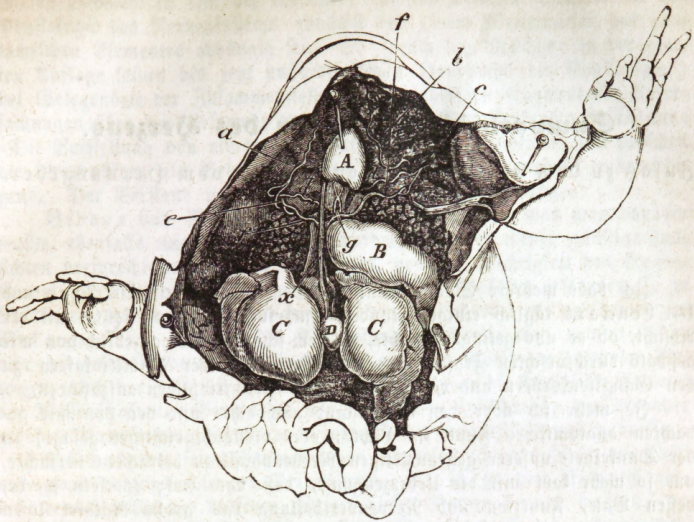
Außerdem daß die sympathischen Nerven augenscheinlich das Vermögen besitzen, Veränderungen, welche in ihnen erzeugt sind, nicht so leicht auf andere übergehen zu lassen, ist noch die dauernde Wirkung eines Reizes bemerkenswerth, wenn dieser schon entfernt ist. Es ist bekannt, daß ein Reiz auf das stillstehende Herz nicht einen Schlag, sondern eine fortgesetzte Reihe von Pulsationen weckt, und vom Darmkanal kennt man dasselbe Phänomen. Die bekannte Erfahrung, daß der verstümmelte Ventrikel des Froschherzens zuweilen nur nach jedem Reize sich einmal zusammenzieht und nicht wiederholt, läßt vermuthen, daß jene Nachwirkung in der That von den Ganglien abhängt, was freilich noch weiterer Untersuchungen bedurfte. — Ich darf hier die ganz analoge Erscheinung, die man an Empfindungsnerven beobachtet, nicht unberührt lassen, ich meine die Nachempfindung von Gesicht- und Gehörseindrücken, wenn das Object bereits nicht mehr vorhanden ist. Man könnte auch hier die Ganglienorgeln der Retina und der inneren Gehörnerven als die Impulse jener Erscheinung betrachten.

In einen Zusammenhang mit dem eben erwähnten Phänomen läßt es sich endlich bringen, wenn die Bewegung, welche einem Reize eines sympathischen Nerven folgt, nicht augenblicklich nach der Reizung eintritt, wie bei den cerebrosinialen Nerven, sondern wenn gewöhnlich ein meßbarer Zeitraum zwischen Irritation und Effect liegt, — was namentlich am Darne sehr deutlich erscheint. Auch bei minder scharfen Augen vergeht nicht selten eine gewisse Zeit, bis das gesehene Object wahrgenommen wird, d. h. der Effect sich im Gehirne zeigt. Also auch hier wieder eine Analogie zwischen sensuellen und sympathischen Nerven. Wie auffallend, daß auch der Bau beider nicht unähnlich ist!

J. Budge.

Anhang über die Herznerven des Frosches.

Das Froschherz erhält, soweit mich bis jetzt Untersuchungen belehrt haben, seine Nerven ausschließlich von dem N. vagus, nachdem sich derselbe mit dem N. sympathicus verbunden hat. In dem 1—1 $\frac{1}{4}$ ''' von dem Ursprunge des N. vagus entfernt liegenden gelblich grauen Ganglion tritt der N. sympathicus, der nach vorn mit dem N. trigeminus, nach hinten mit dem N. hypoglossus zusammenhängt, mit dem N. vagus in Verbindung. Nachdem dieser mehre Zweige bald nach seinem Ursprunge abgegeben hat, wendet er sich an die Bauchseite mit einem vorderen Zungenzweige b (in der beistehenden Figur) und einem hinteren Zweige c, dieser spaltet sich wieder in zwei Aeste, einen vorderen, R. laryngeus d, welcher, nachdem er über dem N. hypoglossus durchgetreten ist, in einem starken Bogen, von dem überaus kleine Fädchen gegen den Herzbeutel zu verlaufen scheinen, in den Kehlkopf geht, und einen hinteren, R. intestinalis, der sich wieder in den R. gastricus e und R. cardiaco-pulmonalis f theilt. Der R. gastricus verbirgt sich über der Lunge und gelangt zum Magen. Der R. cardiaco-pulmonalis vertheilt sich theils an die Lunge, theils schickt er einen feinen Ast R. cardiacus f zum Herzen. Dieser letztere liegt bedeckt von der Pleura, am oberen Ende der Lunge, über welche er hinweggeht, hart an der inneren Seite der V. jugularis und resp. der großen Hohlvene, welche er nach innen hat. Gerade da, wo der R. cardiaco-pulmonalis von dem R. intestinalis abgeht, liegt er über der A. pulmonalis, die ihn deckt, wenn man den Frosch von der Bauchseite öffnet. An der Stelle, wo die vordere Hohlvene in das Atrium tritt, geht neben ihr der R. cardiacus, d. h. also an der oberen Fläche des Herzens, in den Vorhof. Von der rechten und der linken Seite kommen in der Mitte der Vorhöfe beide R. cardiaci zusammen, der von der rechten Seite geht über der hinteren Hohlader, macht dafelbst einen Bogen und vereinigt sich in einem Plexus mit dem der anderen Seite. Es gehen nämlich, wovon man sich unter dem Mikroskope überzeugt, Fasern des linken R. cardiacus zum Theil nach rechts, und zum Theil bleiben sie auf der linken Seite, ebenso ist es auf der rechten Seite. Aus diesem Plexus g. gehen zwei Fäden hervor, welche bei frisch präparirten Herzen dicht neben einander liegen, welche sich in der Scheidewand und den beiden Atrien vertheilen. Der linke Nerv hat ein deutliches, aber sehr kleines Ganglion.



Erläuterung der Abbildung. A. Herzkammer, welche nach oben zurückgeschlagen und befestigt ist, nach hinten mit den Ueberresten der Vorhöfeln verbunden.

B. Magen, gerade hinter der unbezeichneten leicht kenntlichen linken Lunge.

C. C. Leber. D. Gallenblase.

a. N. hypoglossus.

b. R. lingualis n. vagi.

c. N. vagus, wo er sich in

d. N. laryngeus und R. intestinalis spaltet und über dem N. hypoglossus liegt.

e. R. gastricus, der über den Lungen zum Magen geht.

f. R. cardiacus. (Der R. pulmonalis geht am vorderen Ende in die Lungen und ist in der Zeichnung nicht dargestellt.)

g. Plexus der R. cardiaci, aus dem die beiden Vorhofsnerven hervorgehen.

x. Vena cava inferior.

J. Budge.