

Beobachtungen über Gefässnerven.

Von

Dr. Asp.

(Mit 4 Abbildung.)

Versuche am n. splanchnicus major.

Der Ueberschrift gemäss kommen nur die vasomotorischen Fasern des ebengenannten Nerven in Betracht, diese jedoch im weitesten Sinne des Worts, also neben denjenigen, welche unmittelbar in die Muskulatur der Gefässe eingreifen, auch die, welche die Nerven des Herzens und der Arterien reflectorisch erregen.

Die vasomotorische Bedeutung des n. splanchnicus ist erst seit Kurzem gewürdigt worden. — Seine reflectorischen Beziehungen zu den Herzästen des nerv. vagus haben *Goltz* und *Bernstein* aufgedeckt. Beim Frosch wird, wie es scheint, das Hirnende der regulatorischen Herznerven durch den erregten Splanchnicus unmittelbar ergriffen. Auf welche Weise sich das Verhältniss beider Nerven zueinander beim Säugethier stellte, war dagegen unklar, jedenfalls musste jedoch eine durch das Hirn vermittelte Beziehung unseres Nerven zum Herzschlag angenommen werden, trotz des negativen Erfolgs, den *Bernstein* bei einem Versuche am n. splanchnicus des Kaninchen erhielt. Denn den Erfolg, den er bei einer nach dem Hirn hin wirkenden Reizung des n. splanchnicus vermisste, sah *Bernstein* eintreten, als er die centralen Stümpfe des sympath. Grenzstrangs in der Brusthöhle reizte. Da nun dieser letztere zum grössten Theil in den n. splanchnicus major übergeht, so war also auch die gleiche Leistung von diesem zu erwarten. Jedenfalls jedoch war noch zu erörtern, ob der Nerv das Hirnende des n. vagus unmittelbar erregt, oder ob er als Mittelglied hiezu des erhöhten Blutdrucks bedarf. — Ueber die reflectorische Wirkung des n. splanchnicus auf die Nerven der Arterienmuskeln war noch weniger bekannt. Das einzige hierauf Bezügliche

war einer Mittheilung von *Goltz* zu entnehmen, welcher gefunden, dass eine mechanische Reizung der Unterleibsnerve des Frosches den Tonus seiner Blutgefässe erniedrigen konnte. Danach wäre also der n. splanchnicus in die Reihe der Depressoren zu stellen gewesen.

Das periphere Ende des n. splanchnicus in den Unterleibsgefässen musste alsbald die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, nachdem *C. Ludwig* und *Thiry* dargethan hatten, wie gross der Einfluss sei, den die Lähmung der Unterleibsgefässe auf den mittleren Blutdruck übt. *v. Bezold* und *Bensen* zeigten nun, dass der n. splanchnicus zu den Nerven gehöre, welche die Gefässe der Unterleibseingeweide zu verengen vermögen. Da jedoch die ebengenannten Beobachter den mittleren Druck in den grossen Arterien während der Reizung des n. splanchnicus nur um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ seines Werthes erhöht sahen, so musste man schliessen, dass als Vasomotor unser Nerv andern wichtigeren nachstehe. Zu diesen Angaben trat jedoch alsbald eine andere von *E. Cyon* und *C. Ludwig*. Nach der Durchschneidung auch nur eines der beiden Nerven sahen sie die mittlere Arterienspannung um mehr als die Hälfte, ja um Dreiviertel ihres gewöhnlichen Werthes vermindert, und durch nachfolgende Reizung des peripherischen Stumpfes gewahrten sie, dass der Blutdruck nicht bloss seinen normalen Werth erreichte, sondern weit über ihn hinausstieg. —

An diese Thatsachen und Widersprüche knüpfte ich bei dem Beginn meiner Beobachtungsreihe an.

a. Blutdruck und Pulszahl nach der Durchschneidung beider nn. splanchnici des Hundes unterhalb des Zwerchfells.

Die Durchschneidung geschah mit Hilfe eines Verfahrens, welches die Eröffnung des Bauchfellsackes nicht nöthig machte. Bei günstiger Lagerung des Thieres und bei Benutzung kleiner Hunde gelingt es, den n. splanchnicus unmittelbar nach seinem Durchtritt durch das Zwerchfell zwischen den Schenkeln desselben aufzufinden. Als Führer dient die Vena lumbalis prima, die alsbald in die Augen fällt, wenn man gleich unterhalb der letzten Rippe die Scheide des grossen Lendenstreckers, und zwar unmittelbar neben ihrem Ursprung von den Querfortsätzen durchschneidet. Sowie man die Vena aufgefunden hat,

sieht man auch sogleich die zugehörige Arterie und den gleichnamigen Nerven. Für den Fortschritt der Operation gewährt es Bequemlichkeiten, die Arterie doppelt zu unterbinden und alsdann Nerv und Arterie zu durchtrennen. Die Vene verfolgt man sorgfältig gegen ihre Einmündung, hierbei trifft man sicher auf die Nebenniere, da die Vene regelmässig über dieses Organ hinläuft. Sowie die Nebenniere aufgefunden ist, zieht man dieselbe mit einem stumpfen Haken in die Wunde herein, ein Handgriff, der für die Thiere sehr schmerzhaft ist, weil er ohne eine Zerrung des sehr empfindlichen und mit der Nebenniere zusammengehefteten nerv. splanchnicus nicht ausgeführt werden kann. Hält ein Gehülfe die leicht bewegliche Nebenniere in der Wunde fest, so kann man mit zwei Pincetten den Ast des Splanchnicus aufsuchen, welcher in die Nebenniere geht; von ihm aus dringt man dann zum Stamm des Splanchnicus, wobei zu bemerken, dass dieser Stamm rechter Seits unterhalb und linker Seits oberhalb der Nebenniere gegen die Darmgefässe hin verläuft. Bei einiger Vertrautheit mit der Anatomie der betreffenden Regionen und bei Unterstützung durch zwei geübte Gehülfen gelingt es sicher, den Nerven ohne Verletzung des Peritoneums vollständig zu durchschneiden. Ist dieses gelungen, so sind die Thiere gleich nach der Operation verhältnissmässig munter und die Heilung der Wunde, vorausgesetzt, dass man einige Sorgfalt auf die Behandlung derselben verwendet, geht gut von Statten. Wurde dagegen das Bauchfell verletzt, so tritt der Tod in der Regel durch Peritonitis ein.

Fünfmal unter neun Versuchen wurde ich darauf beschränkt, den Druck in der Carotis und die Pulszahl unmittelbar vor und unmittelbar nach der Operation zu bestimmen, entweder weil die Thiere sogleich getödtet wurden, oder weil der Tod derselben in Folge anderer Umstände eintrat. Viermal habe ich ausserdem noch die beiden genannten Werthe nach nahezu vollständig geheilter Wunde ausgeführt. Hierbei haben sich nachfolgende Zahlen ergeben:

I. Mitteldruck und Pulszahl sogleich vor und nach Durchschneidung der nn. splanchnici unterhalb des Zwerchfells.

		Mitteldruck in der art. carotis			Pulszahlen			
		vor der Durch- schnei- dung	nach der Durch- schnei- dung	Ver- hält- niss nach — vor	vor der Durch- schnei- dung	nach der Durch- schnei- dung.	Ver- hält- niss nach — vor	
1	Beide durch- schnitten.	165	103	0,62	25	43,5	1,74	
2	»	160	95	0,59	28	48,5	1,73	
3	»	144	90	0,64	26	46	1,77	
4	links vollkom- men, rechts nur einen Zweig.	136	80	0,59	31,5	43	1,37	
5	beide durch- schnitten.	104	79	0,76	26	68	2,61	
6	»	98	53	0,54	26,5	45	1,70	Narcose mit Morph.
7	»	78	51	0,65	22	33 (72)	1,50	» » »
8	»	74	64	0,86	27	28	1,04	
9	»	136	22	0,16	46	—	—	Tod sogleich nach d. Ope- ration.

Nach der Durchschneidung der Nerven ist auch beim Hunde, wie in Folge der entsprechenden Beobachtungen am Kaninchen zu erwarten war, jedesmal eine Erniedrigung des mittleren Blutdrucks eingetreten. Wenn ich den 9ten Fall ausseide, in welchem aus unbekanntem Gründen der Tod unmittelbar nach der Operation eintrat, wo sich also offenbar die Beobachtung nach der Durchschneidung auf ein sehr geschwächtes Herz bezieht, so bemerken wir zunächst, dass der Druck, welcher unmittelbar nach der Durchschneidung vorhanden ist, beim Hund absolut und relativ höher ausfällt, als dieses bei dem Kaninchen der Fall war. Diesen Unterschied zwischen den beiden Säugethieren wird man wohl auf Rechnung des relativ grössern Darmcanals und also auch der relativ grössern Gefässräumlichkeiten der letztern beim Kaninchen setzen dürfen. Die eben mitgetheilte Erscheinung stimmt mit der andern schon bekannten Erfahrung überein, dass auch die Unterbindung der

vena portarum beim Kaninchen viel rascher (durch Blutleere des Gehirns) zum Tode führt, als beim Hund.

Aus einer Vergleichung der einzelnen am Hund angestellten Beobachtungen ergibt sich, dass der mittlere Blutdruck, welcher nach der Zerschneidung zurückbleibt, im Allgemeinen grösser ist, wenn dasselbe auch mit dem Druck der Fall war, der vor der Zerschneidung bestand. Da ich die Zahlen der Tabelle nach der Grösse der letztern Drücke geordnet habe, so kann man sich leicht überzeugen, dass dieses mit Ausnahme des achten Falles durchgreifend gilt.

Die proportionale Druckminderung, welche die Durchschneidung des nerv. splanchnicus veranlasste, bot dagegen keine solche Regelmässigkeit. Allerdings war der Druck in den Fällen, in welchen er sich vor der Operation über 130 Mm. bewegte, regelmässig um nahezu 40 Procent gesunken, in denen dagegen, wo der Druck vor der Operation bei und unter 100 Mm. stand, schwankte das Sinken zwischen 14 und 46 Procent.

Diese Erfahrungen sind nicht ohne Interesse für die Erkenntniss des Antheils, den der jeweilige Tonus des nerv. splanchnicus sowohl, wie auch der der übrigen Gefässnerven an dem Druck genommen, welcher vor der Durchschneidung vorhanden war.

Wenn man annehmen darf, wie es jetzt allgemein geschieht, dass zwischen dem Gewicht des Gesamthieres und seinem Blutgehalt eine feste Proportion besteht, so beweisen die vorstehenden Zahlen, dass bei verschiedenen Individuen derselben Species, beziehungsweise in verschiedenen Zuständen desselben Thiers der tonische Erregungsgrad der Gefässbezirke seines Körpers, nach relativen und absoluten Werthen gemessen, ein sehr ungleicher ist. —

Wenn der Unterschied des Drucks vor und nach der Zerschneidung des Splanchnicus ein grösserer ist, so wird man auch annehmen müssen, dass der Abfluss des Arterienbluts durch die Darmgefässe bedeutender gehemmt war, als wenn jener Druckunterschied zu den bezeichneten Zeiten kleiner war. — Wie aber der Antheil des Splanchnicus sich den mitgetheilten Beobachtungen gemäss als ein ungleicher ausweist, so gilt dieses auch für die übrigen Gefässnerven. — Wäre der Unterschied des Drucks, der vor der Durchschneidung des n. splanchnicus vorhanden war, nur auf Rechnung einer ungleichen Wider-

standsfähigkeit der Unterleibsgefässe gekommen, so hätte man erwarten dürfen, dass nach Durchschneidung beider Splanchnici der Druck überall derselbe geworden. Dieses ist nun aber durchaus nicht der Fall. Ordnet man mit Berücksichtigung der absoluten und proportionalen Druckunterschiede vor und nach der Operation die 8 Beobachtungen, so erhält man 4. Fälle, die sich daraus erklären, dass alle Gefässnerven stark und gleichmässig tonisch erregt waren. Der Blutdruck vor der Durchschneidung ist ein hoher, die Lähmung des Splanchnicus erzeugt ein bedeutendes Absinken des Drucks, der nach ihr zurückbleibende ist noch bedeutend. — 2. Die tonische Erregung der Gefässnerven ist schwach und gleichmässig; der ursprüngliche Druck niedrig, der Druckabfall nach der Durchschneidung ist relativ gross, der restirende Druck niedrig. — 3. Die tonische Erregung der einzelnen Gefässnerven ist eine ungleichmässige. In diesem Falle kann der Druck vor der Durchschneidung sehr verschiedene Werthe besitzen, doch niemals so grosse, wie bei gleichmässiger Verbreitung eines hohen Tonus. War der Tonus des Splanchnicus überwiegend, so wird nach seiner Zerschneidung die proportionale Druckminderung sehr gross sein, während sie in dem umgekehrten Falle klein ist. Meine Versuche bieten, wenn ich nicht irre, für sämtliche Variationen Beispiele dar.

Betrachten wir die Pulszahlen, die vor und nach der Operation anwesend waren, so finden wir, dass ausnahmslos eine beträchtliche Beschleunigung derselben nach der Operation eintrat. Gestützt auf zahlreiche fremde und eigene Erfahrungen, bin ich geneigt, dieses auf die Erniedrigung des Blutdrucks in der Schädelhöhle zurückzuführen.

Ich lasse nun die Versuche folgen, in welchen der Druck und Puls auch nach der Heilung der Wunde bestimmt ward.

II. Durchschneidung des n. splanchnic. maj. Blutdruck und Puls gleich nach der Operation, und später nach der Heilung der Wunde.

	Mitteldruck			Pulszahlen			
	vor der Durchschneidung	nach der Durchschneidung	nach — vor	vor der Durchschneidung	nach der Durchschneidung	nach — vor	
1 Nur rechts.	—	125	—	—	58	—	18 Tage nach der Operation.
2 Rechts vollständig., links 1 Zweig.	—	92	—	—	24	—	9 Tage nach der Operation.
	—	124	—	—	14	—	18 Tage nach der Operation.
3 Beide durchschnitten.	104	79	0,76	26	68	—	Unmittelbar vor u. nach der Operation.
	—	112	—	—	17,5	—	14 Tage nach der Operation.
4 Beide durchschnitten.	165	103	0,62	25	43,5	1,71	Unmittelbar vor u. nach der Operation.
	—	172	—	—	21,5	—	12 Tage nach der Operation.

Von den vorstehenden 4 Versuchen sind nur die beiden letzten als vollkommen gelungen zu betrachten; in beiden waren innerhalb elf und zwölf Tagen nach der Operation der Druck und die Pulszahl zu den Werthen zurückgekehrt, die sie vor der Durchschneidung besessen hatten, und dieses war geschehen, trotzdem dass keine Verheilung der durchschnittenen Nerven sich eingestellt hatte; den Beweis dafür, dass die Heilung noch nicht wieder erfolgt war, habe ich dadurch geführt, dass ich nach der letzten Druckbestimmung die Thiere mit Curare vergiftete, die beiden Splanchnici der Brusthöhle aufsuchte, durchschnitt und die peripheren Stümpfe reizte, während das Manometer die Druckschwankungen in der Carotis

aufschrieb. Die beiderseitige Reizung blieb ohne allen Erfolg auf den Gang des Quecksilbers. Ausserdem bestätigte eine genaue Leichenuntersuchung die durch den Reizungsversuch gewonnene Anschauung.

Will man einem einzigen Versuch das Recht mitzusprechen einräumen, so dürfte man aus der Beobachtung 2 schliessen, dass sich der vor der Durchschneidung vorhandene Zustand des Kreislaufs nur sehr allmählig wieder herstellt.

Ueber die Mittel, durch welche der Ausfall des n. splanchnicus compensirt wird, bin ich nicht im Stande sichere Auskunft zu geben. Zu den Erklärungsgründen, welche nicht allzugewagt erscheinen, dürfte entweder der eine zählen, dass andere Theile des Systems der Gefässnerven, die, wie ich zeigen werde, vom Lendenmark aus zu den Unterleibsgefässen treten, die ausgefallenen Functionen des Splanchnicus übernommen haben. — Oder vielleicht wirken auf die Fasern des Splanchnicus noch andere Erreger ausserhalb seines Verlaufs durch die Unterleibshöhle, welche nach dem Ausfall der centralen ihre Wirksamkeit erhöhen.

Gleichgültig aber, ob, wie die Zukunft lehren wird, die soeben vorgebrachten oder auch ganz andere Umstände für die Wiederherstellung der normalen Stromverhältnisse von Bedeutung sind, jedenfalls ist die Wiederherstellung derselben eine Thatsache von Bedeutung; nur ihr scheint es verdankt werden zu müssen, dass die Thiere die Durchschneidung dieser auf den Blutstrom so auffallend wirkenden Nerven verhältnissmässig leicht zu ertragen im Stande sind.

Nun überleben aber nicht bloss die Hunde, sondern es überleben auch, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, die Kaninchen die Durchschneidung der Nerven in ungestörter Gesundheit. Darum halte ich es für annehmbar, dass auch bei ihnen der Ausfall unseres Nerven durch andere Mittel ersetzt werden kann.

b. Reizung des durchschnittenen n. splanchnicus.

Die Eigenthümlichkeiten in dem Ursprung und in der Verbreitung des wichtigen Nerven macht eine genaue physiologisch-topographische Untersuchung des Nerven zur Nothwendigkeit. Einen Theil dieser sehr umfänglichen Aufgabe habe ich gelöst, einen andern habe ich spätern Arbeiten überlassen müssen.

Fortschritte in der Erkenntniss von den Wirkungen des nerv. splanchnicus sind sehr langsam zu gewinnen, nicht allein wegen der schwierigen Versuche, sondern noch mehr darum, weil es öfter nothwendig wird, besondere Untersuchungen anzustellen, um zu einer sicheren Deutung der Resultate zu gelangen, welche die Reizung hervorgebracht hatte.

Das Hülfsmittel, mit dem ich die Aenderungen mass, welche durch die Reizung des Nerven in den Kreislauferscheinungen hervorgebracht wurden, war das registrirende Quecksilbermanometer. Zur Beurtheilung der Genauigkeit und Sicherheit, welche den Zahlen sowohl als auch den aus ihnen abgeleiteten Schlüssen zukommt, diene das Folgende.

1. Das Manometer. Als Druckmesser wurde es für die nachstehende Abhandlung nur zur Feststellung des mittlern Blutdrucks benutzt. Insofern der mittlere Blutdruck während einer Beobachtungsreihe rasche Aenderungen erfährt, ist man öfter gezwungen, Mittelzahlen aus kurzen nur wenige Herzschläge enthaltenden Stücken zu bilden. Wenn ich hierzu gezwungen wurde, so habe ich selbstverständlich ebensoviel Diastolen als Systolen und ebenso viel Inspirations- als Expirationsstücke der Messung zu Grunde gelegt. Im übrigen habe ich mich streng an die bekannten Vorsichtsmaassregeln gehalten, welche für den Gebrauch des Instruments, insoweit es als Druckmesser dient, aufgestellt worden.

Da die Beobachtung ungemein erleichtert wird, wenn man in demselben Versuch den Druck und die Pulszahlen zugleich bestimmen kann, so habe ich in der Regel das Quecksilbermanometer auch zur Pulszählung benutzt. In einigen wenigen Fällen habe ich daneben das Manometer von *Ad. Fick* angewendet und mich hierbei von Neuem überzeugt, dass das Quecksilbermanometer vollständig ausreicht, wenn man mit ihm nur die Zahl und nicht die Gestalt der Pulse feststellen will. Dabei hat man jedoch zu beachten, dass das Manometer die Zahl der Pulsschläge nicht immer richtig und zwar entweder zu gross oder zu klein angiebt.

Die Möglichkeit zu einer fehlerhaften Mehrangabe ist bekanntlich dann vorhanden, wenn der Zeitraum, während dessen das Herz in der Diastole verharret, länger dauert als die Periode der Eigenschwingung, welche der im Manometer vorhandenen Quecksilbermasse zukommt.

Die Eigenschwingung tritt jedoch weitaus nicht immer ein, trotzdem dass die genannte Bedingung erfüllt ist. Damit sie erscheine, muss noch der anderen Bedingung genügt sein, dass sich die Blutsäule, welche sich vom Manometer aus in die Gefässe hinein erstreckt, mit einem geringen Widerstand bewegt, oder, anders ausgedrückt, es müssen die Gefässwandungen einen geringen Grad von Spannung besitzen. Sobald dieses wie gewöhnlich nicht der Fall ist, sinkt die Quecksilbersäule aus ihrer höchsten durch die Diastole veranlassten Stellung zu langsam ab, um die Geschwindigkeit zu erlangen, welche zur Erzeugung einer Nachschwingung nothwendig ist. Aehnliches gilt bei gespannten Arterienwandungen für den aufsteigenden Schenkel der Pulscurve. In den zahlreichen Beobachtungen, die ich angestellt, sah ich nur einmal und auch hier nur für kurze Zeit die Eigenschwingung hervortreten. Dass eine in der Pulscurve vorhandene Erhebung der Trägheit des Quecksilbers zuzuschreiben ist, kann man leicht ermitteln, wenn man die Periode einer Eigenschwingung des angewendeten Manometers kennt. Der Verdacht, dass eine Erhebung des Quecksilbers durch die Eigenschwingung des letztern, nicht aber durch einen Pulsschlag hervorgebracht wurde, wird zur Gewissheit, wenn die verdächtige Erhebung genau in die Zeit fällt, beziehungsweise in ihr abläuft, in der sie den bekannten zeitlichen Verhältnissen der Eigenschwingung gemäss eintreten und ablaufen müsste.

Es giebt noch ein anderes Kennzeichen, um den Zweifel zu beseitigen; es besteht darin, dass auf eine grosse von einem fühlbaren Herzschlag hervorgebrachte rasch vollendete Puls-welle eine kleine Erhebung und zwar in dem bezeichneten Abstand erfolgt. Geschieht dieses, so kann man diese Erhebung unbedenklich der Eigenschwingung zuschreiben und sie demgemäss bei der Pulszählung vernachlässigen.

Das Quecksilbermanometer kann aber nicht bloss die Zahl der Pulsschläge zu gross, sondern auch zu klein angeben. Die Möglichkeit dafür, dass durch die Trägheit des Quecksilbers die vorhandenen Pulsschläge verdeckt werden, tritt dann ein, wenn der Blutmasse energische Bewegungen von andrer Seite, als dem Herzen her, mitgetheilt werden. Am unverletzten Thier kann sich dieses nur ereignen, wenn der Brustkasten krampfhaft inspirirt und aus der höchsten Inspiration plötzlich in eine active Ausathmung übergeht.

Die krampfhaft e Expiration theilt vermöge der ausgiebigen und plötzlichen Entleerungen der Aorta dem Quecksilber eine so rasch aufsteigende Bewegung mit, dass durch die auf die Erhebungszeit fallenden Diastolen des Herzens keine deutliche Senkung der Quecksilbersäule ermöglicht wird. Die aufeinander folgenden Systolen des Herzens sind demnach durch keine absteigende Einbiegung von einander geschieden. Statt der letzteren erscheint, wenn der Anstoss, welcher von Seiten der Brustbewegung kommt, nicht allzugross, zwischen zwei aufeinander folgenden Herzschlägen ein Curvenstück, in welchem das Ansteigen eine geringere Beschleunigung zeigt. Aber auch diese Andeutung für eine vorhandene Diastole kann bei heftigen Hustenanfällen verschwinden. Die Wirkung einer krampfhaften Respirationsbewegung auf das Quecksilber ist leicht dadurch nachzuahmen, dass man bei geöffneter Brusthöhle die Aorta mit den Fingern rasch zusammendrückt und ebenso rasch den Druck wieder aufhebt. Beobachtungen während stossweiser Brustbewegungen sind darum für die Zählung der Pulse überhaupt nicht zu verwenden. Unter den von mir mitgetheilten Beobachtungen findet sich keine einzige, in welcher aus einem der genannten Gründe eine Verdeckung des Herzschlags sich hätte einstellen können.

2. Deutung der Angaben des Manometers. Die Erscheinungen, welche die Pulscurve darlegt, namentlich soweit sie den mittlern Druck betreffen, stellen nun keineswegs unmittelbar das dar, was gesucht werden soll. In der Regel wollen wir aus der Aenderung des Blutdrucks erschliessen, in wie weit und in welcher Anzahl die kleinen Zweige des Aortenbaumes contrahirt sind, wobei man von der Voraussetzung ausgeht, dass mit dem steigenden Druck die Zahl der contrahirten Arterien sowie die Verengerung jeder einzelnen im Wachsen begriffen sei. Dieser Schluss trifft jedoch nur unter wesentlichen Beschränkungen das Richtige.

Offenbar ist der jeweilige Druck nur ein Resultat aus dem Verhältniss, in welchem die Zu- und die Abflüsse zu einander stehen, die in und aus den grossen Arterien erfolgen. Auf eine Proportionalität zwischen der Grösse der Gefässverengung und der Höhe des mittlern Blutdrucks beziehungsweise auf eine Minderung des Abflusses könnte demgemäss nur dann geschlossen werden, wenn bei demselben Thiere während der Druckstei-

gerung die Füllung und die Schlagfolge des Herzens gleich verblieben. Da dieses nicht immer stattfindet, da im Gegentheil die Schlagfolge ganz ausserordentlichen Verschiedenheiten unterworfen ist, so darf die Drucksteigerung nur dann mit Sicherheit als ein Zeichen für den Eintritt einer ungewöhnlichen Contraction der kleinen Arterien gelten, wenn während der Zeit, in welcher der Druck anwächst, die Zahl der Herzschläge in der Zeiteinheit nicht vermehrt wurde. — Trotz dieser Beschränkung ist die Druckänderung als Kennzeichen für die Erhöhung und Ausbreitung der Arteriencontraction vorerst unersetzlich, denn es wäre ja ganz unthunlich die Grösse und Ausbreitung der Gefässverengung durch Blosslegung des Arteriensystems ermitteln zu wollen.

In vielen Fällen und namentlich wenn es sich um kleine Unterschiede handelt, lässt uns jedoch die Druckbestimmung als Kennzeichen der Gefässverengung im Stiche, namentlich dann, wenn das Druck erhöhende Element des beengten Arterienlumens durch das Druck vermindernde der verlangsamten Schlagfolge des Herzens wieder aufgehoben wird.

Wie aus den eben angegebenen Gründen die Deutung der gewonnenen Zahlenwerthe mit Unbestimmtheiten behaftet ist, so kann sie es auch noch aus einem andern werden. Die nächste Absicht, welche wir mit der Anwendung eines Reizes verbinden, besteht selbstverständlich darin, die Aenderung des mittlern Drucks und der Pulszahl zu erfahren, welche in Folge des Reizes auftritt. — Um ein Urtheil über die Richtung und Grösse dieser letztern Aenderung zu gewinnen, schlagen wir den Weg ein, dass wir die während der Reizung vorhandenen Werthe des Drucks und der Pulszahl mit denjenigen vergleichen, welche zu einer andern Zeit vorhanden sind, in welcher der Nerv nicht erregt wurde. Bei diesem Verfahren machen wir stillschweigend die Voraussetzung, dass die Lebensbedingungen vor und während der Reizung nur durch die letztere von einander verschieden gewesen sind. Wie häufig sich diese Unterstellung im Irrthum befindet, weiss jeder, der an ein- und demselben Thier Druck und Pulsschlag längere Zeit hindurch beobachtet hat. Trotzdem dass die Thiere mit Curare vergiftet sind, dass die Athmung möglichst gleichmässig erhalten wird, dass man den Umfang und die Zahl der Operationswunden so klein als möglich gemacht, namentlich aber die Unterleibseingeweide und nur da,

wo es unumgänglich nothwendig wird, die Lungen blossgelegt hat, wird man nur zu oft sehen, dass während einer Beobachtungsdauer grosse Veränderungen im Druck und in den Pulszahlen eintreten. Da sich für diese Wandlungen im Erregungsgrad der Gefässnerven keine äussere Veranlassung auffinden lässt, so müssen sie, wie ich glaube, entweder der veränderten Temperatur, welche die künstliche Athmung in Verbindung mit der Curarevergiftung herbeiführt, zugeschrieben werden, oder clonischen Krämpfen, welche das Curare in den Nerven der Gefässe und des Herzens einleitet. Um einer Verwechslung dieser innern Schwankungen mit den durch den Reiz veranlassten vorzubeugen habe ich nur dann auf eine Abhängigkeit der eingetretenen Functionsänderung von dem Nervenreiz geschlossen, wenn sich dieselben alsbald nach dem Beginn des Reizes einstellten und während seines Bestehens mindestens 15—30 Secunden hindurch constant erhielten. — Zudem habe ich mit den Angaben während der Reizungen immer nur die verglichen, welche unmittelbar vor der Anwendung des Reizes vorhanden waren. — Sollte an demselben oder an verschiedenen Orten mehrmals hintereinander gereizt werden, so liess ich meist solange Zeit zwischen den beiden Reizen verstreichen, bis die Nachwirkungen des ersten Reizes, die innerhalb des Gefässnervensystems nie ausbleiben, vorübergegangen waren. Trotz alledem muss man oft auf die Gewissheit verzichten, dass kleinere Abänderungen, die während der Reizung eintreten, von dieser abhängen. Dieses gilt namentlich wenn die Beziehung zwischen dem gereizten Nerven und den geänderten Stromerscheinungen keine unmittelbare ist. Auf besondere Schwierigkeiten, die der letzte Fall bietet, komme ich nochmals zurück.

3. Beobachtungen. Da sich der Stamm des nerv. splanchnicus aus vielen Wurzeln zusammensetzt, so lag vor allen die Frage nahe, ob alle diese Wurzeln vasomotorische Nerven enthalten möchten, denn da unser Nerv auch noch für die Bewegung, Absonderung und Empfindung der Unterleibseingeweide von Bedeutung ist, so war es denkbar, dass sich seine gefässbewegenden Fasern nur auf einen Theil seiner Wurzeln beschränkten. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, war es nothwendig als Versuchsthier den Hund zu wählen, weil sich nur

bei ihm die Wurzeln in gehöriger Länge freipräpariren liessen, um sie isolirt reizen zu können.

Alle Hunde, welche zu den Versuchen verwendet wurden, waren mit Curare narkotisirt; bei der Aufsuchung der Nerven wurde nicht allein jede Blutung sorgfältig vermieden, sondern auch dafür Sorge getragen, dass die Höhlen der Pleura und des Bauchfells nicht verletzt wurden, so dass weder die Lunge noch die Gedärme in die Wunde hineinkamen. Die Präparation des Nerven in seinem Verlaufe über die fünf untern Rippen bietet geringe Schwierigkeiten, anders verhält es sich mit den acht oberen. In der nachstehenden Versuchsreihe habe ich mich deshalb vorzugsweise mit den Wurzeln und dem Stamm des Nerven von der zehnten Rippe nach abwärts beschäftigt.

Um die Uebersicht über das, was meine Versuche ergeben haben, nicht durch zu grosse Zahlenreihen zu erschweren und dennoch nicht auf den Vortheil zu verzichten, den die Vorführung grösserer Versuchsreihen gewährt, habe ich es meist vorgezogen, die Ergebnisse meiner Versuche durch Proportionalzahlen auszudrücken. Jede der Zahlen, die alsdann in meinen Tabellen enthalten sind, ist also aus zwei andern hervorgegangen. Da diese Verhältnisszahlen jedoch nicht immer genügen, um alle Eigenschaften der durch den Versuch gewonnenen Daten darzulegen, so werde ich öfter von der ebengenannten Darstellungsweise abweichen, und den mittlern Druck und die Pulszahl durch ihre unmittelbar aufgefundenen Werthe darstellen. Die lateinischen Nummern, welche im ersten Stabe aller folgenden Tabellen entbalten sind, geben die fortlaufenden Nummern der Beobachtungsthiere an.

a. Reizung des peripherischen Stumpfes der Aeste und des Stammes.

Die Zahlen der folgenden Tabelle sind dadurch gewonnen, dass die Pulszahlen und der Mitteldruck vor der Reizung in die gleichnamigen Werthe während der Reizung dividirt wurden. Mit andern Worten, die mitgetheilten Zahlen drücken den Puls in der Zeiteinheit und den Mitteldruck während der Reizung aus, wenn man die vor der letzteren vorhandenen Schlagzahlen und mittlern Drücke gleich der Einheit setzt.

	Proportionale Aenderung des Drucks des Pulses	
Periphere Reizung des Stammes unterhalb der VII. Rippe.		
XL.	1,26	0,78
Nach Durchschneidung der Wurzel aus dem 7. Intercostalnerf.		
	1,02	0,5
Nach Durchschneidung der Wurzel aus dem 9. Intercostalnerf.		
	1,21	0,40
Unterhalb der 10. Rippe.		
IV.	1,24	0,50
VI.	1,49	0,46
VII.	1,20	0,38
Unterhalb der 11. Rippe.		
III.	1,09	1,10
	1,50	0,74
V.	1,35	0,75
Unterhalb der 12. Rippe.		
II.	1,48	0,20
	—	0,30
Unterhalb der 13. Rippe.		
VI.	1,15	0,36
	1,10	0,54
V.	2,03	1,57 *)
XVI.	1,17	0,78
	1,12	0,82
	1,06	0,78
XVII.	1,10	0,50
XXVII.	1,33	0,67
	1,07	0,40
	1,26	0,36
	1,36	0,66
Unterhalb des Zwerchfelles.		
XI.	1,39	0,50
XII.	1,11	1,00
	1,28	0,91
XIII.	1,20	0,80
	1,42	0,42
XIV.	1,30	0,69
XV.	1,23	1,02
	1,57	0,80

*) Dieser Versuch fällt dadurch auf, dass hier mit der Drucksteigerung eine so bedeutende Vermehrung der Pulszahl statt der erwarteten Verminderung derselben auftrat. Dieses ist um so unerwarteter als bei Reizung der Wurzel aus dem 10. n. intercostalis und bei Reizung des Stammes unter dem Zwerchfell an demselben Thier der Puls seltener wurde. Vielleicht erklärt sich das eigenthümliche Verhalten dadurch, dass der Druck vor der Reizung aus unbekanntem Gründen auf 38 Mm. also sehr tief gesunken war und durch die Reizung nur auf 77 Mm. also auf einen sehr mässigen Werth gehoben wurde.

	Proportionale Aenderung des Drucks des Pulses	
Peripherische Reizung der Wurzel n.		
Wurzel vom 10. Intercostalnerf.		
V.	1,13	0,77
VI.	1,02	0,59
Wurzel vom 11. Intercostalnerf.		
II.	1,64	0,35
III.	0,95	0,86
VI.	1,09	0,64
§ Wurzel vom 12. Intercostalnerf.		
VI.	1,06	0,52

Eine Durchmusterung der vorstehenden Zahlen ergibt, dass alle Wurzeln, welche überhaupt der Reizung unterworfen wurden, sich wesentlich gleichartig verhalten, und dass dasselbe mit dem Stamm des Nerven der Fall ist, gleichgültig, ob sein Querschnitt in der Höhe der 7ten Rippe oder unterhalb des Zwerchfelles gereizt wurde. Sie bewirken ohne Ausnahme, wenn sie gereizt werden, eine Erhöhung des Drucks und sie enthalten sonach sämmtlich Fasern, welche die Circulärmuskulatur der kleinen Arterien zur Zusammenziehung anregen. Mit der Erhöhung des Drucks stellt sich in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Beobachtungen eine Minderung der Pulszahl heraus. In einigen wenigen Fällen mindert sich zwar die Pulszahl nicht, trotzdem dass der Druck gestiegen; aber vielleicht nur darum weil der n. vagus nicht reizbar war. In einem einzigen dagegen (V. unterhalb der 13. Rippe) findet sich trotz einer beträchtlichen proportionalen Steigerung des Druckes eine Zunahme der Pulsfrequenz, aber dieser Fall erweist sich als ein sehr unsicherer, weil der Druck, welcher unmittelbar vor der Reizung vorhanden war, ungewöhnlich niedrig stand. Die Pulszahl vermehrte sich während der Reizung allerdings, aber sie stieg, wie die Beobachtung V. im Anfang nachweist, nicht über diejenige, welche in mehreren frühern Beobachtungen an demselben Thier während der Reizungspause vorhanden gewesen war. Das Ansteigen der Pulszahl während der Reizung könnte sich dadurch erklären, dass das Herz während des vorherbestandenen niedern Drucks von dem Blute nicht genügend ernährt worden sei, sodass das Herz selbst unmittelbar erregt worden sei, als in Folge der Drucksteigerung ein stärkerer Strom durch seine Gefässe veranlasst wurde.

Die Verminderung der Pulszahl, welche nach Reizung der peripherischen Stümpfe des nerv. splanchnicus eintritt, ist ihrem grössten Theil nach von einer Wirkung auf die Hirnenden des nervus vagus abzuleiten. Dieses ergiebt sich einfach aus den folgenden Zahlen, die aus einer Versuchsreihe abgeleitet worden sind, in welcher die nervi splanchnici an ihrem peripherischen Stumpfe unterhalb des Zwerchfells gereizt wurden, bevor und nachdem die nervi vagi am Hals durchschnitten waren. Die nachstehenden Zahlen stellen abermals die Verhältnisswerthe des Drucks und der Pulse vor und während der Reizung dar, wobei die Werthe vor der Reizung gleich der Einheit angenommen wurden.

Periphere Reizung des Stammes vor und nach Durchschneidung der n. vagi am Halse.

	Druck	Puls	Bemerkungen
VII.	1,20	0,38	Vor Durchschneidung der n. vagi. Nach Durchschneidung.
	1,30	0,88	
	1,61	0,78	
XIII.	1,42	0,42	Vor Durchschneidung der n. vagi. Nach Durchschneidung.
	1,22	0,88	
	1,20	1,00	
XVI.	1,45	0,58	Vor Durchschneidung der n. vagi. Nach Durchschneidung.
	1,33	0,91	
XXVI.	2,46	0,47	Vor } Durchschneidung der n. vagi. Nach }
	1,49	0,77	

Gleichzeitige periphere Reizung je eines des splanchnic. major u. minor nach Durchschneidung d. vagi.

XVI. | 1,50 | 0,75 |

Obwohl nun die Reizung nach der vollbrachten Durchschneidung der n. vagi von einer viel geringern Verminderung der Pulsfrequenz begleitet ist, als sie es vor der Verletzung dieses Nerven war, so bleibt sie doch noch bestehen und mehrmals zeigt sich während der Reizung nach Durchschneidung noch eine um über 20 Procent verminderte Schlagzahl im Vergleich mit derjenigen, welche ohne Reizung bestand.

Diese Erscheinung dürfte zunächst auf die Drucksteigerung im Arteriensystem zu beziehen sein. Als einen Beleg für diesen Ursprung berufe ich mich auf die folgenden Zahlen, welche dadurch gewonnen sind, dass nach Durchschneidung der nervi vagi die Aorta oberhalb des Zwerchfells comprimirt wurde.

Compression der aorta thoracica nach Durchschneidung der n. vagi am Halse.

Relative Werthe des Drucks und der Pulszahl.

	Druck	Puls	Bemerkungen.
XV.	1,60	0,90	Vor der Compression = 1. Nach der Compression = 1.
	1,80	0,94	
XVI.	1,69	0,95	Vor der Compression = 1.
	—	0,80	
	3,31*)	1,03	Unmittelbar nach d. Compression = 1. Später nach der Compression = 1.
	—	0,86	
	1,60	1,14	
—	0,96		

Der seltenere Puls während erhöhten Blutdrucks bei durchschnittenen n. vagis ist schon öfter beobachtet und von *Marey* und *Pokrowsky* dem Widerstand zugeschrieben worden, welchen das stärker gespannte Blut dem in der Zusammenziehung begriffenen Herzmuskel entgegensetzt. Diese durch mannigfache Analogien sehr ansprechende Annahme will, wie es scheint, keineswegs auf die von mir beobachteten Fälle passen.

Der Puls wird nach Erhöhung des Blutdrucks keineswegs immer seltener, im Gegentheil trifft es sich öfter, dass der Puls häufiger wird. Diese Unbestimmtheit des Erfolgs spricht schon gegen ein so einfaches Abhängigkeitsverhältniss wie es die Hypothese von *Marey* verlangt. Wenn aber auch der Puls seltener wird, so tritt diese Erscheinung niemals mit der Druckerhöhung ein, sondern es besteht diese letztere regelmässig erst längere Zeit hindurch, bevor die Schlagzahl des Herzens vermindert wird. Ist dieses geschehen und hält alsdann die Druckerhöhung längere Zeit hindurch an, so kehrt meist der Puls wieder zu der Häufigkeit zurück, welche er vor der Druckerhöhung besessen. Dieses Verhalten erinnert an das ganz ähnliche, wel-

*) Sobald nach längerem Verschluss das Lumen der Aorta wieder geöffnet wird, sinkt der Druck plötzlich herab und geht merklich unter den Stand herunter, den er vor der Aortenschliessung eingenommen; allmählig erhebt er sich dann wieder auf seine Normalhöhe und überschreitet diese auch öfter nicht unbedeutend. Die vorstehende Proportionalzahl bezieht sich auf das Druckminimum als Einheit.

ches sich auch durch den erhöhten Druck bei erhaltenen n. vagis herstellt; man könnte darum wie dort an eine allmählig wachsende und wieder vergehende Reizung der Hirnenden, hier an eine solche der Herzenden des n. vagus denken. Diese Anschauungsweise wird noch unterstützt durch das Verhältniss zwischen der Dauer der Systole und der Diastole des Herzens. Wäre der Widerstand, der sich der Contraction entgegenstellt, die Ursache der seltneren Pulse, so würde man zu erwarten haben, dass eine wesentliche Verlängerung der Systole eintrete, während man auf eine Verlängerung der Pausen rechnen muss, wenn umgekehrt eine Vagusreizung innerhalb des Herzens die rasche Schlagfolge zügelt. Nun trifft es in der That auch hier gerade wie bei der centralen Vagusreizung ein, dass der Zeitraum von je zwei Pulsschlägen wesentlich durch eine Ausdehnung der Pause verlängert wird.

Reizung des centralen Stumpfes der Aeste und des Stammes.

Ich führe nun die Thatsachen vor, welche ich durch Reizung der Wurzeln und des Stammes am centralen Stumpfe des durchschnittenen n. splanchnicus erhalten habe. Die folgenden Zahlen sind abermals proportionale, wobei die Werthe des Pulses und des Blutdrucks vor der Reizung gleich 1 gesetzt wurden.

Reizung des durchschnittenen n. splanchnicus am centralen Ende.

	Druck	Puls	Bemerkungen.
Stamm an der 7. Rippe.			
XL.	1,07	1,00	
Stamm an der 10. Rippe.			
IV.	1,29	0,69	
VI.	1,40	0,51	
	1,44	0,68	
Stamm an der 11. Rippe.			
V.	1,05	0,75	
Stamm an der 12. Rippe.			
II.	1,16	0,55	
IX.	—	0,60	Federmanometer.
Stamm an der 13. Rippe.			
II.	1,11	0,65	
	1,37	0,80	

	Druck	Puls
Stamm an der 13. Rippe.		
V.	4,37	4,27
VI.	4,00	0,96
XVI.	4,63	4,05
	4,59	4,30
	1,70	4,05
XVII.	4,19	0,53
Stamm unterhalb des Zwerchfells.		
I.	4,95	0,39
	4,73	0,28
	4,79	0,74
XI.	4,27	0,67
XII.	0,98	0,76
	4,06	0,88
XIII.	4,46	4,00
Wurzel vom 10. Intercostalnerf.		
V.	4,44	0,89
VI.	4,10	0,83
Wurzel vom 11. Intercostalnerf.		
II.	0,96	0,68
V.	0,94	4,44
VI.	4,17	0,68
Wurzel vom 12. Intercostalnerf.		
VI.	4,14	0,65

Diese Zahlen bestätigen für die Pulszahl das, was man seit den Beobachtungen von *Goltz* und *Bernstein* an dem Frosch und dem Kaninchen wusste, auch am Hund. Der Puls wird zwar nicht immer, aber doch in weitaus den meisten Fällen durch die Reizung des centralen Stumpfes verlangsamt. Andererseits zeigen auch die vorstehenden Versuche, dass der Blutdruck durch die nach dem Centrum gesandte Reizung bedeutend emporgetrieben werden kann. Diese Erscheinung bringt unsere Nerven in Analogie mit vielen andern sensiblen. Bekanntlich zeigte *Lovén*, dass bei unversehrten n. vagis eine central gerichtete Reizung sensibler Rückenmarksnerven eine Verminderung der Pulszahl und eine Erhöhung des mittlern Blutdrucks herbeiführen könne. Da der n. splanchnicus insbesondere der des Hundes sehr empfindlich ist, so ordnet sich, wie wir schon bemerkt, seine reflectorische Wirkung auf die Vasomotoren unter die der sensiblen Nerven ein.

Ueber die Gefässnerven, welche durch den n. splanchnicus reflectorisch erregt werden.

Bei den oft sehr beträchtlichen Steigerungen des Blutdrucks in der vorstehenden Versuchsreihe war selbstverständlich einer der beiden Splanchnici durchschnitten. Trotzdem also, dass eine der wichtigsten Bahnen für die reflectorische Gefässverengung ausgeschaltet war, hatte sich dennoch die oft bedeutende Druckerhöhung eingefunden. Darum schien es der Mühe werth zu versuchen, ob die central gerichtete Reizung nach Durchschneidung der beiden Splanchnici auch noch eine Steigerung des Drucks hervorbringen könne. Dass dieses möglich, zeigen die folgenden Proportionalzahlen, in welchen, wie bemerkt, einer der centralen Stümpfe nach Durchschneidung beider Splanchnici unterhalb der 13. Rippe gereizt wurde.

Reizung des centralen Stumpfes eines der beiden n. splanchnici bevor und nachdem auch der anderseitige durchschnitten war.

	Druck	Puls	Bemerkungen.
XVII.	1,25	0,44	vor } nach } nach } Durchschneidung des andern.
	2,16	0,48	
	1,15	0,75	
VIII.	1,09	0,80	rechts } links } beide Splanchnici vor 21 Ta- gen durchschnitten.
	1,19	0,85	
X.	1,28	0,20	rechts beide Splanchnici vor 38 Tagen durchschnitten.

Aus diesen Thatsachen muss man schliessen, dass sich die reflectorische Wirkung unsers Nerven sehr weit verbreitet und dass beim Hund die Bedeutung der übrigen verengten Gefässnerven nicht so sehr gegen die des n. splanchnicus zurücktritt, wie es beim Kaninchen der Fall zu sein scheint.

Verschiedenheit der Erfolge nach Reizung des peripheren und centralen Stumpfes des n. splanchnicus.

Auf den ersten Blick könnte man nun denken, dass die Reizung am centralen und peripheren Stümpfe der durchschnittenen nn. splanchnici zu durchweg gleichen Ergebnissen führe,

indem beide die Pulszahl mindern und den Druck erhöhen; dennoch besteht zwischen den Folgen der beiden Reizungen ein bemerkenswerther Unterschied. Es tritt dieser letztere recht augenfällig hervor, wenn man die beiden Stümpfe desselben Nerven, nachdem man sie sorgfältig auf eine längere Strecke hin isolirt hat, abwechselnd auf dieselben Electroden legt. Indem man dieses thut, wird man in der Regel gewahren, dass durch die Reizung des centralen Stumpfes nicht allein der Druck ein höherer, sondern auch die Zahl der Pulse eine grössere wird, als dieses während der Reizung des peripheren Stumpfes der Fall war. Diese Erscheinung habe ich ausnahmslos beobachtet, vorausgesetzt, dass die Thiere nicht allzutief durch Curare narkotisirt waren. Eine kleine Reihe von Proportionalzahlen, wobei Druck und Puls während des central gerichteten Reizes gleich 1 gesetzt werden, mag diese Erscheinungen veranschaulichen.

Beob.- Nr.	Reizungs- art.	Druck in Mm. Hg.	Puls in d. Zeiteinheit	Verhältniss peripher central	
				Druck	Puls
XI.	peripher	128	41	0,91	0,86
	central	140	47,5		
	peripher	139	42	0,99	0,88
	central	149	57	0,93	0,74
XVI.	peripher	462	52	0,72	0,74
	central	226	70		
	peripher	189	67	0,83	0,95
	central	221	87,5	0,86	0,77
	peripher	241	55	0,95	0,62
	central	236	70	0,89	0,79
	peripher	300	52,5	0,84	0,75

Noch besser als diese Zahlen wird die Copie einer Pulscurve den Unterschied der Erscheinungen blosslegen. Die Gerade, welche unter der Curve gezogen ist, war 70 Mm. von der Abscisse entfernt; sie entspricht also einem Druck von 133 Mm. Hg. Die Buchstaben *p* und *c* geben an, wo die Reizung des peripheren und des centralen Nervenstumpfes begann; bei -7- sind sieben Pulse aus der ursprünglichen Curve ausgelassen. Der Anfang der Curve liegt oben.

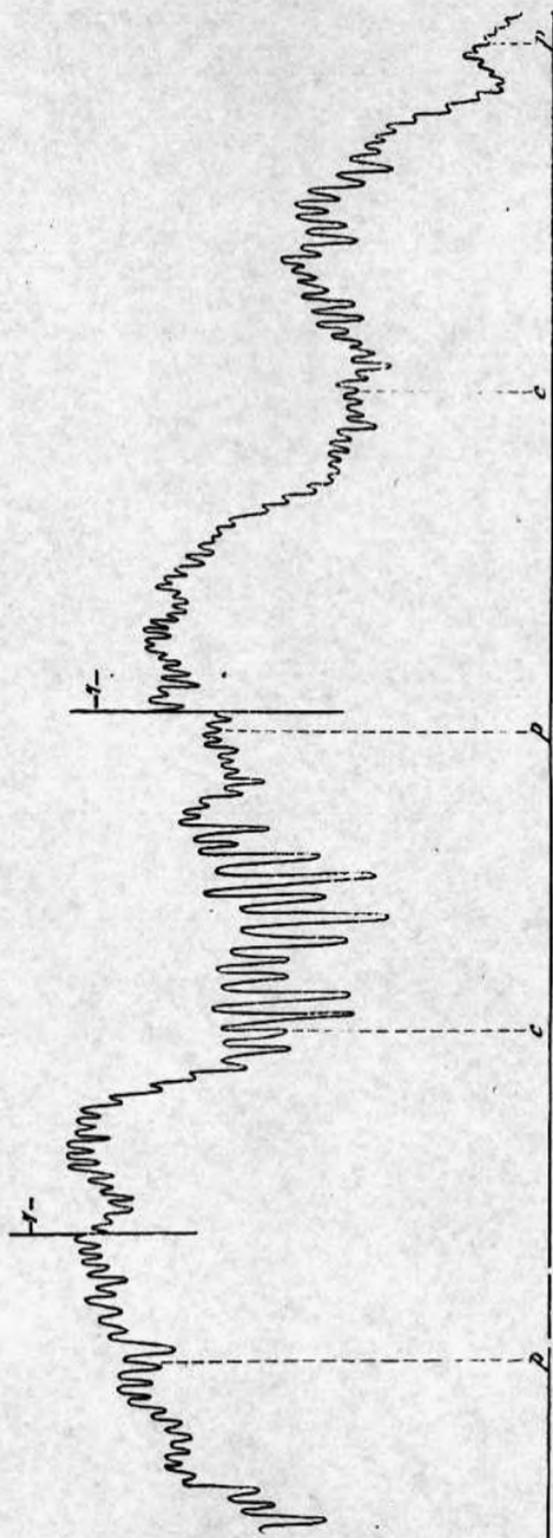


Fig. 4.

Von den Ursachen der verschiedenen Wirkungen.

Da bei der central gerichteten Reizung der Druck ebenso hoch und noch höher anwuchs, als bei der peripher gerichteten und da trotzdem bei der ersten Reizungsart die Pulszahl eine geringere war als bei der letzteren, so musste offenbar zu der Druckerhöhung bei einem der beiden Stümpfe noch ein anderer Umstand hinzutreten, welcher den Puls regelte. Mit andern Worten: Bei der central gerichteten Reizung muss entweder ein Moment zum Vorschein kommen, welches den Wirkungen des Blutdrucks auf die Wurzeln des Vagus entgegentritt oder bei der peripher gerichteten Reizung ein solches, das die besagte Wirkung des Drucks unterstützt.

Indem ich mich dazu anschickte, diese Alternative zu entscheiden, schien es mir zweckmässig, zuerst danach zu suchen, ob durch die peripher gerichtete Reizung ausser dem Blutdruck noch andere Umstände herbeigeführt würden, durch welche die Wurzeln des Vagus erregt werden könnten.

Bei einer Ueberschlagung der Möglichkeiten, welche während der peripheren Reizung noch eine Rückwirkung auf das Vaguscentrum üben können, war vor allem an eine secundäre Nervenerrregung zu denken und zwar entweder an eine secundäre Reizung der Endverzweigungen anderer sensibler Nerven der Unterleibseingeweide oder an eine Erregung dieser letztern Nerven durch reflectorische Uebertragung innerhalb der Ganglien.

In der That führt die Reizung am peripherischen Stumpf des Splanchnicus zwei andere Wirkungen ein, wie namentlich die Blutleere und unter Umständen Bewegungen in der Darmmuskulatur, durch welche die Enden des anderseitigen nerv. splanchnicus, des nervus vagus und der sensiblen Fasern des Grenzstranges erregt werden konnten. Insofern aber der Splanchnicus mit allen den genannten Nerven innerhalb der Unterleibsganglien Verbindungen eingeht, konnte auch hier eine Uebertragung der Erregung zu Stande kommen. Dieser Ueberlegung gemäss begann ich eine Reihe von Versuchen, die einerseits die vasomotorischen Eigenschaften der genannten Nerven feststellen und die andererseits darthun sollten, was die peripher gerichtete Reizung des n. splanchnicus noch zu leisten vermag, nachdem die genannten Nerven jenseits der Unterleibshöhle durchschnitten waren. Mein Vorhaben schien mir um so ge-

rechtfertigter, als ich durch seine Ausführung Gelegenheit fand, über die vasomotorischen Eigenschaften der übrigen Unterleibs-
nerven Aufschluss zu erhalten, was um so nothwendiger war, weil von anderer Seite her die gefässbewegenden Eigenschaften der sympathischen Unterleibs-
nerven in Frage gestellt worden waren. Die eingehenden Beobachtungen, auf welche ich hier hindeute, finden sich in *v. Bezolds* Werk, Untersuchungen über die Innervation des Herzens 1863. In jenen Versuchen war ein Schnitt in der Höhe des Atlas durch das Rückenmark geführt, und ausserdem ein zweiter weiter unten durch das Brust- oder Lendenmark. Eine Reizung des Markes unmittelbar unter dem zweiten Schnitt z. B. am zweiten Lendenwirbel erhöhte den Druck und die Pulszahl. Dieser Erfolg blieb aus als darauf der Grenzstrang am 8. Brustwirbel durchschnitten war und kehrte erst wieder, wenn der Grenzstrang oberhalb der Durchschnitsstelle erregt wurde. Ist diese Beobachtung richtig, so haben die aus dem Lendenmark austretenden sympathischen Fasern mit den Gefässnerven nichts gemein.

Zuerst wendete ich mich zur Reizung und Durchschneidung des nervus vagus in der Brusthöhle kurz vor seinem Durchtritt durch das Zwerchfell. Bei der Schwierigkeit isolirt reizen zu können habe ich nur einen Versuch angestellt, dessen Resultat die folgenden Proportionalzahlen darlegen.

Druckwerthe und Pulszahlen vor der Reizung gleich 1.

	Druck	Puls	Bemerkungen
XV.	1,64	0,93	central rechts
	1,21	1,00	central links
	1,00	0,96	} peripher rechts.
		1,00	

Man erkennt aus den mitgetheilten Zahlen, dass die central gerichtete Reizung eine Erhöhung des Drucks herbeiführt, dass die peripher gerichtete dagegen dieses nicht zu thun vermag. Wenn trotz der Drucksteigerung bei der central gerichteten Erregung keine Verlangsamung des Pulses eintrat, so ist dieses möglicher Weise einer bei diesem Thier vorhandenen Lähmung der centralen Herzfasern des Vagus zuzuschreiben; diese halte ich darum für sehr wahrscheinlich, weil auch bei allen übrigen

Reizungen mit folgender Drucksteigerung, die ich an diesem Thier vornahm, keine Pulsverlangsamung zum Vorschein kam.

Obwohl nun der vorige Versuch darthat, dass die Reizung des Bauchtheils des n. vagus reflectorisch erregend auf die Vasomotoren wirken kann, so zeigte eine zweite Versuchsreihe, dass die Durchschneidung des nervus vagus oberhalb des Zwerchfells ohne allen Einfluss auf die Reihe der Erscheinungen ist, welche durch die Tetanisirung des peripheren Splanchnicus-Stumpfes hervorgebracht werden, dieses lehrt sogleich ein Blick auf die nachstehenden Zahlen.

Reizung des peripheren Splanchnicus-Stumpfes vor und nach Durchschneidung der n. vagi in der Brusthöhle.

	Druck	Puls	Bemerkungen
XIV.	1,29	0,75	vor Durchschneidung d. vagi.
	1,26	0,78	nach Durchschneidung d. vagi.
XVI.	1,53	0,64	vor Durchschneid. d. vagi, d. Maxim. d. Wirkung.
	1,56	0,73	nach Durchschneidung d. vagi.
XVII.	1,20	0,50	vor
	2,08	0,31	nach { Durchschneidung d. vagi.
	1,26	0,41	

Aus den Zahlen geht hervor, dass vor und nach Durchschneidung der nervi vagi in der Brusthöhle der erregte Splanchnicus die Blutdrücke und die Pulse gleichmässig beeinflusste.

Hierauf wendete ich mich zu einer ähnlichen Versuchsreihe am nervus splanchnicus minor.

Die Reizung am centralen und peripheren Stumpf des durchschnittenen splanchnicus minor gab, wie die folgenden Proportionalzahlen darthun, sehr ähnliche Resultate, wie sie auch der splanchnicus major erkennen liess, Erhöhung des Drucks und Verminderung der Pulszahl.

Die Prüfungen des splanchnicus minor.

	Druck	Puls	Bemerkungen
Splanchnicus minor.			
XI.	1,31	0,92	central
	1,43	1,04	peripher
XII.	1,18	0,80	central
	1,17	0,71	peripher
XIII.	1,27	1,15	central
	1,16	0,66	peripher

Als darauf vor und nach Durchschneidung des n. splanchn. minor der periphere Stumpf des durchschnittenen n. splanchnicus major gereizt wurde, stellten sich keine Unterschiede in der Wirkung des letztern ein. Ganz dieselben Resultate erhielt ich bei den Reizungen des Grenzstrangs und seiner Wurzeln in der Unterleibshöhle, sei es, dass ich die Wurzel Reizung des durchschn. Grenzstrangs in der Unterleibshöhle.

	Druck	Puls	Bemerkungen
XI.	1,00	1,00	central
	1,35	1,00	peripher
XII.	1,00	0,62	peripher
XIII.	1,37	0,54	peripher
Die folgenden central ein n. splanchnicus major durchschn.			
XXIV.	0,84	0,46	1. Lendenwurzel
	1,50	0,76	1. Lendenwurzel
XXV.	1,44	0,66	2. Lendenwurzel.
	1,31	0,65	

für sich reizte, oder dass ich nach Ausrottung sämtlicher Wurzeln des Lendengrenzstrangs auf einer oder beiden Seiten, den peripherischen Stumpf des nervus splanchnicus major tetanisirte.

Reizung des peripheren splanchnicus major nach Durchschneidung der Wurzeln des Grenzstrangs.

	Druck	Puls	Bemerkungen
In diesem Fall war der Grenzstrang der andern Seite erhalten.			
XXV.	1,47	0,53	vor { Durchschneidung der Wurzeln. nach }
	1,32	0,30	
Der Grenzstrang der andern Seite bis zur 5. Wurzel zerstört, dann der Reihe nach die Wurzeln derselben Seite.			
XXVI.	2,46	0,47	vor Zerstörung.
	1,48	0,66	nach Zerstörung von 1 Wurzel.
	1,37	0,50	» » » 2 »
	1,30	0,64	» » » 3 »
	1,67	0,54	» » » 4 »
	1,91	0,55	» » » 5 »

Den soeben mitgetheilten Versuchsreihen gemäss enthalten also nicht bloss die nn. spl. majores, sondern auch die minores und sämtliche Wurzeln des Grenzstrangs Fasern, welche die Arterien des Unterleibes im ausgedehntesten Maasse zu verengen

vermögen. Somit stehen die genannten Gefässe durch eine ganz ungewöhnliche Anzahl von Nervenstämmen in Abhängigkeit von den vasomotorischen Centren. Späteren Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben, darzuthun, ob sich auch, sei es in ihren centralen oder peripheren Beziehungen diese Stämme gleichartig verhalten, oder ob die einzelnen derselben nur unter gewissen Umständen, bei denen andere ruhend bleiben, in Erregung gerathen, oder ob jede derselben andere besondere Provinzen der Unterleibsgefässe beherrscht.

Der nächste Zweck, aus dem ich die Durchschneidung der Nerven unternommen hatte, die ausser dem n. splanchnicus major noch in die Unterleibshöhle eintreten, bestand, wie man erinnern wird, darin, nachzusehen, ob vielleicht der Reizungszustand des peripheren Theiles des n. splanchnicus major Erregungen in andern Unterleibsnerven hervorrufen möchte, und ob durch diese secundären Erregungen vielleicht die stärkere pulsverlangsamende Wirkung erklärt werden könnte, welche die Reizung des peripheren Splanchnicus-Stumpfes vor der des centralen voraus hatte. Aus den vorliegenden Daten hatte sich nun schon der Reihe nach ergeben, dass es für die Erfolge, welche die Tetanisirung der peripheren Verbreitung des splanchnicus major bedingt, gleichgültig ist, ob die übrigen Unterleibsnerven unverletzt oder durchschnitten sind. Hieraus darf man den Schluss ableiten, dass die peripherisch gerichtete Reizung des n. splanchnicus maj. in ihrer Wirkung auf die Hirnenden des n. vagus keine Unterstützung erfährt durch secundäre Reizungen der übrigen Unterleibsnerven.

Ich glaubte mich jedoch mit den bisherigen Beweismitteln noch nicht zufrieden stellen zu dürfen, da bei der Ausrottung so zahlreicher Nervenwurzeln noch immer der Verdacht bestehen konnte, ob die Operation überall nach Wunsch gelungen sei. Diesem Einwand entgeht man, wenn man das Rückenmark in dem Brusttheil oder in der obern Partie der Lende durchschneidet. Zu dieser Operation wählte ich das des Kaninchens, an denen sich dieselbe vorzugsweise leicht ausführen lässt. Auch bei diesen Thieren liess die Reizung am peripheren Stumpf des nerv. splanchnicus keinen Unterschied erkennen, ob sie vor oder ob sie nach der Durchschneidung des Rückenmarks ausgeführt war. Die folgenden Proportionalzahlen werden diesen Ausspruch billigen.

Kaninchen.

Reizung des peripheren Stumpfs vom n. splanchnicus major unterhalb des Zwerchfells vor und nach Durchschneidung des Rückenmarks.

	Druck	Puls	Bemerkungen.
Halsmark zwischen V u. VI. Halswirbel durchschnitten.			
XIX.	4,39	0,48	vor Rückenmarkdurchschneidung.
	—	0,63	nach „ „
Lendenmark zwischen I u. II.			
XXVIII.	4,13	0,94	vor Rückenmarkdurchschneidung.
	4,38	0,85	nach „ „
Lendenmark zwischen II u. III.			
XXI.	4,22	0,83	nach Rückenmarkdurchschneidung.
Lendenmark zwischen III u. IV.			
XXIII.	4,20	0,63	vor Rückenmarkdurchschneidung.
	4,52	0,58	nach „ „
Lendenmark am Halswirbel durchschnitten.			
XXI.	4,38	—	vor Rückenmarkdurchschneidung.
	4,24	0,54	nach „ „

Nach diesen Versuchen mit Durchschneidung des Rückenmarks steht es nun, wie ich glaube, über allem Zweifel fest, dass der tetanische Zustand in der peripherischen Verbreitung des n. splanchnicus ohne Zuhilfenahme anderer Unterleibsnerven den Herzschlag so bedeutend, wie er es in der That thut, verlangsamt. Somit bleibt nur die Annahme übrig, dass die Herabsetzung der Pulsfrequenz während der Tetanisierung des genannten Nervenstücks von der Steigerung des Blutdrucks abhängig sei. Um diesen wie ich glaube wichtigen Satz ausser Frage zu stellen, habe ich es unternommen, den directen Beweis hierfür zu liefern.

Um darzuthun, dass die Tetanisierung des Splanchnicus nur darum den Puls ändert, weil sie den Blutdruck erhöht, wird man naturgemäss so zu verfahren haben, dass man die Reizung einschaltet ohne hierdurch den Druck zu ändern. Um dieser Bedingung zu genügen, lassen sich, wie es mir schien, drei Wege einschlagen. Ich habe sie alle drei betreten und ich werde nun die Resultate der Reihe nach mittheilen, um so mehr, weil auch die Beobachtungen, welche nicht zu dem gewünschten Ziele führten, andere neue Erscheinungen am Blutkreislauf aufdecken.

Man sollte erwarten, dass nach der Compression der Aortenlichtung oberhalb des Zwerchfells der Blutdruck so hoch' gesteigert würde, dass er durch einen Reiz, der am peripheren Stumpfe des n. splanchnicus wirkt, nicht mehr emporgetrieben werden könnte. Wäre dieses eingetreten, so hätte die zum Aortenschluss hinzugekommene Tetanisierung des Splanchnicus keine Veränderung in der Pulszahl erzeugen dürfen, wenn sie die letztere nur durch Aenderung des Blutdrucks beeinflusste. Keine dieser Voraussetzungen hat jedoch der Versuch bestätigt.

Den Versuch selbst richtete ich so ein, dass ich von einem erfahrenen Gehülfen die Aorta eines mit Curare vergifteten Hundes unmittelbar über dem Zwerchfell dauernd zusammendrücken liess und währenddess abwechselnd den peripheren Stumpf des durchschnittenen n. splanchnicus bald auf die tetanisirten Electroden legte, und bald auch davon entfernte. So oft ich diesen Versuch an mehreren verschiedenen Hunden ausführte, so oft fand ich, dass sich der Druck erhöhte, wenn zu der Aortencompression der Tetanus des Splanchnicus hinzukam. Die folgenden Zahlen, welche das unmittelbare Beobachtungsergebnis darlegen, lassen erkennen, dass die Drucksteigerung, welche die Reizung des Splanchnicus veranlasste, zuweilen gering, zuweilen aber auch nicht unbeträchtlich ist.

Aorta thoracica dauernd zu. Reizung des peripheren Splanchnicus-Stumpfes variabel.

	Reizung	Druck	Puls
XX.	ohne	112	44
	mit	120	30
	ohne	108	47
	ohne	—	20
	mit	—	30
	ohne	—	22
	ohne	165	50
	mit	191	22
	ohne	—	20
	ohne	—	26
	mit	—	36
	ohne	—	20
	ohne	154	77
	mit	175	56
	mit	193	27,5

	Reizung	Druck	Puls
XXVII.	ohne	184	46
	mit	196	30
	ohne	181	30
	mit	190	40
	ohne	185	42,5
	ohne	146	36
	mit	138	44
	ohne	134	41
	mit	151	41
	ohne	150	26
mit	155	31	

Dieses Anwachsen des Drucks scheint mir zu beweisen, dass nach der Verschliessung der Brustorta der Gefässbezirk noch durch collaterale Gefässe gespeist wird, welcher in unmittelbarer Abhängigkeit vom n. splanchnicus steht. Einen andern Erklärungsgrund halte ich darum für unmöglich, weil die peripher gerichtete Reizung des n. splanchnicus nichts anderes als den Verschluss in den Unterleibsgefässen herbeizuführen vermag.

Zu dem an und für sich unerwarteten Resultate der Drucksteigerung trat aber häufig noch ein anderes auffälligeres, das sich auf die Pulszahl bezieht. Wenn zum Verschluss der Aorta die Reizung des Splanchnicus hinzukam, so blieb in einigen wenigen Fällen die Pulszahl dieselbe, trotzdem dass der Druck wuchs. In einem andern nahm bei dem gleichen Verhalten des Drucks die Pulszahl mit dem hinzutretenden Reize ab, und in noch andern und zwar in den häufigsten Fällen mehrte sich die Zahl der Pulsschläge, trotzdem dass auch hier wie in den vorhergehenden Fällen der Druck gestiegen war. Der Grund, warum durch die Reizung des peripheren Stumpfes unsers Nerven der Puls beschleunigt wird, ist mir vollkommen dunkel geblieben. Man könnte daran denken, dass der Puls nach Art einer Maximalfunction vom Druck abhängig sei. Dem entsprechend würde die Zahl der Herzschläge zunächst mit dem Ansteigen des Drucks abnehmen und dann mit dem weitersteigenden Druck wieder anwachsen. Das Minimum der Schlagzahlen müsste also nicht beim Maximum des Druckes, sondern bei einem Werthe unterhalb desselben eintreten. Gegen diese Annahme sprechen aber

die zuletzt vorgelegten Zahlen. Sie zeigen nemlich wiederholt, dass gerade dann durch die eingetretne Reizung ein Absinken der Schlagzahl herbeigeführt wird, wenn die durch diese Reizung bewirkte Ansteigung des Blutdrucks eine sehr bedeutende war, und dass öfter gerade dann eine Vermehrung der Pulsschläge zum Vorschein kommt, wenn der Druckzuwachs in folgender Reizung nicht sehr beträchtlich war.

Um jedoch die eben erwähnte Hypothese noch weiter zu prüfen, verfuhr ich auch noch umgekehrt wie in den letzten Versuchen, d. h. ich setzte den Nerven dauernd dem tetanisirenden Strome aus und öffnete und schloss abwechselnd die Gefässlichtung. — Der Aortenverschluss, der nun zur Reizung hinzutrat, erhob regelmässig den Druck, wie zu erwarten, aber zugleich mit dieser Drucksteigerung, gleichgültig, wie beträchtlich sie war, sank nun die Zahl der Pulsschläge.

Reizung des periph. Splanchnicus dauernd, Aorta thoracica wechselnd auf und zu.

	Aortenlich- tung	Druck	Puls	Bemerkungen.
XX	zu	175	56	} Brustaorta.
	auf	112	70	
	auf	160	27	
	zu	193	27,5	
	auf	116	57,5	} Aorta abdominalis.
	zu	154	24	
	auf	134	14	
	zu	129	24	
XXVII.	auf	120	42,5	} Brustaorta.
	zu	142	24	
	auf	113	42	
	zu	171	22	
	auf	130	36	
	zu	147	18	

Aus diesen Versuchen ergibt sich der bis dahin unbekannte Satz, dass es für die Pulszahl nicht gleichgültig ist, wie die Steigerung des Blutdrucks zu Stande kommt.

Wie man aber auch die Ergebnisse der vorstehenden Versuche erklären will, so viel steht fest, dass sie im Interess meines Vorhabens nicht zu verwenden sind. Ich betrat des-

halb einen andern Weg, dem das Princip des Aderlassens zu Grunde lag.

In meiner ersten Versuchsreihe wendete ich diesen Grundsatz in der Weise an, dass ich aus einer grössern Arterie das Blut in eine grössere Vene, wie namentlich aus der arteria carotis in die vena jugularis, oder aus der arteria cruralis in die vena cruralis überströmen liess. Um diesen Reizungsversuch nach Belieben bald bei normal gerichteten und bald bei unmittelbarer Verbindung der genannten Venen und Arterien ausführen zu können, setzte ich in die Arterie ein T-förmiges Rohr, in dessen Winkel ein T-förmig durchbohrter Hahn stand. Die zwei Schenkel dieses Rohrs waren in die beiden Enden der durchschnittenen Arterie eingesetzt, der dritte Schenkel mündete durch ein Zwischenstück in die angeschnittene Vene. Je nach der Stellung des Hahns konnte das aus dem Herzen kommende Blut entweder seinen gewöhnlichen Weg durch die Arterie hindurch nehmen, oder es musste durch die Vene hindurch sogleich zum Herzen zurückkehren.

Ueberschlägt man die Bedingungen, unter denen der Blutstrom im letztern Falle (offene Verbindung zwischen Arterie und Vene) steht, so erkennt man sogleich, dass in ihm ein Moment existirt, durch welches der Druck im Aortensystem herabgesetzt werden muss. Dieses ist dadurch gegeben, dass aus dem Binnenraum der Arterie eine weite Oeffnung gegen einen Ort niedern Druckes mündet; der rasche Abfluss des Blutes, der hierdurch aus den Arterien heraus eingeleitet wird, muss selbstverständlich darauf hinwirken, den Druck innerhalb des Aortensystems zu erniedrigen. Anderseits aber wird das Blut, welches aus der Arterie auf kürzestem Wege wieder dem Herzen zugeführt wird, dazu beitragen, den Nutzeffect desselben zu vergrössern, indem hierdurch die Masse der Flüssigkeit gesteigert wird, die aus dem Herzen in das Arteriensystem übergehen kann.

Es lässt sich nun schwer im Voraus sagen, wie weit sich der Druck in den Arterien durch die Eröffnung des neuen Weges ändern lässt. Ich rechnete bei Beginn meiner Versuche nur auf eine schwache Druckänderung; in wie weit ich mich getäuscht, zeigen die nachstehenden Zahlen, welche die wahren Werthe des Drucks und der Pulsschläge angeben, während der Strom seinen normalen und den neueröffneten Weg eingeschlagen

hatte. In der Zeit, in welcher diese Zahlen gewonnen wurden, bestand keine Nervenreizung.

Ueberleitung aus der arteria carotis in die vena jugularis.

	Verbindung	Druck	Puls
XXIX.	geschlossen	193	40
	offen	169	83
	geschlossen	181	95
	geschlossen	160	95
	offen	209	39
	geschlossen	173	82
	geschlossen	156	76
	offen	192	60

Ueberleitung aus den arteriae in die venae crurales.

geschlossen	76	80
offen	115	65
offen	104	47

In der Mehrzahl der Fälle war der Druck grösser und die Pulszahl geringer, wenn die Verbindung zwischen der Arterie und Vene offen stand, als zu der Zeit, in welcher das Blut seinen gewohnten Weg durch die Arterie nahm. Da der Druck im Arteriensystem nur dann anwachsen kann, wenn der Zufluss den Abfluss übersteigt, so geht aus meinen Beobachtungen hervor, dass in der That die im Aortensystem anwesende Flüssigkeit wächst, wenn ein Theil seiner Strombahnen abgekürzt wird. Um diese Erscheinung zu erklären, wird man zu der Annahme greifen müssen, dass von dem Blute, welches aus den Körpervenen kommt, die auf normale Weise gespeist werden, ein Theil in dem Aortensystem zurückbleibt, und zwar darum, weil es wegen der unterbrochenen Arterienbahnen nicht in die peripherischen Theile, sondern unmittelbar wieder ins Herz geführt wird.

Als ich nun wechselnd bald bei offener Verbindung zwischen Arterie und Vene, und bald bei normalem Stromlauf das periphere Ende des Splanchnicus reizte, machte ich die Bemerkung, dass, wenn der Reiz hinzutrat, während die Verbindung offen war, der Druck nur sehr wenig oder gar nicht anstieg, dass dagegen in derselben Beobachtungsreihe und zwar unmittelbar vor und nach dem zuletzt angegebenen Versuch der

Druck anwuchs, wenn der Strom seinen normalen Weg durch die Arterie nahm. Ich habe in der angegebenen Weise leider nur zwei Versuche angestellt. Aus diesen ziehe ich die betreffenden Zahlen hier an.

Verbindung zwischen Carotis und Jugularis.

	Verbindung zwischen Arterie und Vene	Reizung des n. splanchnicus	Druck	Puls
XXIX.	geschlossen	ohne	193	40
		während	216	25
	offen	ohne	169	83
		während	184	38
	geschlossen	ohne	181	95
		während	237	50
	geschlossen	ohne	160	95
		während	213	48
	offen	ohne	209	39
		während	199	47
	geschlossen	ohne	172	83
		während	219	40
	geschlossen	ohne	156	76
		während	208	60
	offen	ohne	192	60
		während	187	59

Verbindung der beiden art. crurales und venae crurales.

	Verhalten der Commu- nication	Reizung	Druck	Puls
XXX.	geschlossen	ohne	76	80
		während	102	63
	offen	ohne	116	65
		während	110	47
	offen	ohne	104	47
		während	110	45

Ich unterlasse es, eine scheinbar naheliegende Hypothese aufzustellen, warum sich die Reizung des peripheren Endes vom n. splanchnicus bei offener Verbindung zwischen Arterie und Vene wiederholt unwirksam für die Druckerhöhung gezeigt hat, denn hierzu reichen meine Erfahrungen nicht aus. Wie gering aber auch ihre Zahl sein mag, so zeigt sich doch, dass

die Reizung am peripheren Ende des nerv. splanchn. keine Aenderung in der Pulszahl hervorbringt, wenn vermöge der übrigen Kreislaufbedingungen durch diese Reizung kein Anwachsen des Blutdrucks erzielt wird.

Zu dem ganz entsprechenden Resultate führte mich auch noch eine andere Methode des Aderlasses. Bei dieser setzte ich ein gerades Röhrchen, das in seiner Mitte einen Hahn trug, in das centrale Ende einer durchschnittenen Carotis des Hundes, nachdem das periphere Ende dieser Arterie zugebunden war. An das freie Ende des Metallröhrchens band ich die luftleere ausgewaschene feuchte Harnblase eines kleinen Thieres. Wenn der Hahn offen stand, so floss das Blut der Arterie in die vorgelegte Blase ab. Hatte ich nach dem Aderlass die von mir beabsichtigten Versuche ausgeführt, so konnte ich, wenn ich nach Wiedereröffnung des Hahns die Harnblase zwischen den Fingern drückte, das Blut in die Carotis zurückbefördern. Auf diese Weise war es möglich, an demselben Thier mehrmals hintereinander den Splanchnicus zu reizen, während es seine normale Blutmenge besass, oder durch den Aderlass einen Theil derselben eingebüsst hatte.

Versuchsreihen, welche nach diesen Angaben angestellt werden, liefern die mannichfachsten Druck- und Puls werthe. Beginnt man bei noch geschlossener Carotis den Versuch mit der Reizung des n. splanchnicus, so steigt der Druck rasch empor, öffnet man nun aber, während die Reizung fortbesteht, den Hahn und lässt das Blut in die Blase strömen, so sinkt alsbald der Druck und sogleich mehrt sich auch die Zahl der Pulsschläge. Schliesst man bei einer fortdauernden Reizung den Hahn von Neuem, so hebt sich der Druck wieder, aber nicht mehr so hoch wie vor der Blutentleerung, und die Pulsschläge werden seltener. Eine neue Eröffnung des Hahns treibt abermals den Druck herab und die Pulszahl empor u. s. w. Aus einer grössern Versuchsreihe kann man darum immer Zahlen aussuchen, bei welchen der mittlere Blutdruck während der Reizung nahezu so hoch wie im Beginn des Versuchs ohne Reizung ist. Die folgenden Zahlen sind solchen Reihen entnommen, sie stellen den Mitteldruck und die Pulszahlen in ihren absoluten Werthen dar. Zur Erklärung der Tabelle halte ich nur für nöthig hinzuzufügen, dass die Druckbestimmungen, die in den Reihen stehen, welche mit »nach dem Aderlass« begin-

nen, immer zu einer Zeit ausgeführt wurden, in welcher der Hahn schon wieder geschlossen war. Diese Vorsichtsmaassregel scheint mir geboten, weil während des Blutausströmens allzu-grosse Unregelmässigkeiten im Druck und in der Pulszahl vor-kamen.

	Aderlass	Reizung des peripheren Splanchni- cus-Stumpfes	Druck in Mm. Hg.	Pulszahl in der Zeiteinheit	
XXXIII.	vor	ohne	107	75	
	vor	während	115	60	
	nach	während	107	68	
	vor	ohne	110	75	
	vor	während	129	55	
	nach	während	118	70	
	vor	ohne	101	70	
	vor	während	128	50	
	nach	während	106	80	
	vor	ohne	90	75	
	vor	während	155	52	
	nach	während	79	72	
	XXXIV.	vor	ohne	176	42
		nach	während	159	38
vor		ohne	152	105	
vor		während	172	28	
nach		während	132	100	

Nach der Gesammtheit aller dieser Erfahrungen scheint es mir nun gar keinem Zweifel mehr unterworfen, dass die Pulsverlangsamung, welche während der Reizung an dem peripheren Stumpfe des n. splanchnicus eintritt, einzig und allein von der durch diese Reizung herbeigeführten Steigerung des Blutdrucks abhängig ist.

Sowie dieses aber feststeht, muss es auffallend erscheinen, dass der im n. splanchnicus major central wirkende Reiz den Puls weniger verlangsamt als der peripherisch wirkende, obwohl ersterer den Druck in den grossen Arterienstämmen ebenfalls steigert und zwar in ganz demselben und häufig auch in noch höherem Grade als der peripher gerichtete.

Es wird also nothwendig sein, genauer darauf einzugehen, warum der Reiz am centralen Stumpfe, obwohl er den Puls ebenfalls verlangsamen kann, dieses doch in der Regel weniger thut, als der am peripheren Stumpfe.

Da die vorliegende Untersuchung eine neue Bestätigung für den bekannten Satz geliefert hat, dass durch die Steigerung des Blutdrucks das Hirnende des n. vagus erregt wird und da, wie früher erwähnt, mit der Reizung des centralen Stumpfes der Blutdruck augenblicklich anwächst, so scheint mir die Annahme gerechtfertigt, dass an der Herabsetzung der Pulsfrequenz, welche nach der letztgenannten Reizung eintritt, die Zunahme des Drucks ihren Antheil besitzt. Diese Unterstellung empfängt ihre Bestätigung dadurch, dass die Pulse nicht momentan mit dem Eintritt der Reizung, sondern erst dann seltener werden, wenn der Druck vorerst emporgestiegen ist. Ausser der Wirkung, die der Druck auf die Wurzeln des Vagus ausübt, hätte man noch eine zweite erwarten dürfen und diese zwar nach Analogie der Erfahrungen, welche *Goltz* und nach ihm *Bernstein* an dem Splanchnicus des Frosches gesammelt haben. Die Versuche am Frosch scheinen kaum anders als durch eine unmittelbare Beziehung gedeutet werden zu können, welche der n. splanchnicus im Hirn zu dem Vagus besitzt. Ob sich eine ähnliche Beziehung auch beim Hunde zwischen Splanchnicus und Vagus findet, bin ich nicht im Stande anzugeben, da ich noch keine Zeit gefunden, eine Versuchsreihe mit Reizung des centralen Stumpfes bei erniedrigtem Blutdruck anzustellen. Die Reizungsversuche am Grenzstrang des Kaninchens, welche *Bernstein* angestellt, fördern die Entscheidung der Frage nicht, da bei ihnen keine Druckbestimmungen vorgenommen wurden.

Wie sich der zuletzt beregte Punkt auch in Zukunft aufklären mag, immerhin steht fest, dass man schon des gesteigerten Blutdrucks wegen während der central gerichteten Reizung eine mindestens ebenso starke Herabsetzung der Pulsfrequenz hätte erwarten müssen, als während der peripher gerichteten. Da diese Erwartung nicht erfüllt wird, so muss durch die Reizung des centralen Stumpfes eine Bedingung eingeführt werden, welche den Einfluss des Drucks theilweise aufzuheben vermag.

Unter die Möglichkeiten, an die man hier denken könnte, dürften vor Allem zwei zu zählen sein. Die erste derselben würde in einer reflectorischen Verengerung der kleinen Arterie des Hirns zu suchen sein. Der Gedanke an dieselbe liegt darum sehr nahe, weil die Reizung des centralen Splanchnicus-Stum-

pfes gerade so wie die so vieler anderen sensiblen Nerven eine Contraction der kleinen Gefässmuskeln nach sich zieht. Warum sollten hiervon die Gefässe des Hirns ausgeschlossen sein? Wenn sie es aber nicht sind, so wird natürlich ein Theil des in den grössern Arterien vorhandenen Drucks für die Vaguswurzeln unwirksam werden. Ob diese Unterstellung richtig, wird sich nachweisen lassen, wenn wir erst die Nerven der art. vertebralis kennen. Können wir diese neben dem Halsstrang des Sympathicus zerstören, so wird sich zeigen, ob nach dieser Operation der Unterschied zwischen der peripher und central gerichteten Reizung aufgehoben ist.

Einen zweiten Umstand, der möglicher Weise die Wirkung des Blutdrucks auf die Vaguswurzeln herabzusetzen vermöchte, könnte man auch in einem Reflexe finden wollen, den der n. splanchnicus in dem Centralorgan der beschleunigenden Herznerven auslöste. Da mir jedoch der n. splanchnicus nicht gerade das passendste Object schien, um an ihm das Bestehen eines solchen Reflexes sicher zu stellen, so verliess ich zunächst die Untersuchungen an diesem Nerven.

Anwendungen aus den vorstehenden Versuchen auf die Pulslehre.

Bevor ich auch in dieser Mittheilung den n. splanchnicus verlasse, will ich erst noch versuchen, aus meinen und anderweiten vivisectionischen Erfahrungen den Einfluss abzuleiten, den die Reizungszustände der Unterleibsnerven auf die Pulsercheinungen am unverletzten Thier üben können.

Wenn sich der Tonus in den Gefässnerven des Unterleibs mindert, so wird zunächst, wie bekannt, der Druck in den ganzen Arterienbaum herabsinken und dann wird eine Anhäufung der Blutmasse in den Unterleibsvenen stattfinden, weil diese gezwungen sind, den reichlicheren Strom zu bergen, der aus den erweiterten arteriellen Zufüssen in sie hinein geschieht. In Folge hiervon wird Anämie des Hirns eintreten und damit der Tonus der Vaguswurzeln sich mindern. Demnach wird der Puls rascher und wegen des verminderten Drucks auch kleiner werden.

Gerade den umgekehrten Effect wird es haben, wenn die vasomotorischen Nerven des Unterleibs von einem Krampf befallen sind; dann wird sich die Blutmasse in den Unterleibsge-

fassen mindern, da jede Muskelbewegung in der Bauchwand und jede Inspiration Blut aus dem Unterleib austreibt, und da, der verengten Zuflussröhren wegen, keine ausreichende Menge neuen Blutes nachdringt. Also wird sich die Blutmasse und der Druck in den übrigen arteriellen Gefässbezirken, mithin auch im Hirn vermehren. Die nothwendige Folge hiervon muss ein voller und langsamer Puls in den Arterien sein.

Wenn die sensiblen Nerven der Splanchnici und des Grenzstrangs in Erregung kommen, so wird sich, weil sie mit zahlreichen, die Arterien verengenden Fasern in reflectorischer Beziehung stehen, der Druck mehren und darum wird jedenfalls eine Pulsverlangsamung eintreten, die jedoch in der Regel geringer ausfällt als in dem vorigen Fall, selbst wenn der Puls ebenso voll ist.

Besteht beim Säugethier ähnlich wie beim Frosch eine directe Beziehung zwischen den sensiblen Nerven der Baucheingeweide und den Vaguswurzeln ohne Vermittlung des erhöhten Blutdrucks, so kann auch eine Pulsverlangsamung ohne Drucksteigerung im Gefässsystem eintreten. Geschieht dieses, so wird der Puls selten und zugleich von mässigem Umfang sein. Endlich könnte auch der Puls selten und leer werden, wenn durch Erregung der sensiblen Eingeweidennerven, ähnlich wie dieses von andern Empfindungsnerven, namentlich aber vom Depressor her geschieht, eine Herabsetzung des Tonus der Gefässe in ihrem Verbreitungsbezirk erzeugt werden sollte und wenn zugleich mit dieser Abspannung der Gefässmuskeln eine Wirkung auf die Vaguswurzel einträte. Dieser Fall, der nach *Goltz* der gewöhnliche beim Frosch ist, mag wohl selten beim Säugethier eintreten. Seine Möglichkeit möchte ich jedoch nicht bestreiten, da ich in meinen zahlreichen Beobachtungen wenigstens Andeutungen von ihm fand; denn zuweilen sah ich den Puls seltener werden, ohne dass der Mitteldruck emporgegangen wäre.

c. Vasomotorische Reflexe von den centralen Stümpfen durchschnittener Muskelnerven.

Bei den Versuchen mit Reizung des centralen Splanchnicus-Stumpfes war schliesslich die Vermuthung entstanden, dass auch die beschleunigenden Herznerven reflectorisch erregt werden könnten. Diese Frage habe ich von Neuem durch Versuche zu beleuchten gesucht, trotzdem dass *v. Bezold* schon eine

Reihe von Thatsachen bekannt gemacht hat, welche nach der Meinung dieses ausgezeichneten Beobachters keinen Zweifel an dem Bestehn eines solchen Reflexes lassen. Dieses Vertrauen war allerdings zu einer Zeit berechtigt, in welcher die Beschleunigung des Herzschlags und die Erhöhung des Blutdrucks von der Erregung derselben Hirnstelle abgeleitet werden durfte; heute jedoch, wo sich die letztern Voraussetzungen als unhaltbar erwiesen haben, dürfte dieses nicht mehr der Fall und eine neue Bearbeitung der Frage nicht überflüssig sein.

Die folgende Reihe von Beobachtungen ist durchaus nur am Kaninchen gewonnen. Dieses Thier eignet sich für die einschlagenden Versuche darum, weil bei ihm, wie bekannt, die Schlagfolge des Herzens vorzugsweise leicht und bedeutend beschleunigt werden kann.

Aus mehreren Gründen schien es mir gerathen, auch beim Kaninchen vorerst das Verhalten zu studiren, welches die Pulszahl während der Reizung des peripheren Splanchnicus-Stumpfes darbot. In Verbindung hiermit reizte ich an denselben Thieren den centralen Stumpf des durchschnittenen Lendenmarkes und zwar that ich dieses in einer ähnlichen Absicht, in welcher ich am Hund die Reizung des peripherischen mit der des centralen Splanchnicus-Stumpfes verglichen hätte.

Zu diesem Ende suchte ich den Splanchnicus an einer Seite auf und durchschnitt ihn; darauf eröffnete ich die Wirbelsäule vom vierten bis zum zweiten Lendenwirbel, durchschnitt das Rückenmark am vierten und später auch noch an dem zweiten Lendenwirbel. Nachdem dieses geschehen, reizte ich abwechselnd bald den peripheren Stumpf des n. splanchnicus und bald den wohl isolirten centralen des Rückenmarks. Die Thiere waren mit Curare vergiftet. Auf diese Weise habe ich drei Beobachtungen angestellt, an sie schliesse ich noch zwei andere an, in welchen nur der centrale Stumpf des Lendenmarks tetanisirt wurde, ohne dass jedoch vergleichende Versuche mit Reizung des Splanchnicus stattfanden. Die Zahlen, welche die erhaltenen Resultate darstellen, geben geradezu die erhaltenen Werthe des Mitteldrucks und die der Pulsschläge in der Zeiteinheit an.

Reizung des peripheren
Stumpfes vom n. splanchn.Reizung des centralen
Stumpfes von Lendenmark.

Reizung	Druck in Mm. Hg.	Pulszahl in der Zeiteinheit	Reizung	Druck in Mm. Hg.	Pulszahl in der Zeiteinheit	Bemerkungen
XXI.						
vor	92	—				
während	127	80				
vor	90	102				
während	110	57				
vor	59	105	vor	117	52,5	
während	72	88	während	195	92,5	
während	131	58	nach	114	40	
			vor	140	61,5	
			während	195	110	
			nach	101	48	
XXII.						
vor	104	75	vor	110	50	
während	148	26	während	200	94	
			vor	108	—	
			während	191	114	
			nach	174	62	
XXIII.						
vor	108	105				
während	130	66,5	während	174	124	Lendenmark am 4. Wir- bel durchschnitten.
			vor	94	44	
			während	178	108	
			nach	69	77,5	
vor	69	77,5	vor	41	80	Das Lendenmark am 2. Wirbel durchschnitten.
während	105	45	während	54	107	
			nach	32	29,5	
			vor	32	65	
			während	45	80	
Reizung des centralen Rückenmarkstumpfes.						
XXXV.						
vor	120	67				
während	130	127				
vor	134	40				
während	176	110				
vor	129	67				
während	144	87				
vor	132	74				
während	160	83				
XXXVI.						
vor	83	110				
während	175	80				
vor	102	115	Vagi durchschnitten.			
während	178	125				
vor	74	130				
während	152	120				
vor	87	110				
während	164	122				

Der Reiz, welcher in die periphere Verzweigung des n. splanchnicus hinein wirkt, verlangsamt also beim Kaninchen wie beim Hund die Pulsfolge. Da wir sahen, dass beim Hunde hieran nur der erhöhte Blutdruck schuld ist, so dürfte auch ein gleiches für das Kaninchen gelten.

In einen Gegensatz zu der peripheren Erregung des n. splanchnicus tritt das Verhalten während der Reizung des centralen Rückenmarkstumpfes, diese beschleunigt den Puls, aber nicht bloss über das Maass derjenigen, welche bei dem peripheren Tetanus des n. splanchnicus besteht, sondern sogar noch beträchtlich über dasjenige, welches der Pulszahl vor aller Reizung zukam. Die centrale Tetanisirung des Rückenmarks und die des n. splanchnicus weichen also in gleichem Sinne von den Erfolgen des Tetanus im peripheren Stumpf des n. splanchnicus ab, aber die des erstern thut dieses in weit höherem Grade als die des letztern und zwar in einem solchen, dass gar kein Zweifel mehr darüber aufkommen kann, dass durch die nach dem Gehirn hin wirkende unmittelbare Erregung des Markes ein Vorgang eingeleitet werde, welcher das Herz zu einer rascheren Pulsfolge nöthigt. Liegt dieser in einer Anregung, welche die Hirnenden der beschleunigenden Herznerven empfangen?

Einer Bejahung dieser Frage auf Grundlage der vorstehenden Beobachtungen stellt sich vorerst ein Bedenken entgegen, welches schon an einer frühern Stelle dieser Abhandlung von mir erwogen wurde. Es ist dieses den Verschiedenheiten des mittleren Blutdrucks entnommen, die sich bei den Reizungen der verschiedenen Nervenstücke einstellen.

Die Aenderungen, welche die Werthe des carotischen Mitteldrucks während der beiden Reizungen, der des n. splanchnicus sowohl als der des Rückenmarks erlitten haben, bewegen sich allerdings nach derselben Richtung, aber sie wachsen in ungleichem Grade; die Reizung des Rückenmarks bedingt einen höhern Druck. Nun fehlt es mir hier allerdings an einem so unmittelbaren Beweis, wie ich ihn für einen frühern Fall erbringen konnte, dass an den jetzt in Frage kommenden Thieren der Puls mit dem steigenden Druck erst verlangsamt und dann beschleunigt werde, dennoch aber glaube ich mich nicht bloss aus Gründen der Analogie zu der Annahme berechtigt, dass auch hier die Beziehung zwischen Druckgrösse und Pulszahl nicht

bestanden habe, die ich soeben angedeutet. Keinen Falls galt sie für das Versuchsthier XXIII, denn in ihm sehen wir sogar die Pulsbeschleunigung in sehr weiten Grenzen ganz unabhängig von den Aenderungen des Blutdrucks eintreten; bei diesem Thier wuchs die Zahl der Pulse in der Zeiteinheit jedesmal sehr beträchtlich, wenn das Rückenmark tetanisirt wurde, gleichgültig ob dabei der Druck auf 174 oder auf 54 Mm. stieg. Die Drucksteigerung dagegen, welche die Reizung des Splanchnicus hervorbrachte, war von einer Verminderung der Pulszahlen begleitet.

Bevor ich nun die Erscheinungen, welche die Pulszahlen während der Reizung des Rückenmarks darbieten, weiter verfolge, will ich erst noch bemerken, dass der Grund, warum die Tetanisirung des Rückenmarks den Blutdruck höher empor treibt, als die des Splanchnicus zweifelhaft bleiben muss. Er könnte natürlich eben sowohl darin liegen, dass das erregte Rückenmark in das Gebiet der Gefässnerven auf reflectorischem Wege intensiver und ausgebreiteter eingreift, als dieses auf directem Wege der gereizte n. splanchnicus thut; es könnte aber auch, ohne dass der beregte Unterschied bestand, der höhere Druck während der Reizung des Rückenmarks bedingt sein durch den in diesem Falle häufigeren Pulsschlag.

Ich kehre nun zu den Pulserscheinungen zurück, welche sich in Folge der Tetanisirung des Markes geltend machen. In die Tabelle auf Seite 176 sind nicht allein die Pulszahlen vor und während der Tetanisirung des Lendenmarks, sondern auch die aufgenommen, welche unmittelbar nach Beendigung des Reizes aufgezeichnet waren.

In den Beobachtungen XXI. XXII. XXIII sieht man wiederholt, dass nach Beendigung des Reizes der Puls viel langsamer wird, als er vor der Reizung gewesen, wobei es nun gleichgültig erscheint, ob der zu dieser Zeit anwesende Blutdruck höher oder niedriger steht, als vor der Reizung des Markes. Die unter diesen Umständen so auffallende Verlangsamung des Pulsschlages macht den Eindruck als ob sie von einer Reizung des n. vagus abhängt, die bis dahin latent gewesen und erst nach unterbrochener Reizung des Markes zum Vorschein komme.

Aber nicht bloss nach beendeter Markreizung verlangsamt sich der Puls; zuweilen geschieht dieses schon während der Reizung, wovon Beobachtung XXXVI ein Beispiel liefert.

Weiterhin ist es auch gar nicht selten, dass während einer Reizungsdauer die beiden Aenderungen des Pulsschlages, Beschleunigung über und Verlangsamung unter die Zahl vor der Reizung, miteinander abwechseln; es gewinnt das, was dann zu Tage kommt, das Ansehen eines Kampfes zwischen einer beschleunigenden und einer verlangsamenden Ursache.

Das soeben geschilderte wechselvolle Verhalten des Pulses lässt sich in Uebereinstimmung mit den Thatsachen leicht erklären und zwar in folgender Weise. Der über die Norm beschleunigte Puls zwingt zu der Annahme, dass durch die Reizung ein die Beschleunigung erzeugender Vorgang geweckt werde, und andererseits wissen wir aus zahlreichen Erfahrungen, dass der erhöhte Blutdruck die Pulszahl herabsetzt. Von diesen beiden widereinander wirkenden Elementen wird das reizbarste das Uebergewicht erhalten. Ist vom Beginn an die Reizbarkeit der beschleunigenden Pulse vermindert, so wird der gesteigerte Druck den Puls verlangsamen; ist dagegen der beschleunigende Apparat sehr reizbar, so wird seine Wirkung die Oberhand behalten, trotzdem dass der gesteigerte Druck die Vaguswurzeln erregt; sowie der electricische Reiz geschlossen wird, also die Anregung für den beschleunigenden Apparat aufhört, wird die Folge der Vagusreizung zum Vorschein kommen, da, wie bekannt, eine nicht allzu kurze Reizung des *n. vagus* eine sehr anhaltende Nachwirkung hinterlässt. Aber auch schon während der Dauer der electricischen Reizung kann es zu einem Wechsel von länger und kürzer werdenden Schlägen kommen; wenn das verlangsamende Element über das beschleunigende wegen der beginnenden Ermüdung des letztern das Uebergewicht erhielt, so sinkt der Druck und damit auch der Reiz für die Vaguswurzeln, und es kann nun vorübergehend das beschleunigende wieder in die Vorhand kommen, das aber sogleich wieder zurücktritt, wenn der Druck durch den häufigern Puls wieder emporging. — Künftigen Untersuchungen muss es überlassen bleiben, für diese einfache Hypothese einen zwingenden Beweis zu liefern.

Aber mit den bis dahin beschriebenen Thatsachen ist der Kreis der Erscheinungen noch nicht geschlossen, ich habe nemlich wiederholt auch bemerkt, dass die electricische und mechanische Reizung den Puls ungleichartig beeinflussen. In der folgenden Zahlenreihe sind einige Beispiele hiervon gegeben.

Centraler Stumpf des Lendenmarks.

Mechanisch gereizt			Electrisch gereizt			Bemerkungen
	Druck	Puls		Druck	Puls	
XXI.				117		
vor	122	80	vor	195	52,5	
während	162	49	während		92,5	
nach	90	102				Die in derselben Reihe stehende mechanische u. electriche Reizung erfolgten unmittelbar auf einander.
während	73	34				
nach	59	105				
während	108	58	während	140	61,5	
			später			
			während	195	110	Mechanische und galvanische Reiz. unmittelbar aufeinander.
XXII.			nach	101	48	
während	100	42,5	während	174	124	

Diese Zahlen drücken also nichts anderes aus, als dass zwei verschiedene Reizungsarten desselben Ortes eine sehr verschiedenartige Bedeutung für die Aenderung der Pulszahl gewinnen können. Denn die eine derselben erhöht und die andere erniedrigt die Pulsfrequenz. Dieser Unterschied tritt bei den beiden verschiedenen Methoden der Reizungen keineswegs jedesmal zum Vorschein, aber immerhin ist es bemerkenswerth, dass dieses zuweilen vorkommt.

Es wird keiner Auseinandersetzung bedürfen, dass ein Erklärungsversuch für den verschiedenen Erfolg differenter Reizmittel, die denselben Ort angreifen, nicht auf dem Princip fassen kann, welches für den wechselvollen Erfolg desselben Reizmittels so eben in Anwendung gebracht wurde. Unsere neue Erscheinung wäre, wie mir scheint, am einfachsten dadurch verständlich, dass man an dem gereizten Ort Nerven von verschiedener Reizbarkeit voraussetzt. Angenommen, es seien diejenigen Nerven, welche die Arterien reflectorisch verengern, so gelegen oder so beschaffen, dass sie von den Zerrungen an und von Drucken auf das Rückenmark leichter erfasst werden als die, welche die Beschleunigung des Herzschlags bedingen, so wird der in Folge der mechanischen Reizung gesteigerte Druck die Schlagzahl mindern. Greift dagegen der stärkere und gleichmässiger wirkende electriche Reiz das Mark an, so wird die andere auf die Beschleunigung hinarbeitende Fasergattung das Uebergewicht erhalten.

Dürfte man annehmen, dass die Reizung der freien Wurzeln des Lendenerven die Verlangsamung erzeugte, wie dieses nach einigen früher erwähnten Angaben dieser Abhandlung wahrscheinlich ist, dass dagegen die im Mark selbst laufenden von anderen Orten kommenden Fasern das Herz zu einer beschleunigten Schlagfolge antrieben, so würde die vorliegende Versuchsreihe nicht bloss für die Gefässnerven bedeutungsvoll sein. Sie würde auch sehr werthvolle Aufschlüsse über die Reizbarkeit der Markfasern gewähren. Da die Entscheidung dieser Frage mich für diesmal von meinem nächsten Ziele zu weit abgeführt haben würde, so habe ich den hier offenstehenden Weg nicht weiter betreten.

Die Reizung des centralen Markstumpfes der Lende hatte neue Thatsachen über die Beziehungen der Gefässnerven zu einander geliefert, aber die anatomischen Verhältnisse desselben sind einer experimentellen Zergliederung der Resultate nicht günstig; darum zog ich es vor, mich zu der Untersuchung der Nerven zu wenden, welche von unten her in das Lendenmark eintreten.

Die erste Aufgabe, die ich mir stellte, bestand darin, die peripheren Nervenbahnen aufzusuchen, von welchen die Beschleunigung der Herzschläge abhängig war.

Die Auswahl unter den einer Prüfung würdigen Nerven ist nicht gross in Anbetracht der Localität, an welcher das Lendenmark vom Reiz getroffen wurde. Die sensiblen Nerven, welche in die Unterleibseingeweide treten, können die Veranlassung zur Pulsbeschleunigung nicht gegeben haben, dagegen sprechen die in der vorigen Abtheilung dieser Abhandlung aufgezählten Thatsachen. Es bleiben also nur die Nerven für die Eingeweide des Beckens und die der hintern Extremität übrig.

Bei der Wahl unter diesen beiden entschied ich mich zunächst für die Reizung des plexus ischiadicus um so mehr, weil schon *v. Bezold* einmal beobachtet hatte, dass die Reizung des centralen Endes eines plex. ischiadicus die Pulszahl nicht unbedeutend steigerte und dass dieses an einem Kaninchen, dessen Vagi vorher durchschnitten waren, eintrat. Diese Angabe wird, wenn auch nicht durchgreifend, durch die folgenden Mittheilungen bestätigt.

Reizung des centralen Stumpfes vom plex. ischiadicus.

Vor Durchschneidung d. Vagi				Verhältnisszahl	Nach Durchschn. d. Vagi			
Nr. des Vers.	Reizung	Druck	Puls		Reizung	Druck	Puls	Verhältnisszahl
XXXVII.	ohne	—	80	1,48	ohne	99	104	0,98
	während	—	95		während	120	97	
XXXVIII.	ohne	134	60	1,50	ohne	167	76	1,20
	während	181	90		während	189	91	
					ohne	162	80	1,16
					während	179	93	
XXXIX.	—	—	—		ohne	168	116	1,20
					während	182	140	

Reizung v. plex. ischiadicus.

XLV.	vor	108	80	
	während	160	90	
L.	vor	62	80	mechanisch.
	während	168	42	
	vor	144	96	electricisch.
	während	151	108	
LI.		101	85	
		102	106	
		101	94	
		102	100	

Auch bei den Beobachtungen an diesem Nervengeflecht habe ich wiederholt gesehen, dass die Berührung des Nerven den Druck steigerte und die Pulszahl verlangsamte, während die electricische Tetanisirung desselben Nervenstumpfs bei annähernd gleicher Druckerhöhung den Puls beschleunigt. Als Beispiel hierfür habe ich den Lsten Fall in diese Tabelle aufgenommen.

Die Erfahrung, dass die Reizung des ganzen plexus ischiadicus die Schlagfolge des Herzens beträchtlich beschleunigt, trotzdem dass die n. vagi unverletzt blieben, war mir auffallend im Hinblick auf die Beobachtungen *Lovéns*.

Dieser Beobachter hatte gefunden, dass die Reizung der sensiblen Fussnerven bei unverletztem Bestande der n. vagi stets den Puls verlangsamte.

Dieser Widerspruch, dass einzelne Zweige des Plexus anders wirkten als die Gesamtheit desselben, konnte gelöst werden, wenn sich nachweisen liess, dass die sensiblen Nerven der Muskeln, welche zahlreich im plexus ischiadicus vorhanden

sein müssen, zum Herzen in anderer reflectorischer Beziehung stehen, als die Hautnerven. Vielleicht stehen die empfindlichen Muskelnerven ganz vorzugsweise in Beziehung zu den Vorgängen, welche die Schlagfolge des Herzens beschleunigen?

Mehrfache Wahrscheinlichkeitsgründe unterstützen mindestens diese Annahme. Zuvörderst ist es bekannt, dass nach lebhaften Muskelbewegungen die Zahl der Herzschläge meist eine sehr beträchtliche wird. Dieses kann allerdings ganz unabhängig von den sensiblen Muskelnerven vor sich gehen, denn es kann z. B. bedingt sein durch den gesteigerten Blutzufuss aus den contrahirten Muskeln nach dem Herzen, oder durch die erhöhte Bluttemperatur oder durch die vermöge des Sauerstoffbedürfnisses häufiger gewordenen Inspirationen u. s. w., möglicher Weise kommen jedoch auch die sensiblen Nerven des Muskels in das Spiel.

Ueberlegt man die Bedingungen, unter welchen der häufigere Herzschlag den Nutzeffect des Blutstroms erhöht, so erkennt man sogleich, dass dies nur dann der Fall ist, wenn dem Herzen das Blut in reichlicherem Maasse zugeführt wird, weil ohne dieses der raschere Herzschlag in der Zeiteinheit nicht mehr Blut fördern würde als der seltenere. Wenn aber die Bedingung des raschen Zufließens erfüllt ist, so wird aus dem beschleunigten Herzschlag folgen, dass das Blut in einem sehr gleichmässigen Strom, d. h. unter annähernd constantem Druck die Capillaren speist. Eine solche Stromart dürfte für kein Organ erwünschter sein als für die ermüdeten Muskeln, die durch ihre Contraction mit Zersetzungsproducten gefüllt und von dem ihnen nöthigen Sauerstoff befreit sind. Trotz ihrer teleologischen Färbung bestimmte mich diese Ueberlegung weitere Reizungen an den centralen Enden einiger durchschnittener Nerven zu versuchen, die sich nur oder wenigstens vorzugsweise in den Muskeln verbreiten.

Als Objecte der Reizung wählte ich einige zum Oberschenkel gehende Zweige des plexus ischiadicus aus. Einige derselben gingen, wie ihre Praeparation lehrte, nur zu Muskeln, andere zugleich zur Haut. Diese Versuchsreihe habe ich noch insofern variirt als ich die Reizung anstellte vor und nach Durchschneidung der n. vagi und vor und nach Ausrottung des untersten Hals- und obersten Brustganglions.

Ich habe elf Kaninchen solchen Versuchen unterworfen,

deren Resultate in der folgenden Zahlenreihe zusammengestellt sind. Die Zahlen drücken die Verhältnisswerthe aus, in welchen der mittlere Blutdruck und die Pulszahlen während der Reizung zu den genannten Werthen vor derselben standen. Druck und Pulszahl vor der Reizung sind gleich der Einheit gesetzt.

Reizung des centralen Endes durchschnittener Muskeläste des plexus ischiadicus.

Mit Beschleunigung des Pulses				Mit Verlangsamung des Pulses			
Nerv	Druck	Puls	Bemerkungen	Nerv	Druck	Puls	Bemerkungen
XLI.							
1. Muskel-	1,75	2,10	Vagi durch-				
nerv	1,13	1,25					
2. Muskel-	1,25	1,00					
	nerv	1,28					
	1,42	1,11					
XLII.							
1. Muskel-	1,07	1,14	ohne Cu-				
nerv	1,00	1,29					
	1,00	1,18					
2. Muskel-	1,00	1,14					
1. u. 2. Mus-	1,03	1,05					
kelnerv	1,00	1,10					
XLIII.							
1. Muskel-	1,12	1,03	ohne Cu-	Muskel-	1,08	0,98	
nerv	1,12	1,14					
	1,03	1,25					
XLIV.							
1. u. 2. Mus-	1,00	1,13	ohne Cu-	1. Muskel-	1,09	0,95	Vagi durch
kelnerv	1,00	1,13					
2. Muskel-	1,02	1,10	Vagi durch-	nerv.	1,04	0,70	
	nerv	1,02					
	1,02	1,08			1,04	0,95	
					1,04	0,98	
XLV.							
1. Muskel-	1,32	1,20	Ganglien				ausgeschnit-
nerv							
gemischter	1,46	1,31					
Nerv	1,43	1,31					
Muskel-	1,21	0,94					
nerv							
Muskel- u.	1,06	1,03					
gemischter							
Nerv							
XLVI.							
1. Muskel-	1,46	1,50					
nerv	1,36	1,50					

Mit Beschleunigung des Pulses				Mit Verlangsamung des Pulses			
Nerv	Druck	Puls	Bemerkungen	Nerv	Druck	Puls	Bemerkungen
Muskel- u. gemischter Nerv	1,64	1,65					
Muskel-nerv	1,12	1,00	Ganglien ausgeschnitten.				
gemischter Nerv	1,34	1,08					
	1,02	1,09					
	1,31	1,16					
XLVII. gemischter Nerv	1,12	1,25	Gangl. ausgeschnitten.	Muskel-nerv	1,12	0,37	
	1,30	1,17			1,45	0,80	
	1,03	1,00			1,87	0,90	
XLVIII. Muskel-nerv	1,05	1,06		Muskel-nerv	1,31	0,68	Mechan. Reiz.
gemischter Nerv	1,21	1,27			0,96	0,40	
					1,49	0,90	
			gemischter Nerv	1,03	0,75		
					0,90	0,35	
XLIX. Muskel-nerv	1,12	1,00					
gemischter Nerv	1,05	1,17					
	1,24	1,17					
beide Muskelnerven	1,10	1,08					
	1,07	1,14					
Muskel- u. gemischter Nerv	1,18	1,28		L.			
				Muskel-nerv	—	0,49	Mechan. Reizung d. Plex.
				gemischter Nerv	1,00	1,00	
				beide Nerven	1,09	0,94	
				gemischter Nerv	1,08	1,02	
				gemischter Nerv	0,89	1,00	
					0,69	1,00	
				LI.			
				Muskel-nerv	1,42	0,42	
					1,24	0,93	
					1,23	0,70	
					0,90	0,32	
					0,90	1,00	

Reizung des plexus ischiadicus am centralen Ende des durchschnittenen Nerven.

	Druck	Puls	Bemerkungen.
L.	1,32	1,12	} Ganglien ausgeschnitten.
	1,19	1,00	
XLV.	1,55	1,12	} Ganglien ausgeschnitten.
	1,14	1,12	

Um den Inhalt der vorstehenden Zahlenreihe besser übersehen zu können, werde ich der Reihe nach die Resultate hervorheben, welche die Thiere gaben, an denen die centralen Stümpfe der Muskelnerven gereizt wurden, ohne dass irgend ein anderes Nervenstück verletzt worden war, dann die, bei welchen vor der Reizung die n. vagi, und endlich die, bei welchen die ganglia stellata ausgeschnitten waren.

Die Reizungen bei unversehrten Herznerven lehren zunächst, dass die sensiblen Muskelnerven auf reflectorischem Wege Verengungen in den Arterienbahnen, und zwar in einem solchen Grade hervorrufen können, dass hierdurch der arterielle Blutdruck bedeutend emporgehen kann. Für diese Annahme stehen die Fälle der vorstehenden Reihe ein, in welchen während der Reizung der centralen Stümpfe der Blutdruck nicht unbedeutend wuchs, ohne dass sich die Schlagzahl überhaupt oder zum mindesten in einem solchen Grade geändert hätte, dass hieraus das Steigen des Drucks erklärbar gewesen wäre.

Die Beobachtungen lehren ferner, dass die Schlagzahl des Herzens meist vermehrt wurde, wenn der letalisirende Reiz den centralen Stumpf des Muskelnerven traf, und dass dieses sich ereignete sowohl wenn der Blutdruck bedeutend gestiegen oder sehr annähernd auf seiner frühern Höhe geblieben war. Allerdings ist in den wenigen Beobachtungen, in welchen die Schlagzahl über das Anderthalbfache der ursprünglichen gesteigert wurde, der Blutdruck ebenfalls sehr bedeutend emporgegangen. Da eine sehr bedeutende Vermehrung der Pulszahlen, wie sie hier öfter beobachtet wurde, durch die Erregung des centralen Stumpfs sensibler Hautnerven bisher noch nicht beobachtet wurde, so darf man wohl die Behauptung aussprechen, dass die sensiblen Muskelnerven vorzugsweise in eine

reflectorische Beziehung zu den Vorgängen treten, welche den Herzschlag beschleunigen.

Bei Muskelnerven tritt jedoch durch den central wirkenden Reiz keineswegs immer eine Beschleunigung der Pulse ein. Gar nicht selten kommt auch eine Verlangsamung der Schlagfolge während des genannten Eingriffs vor. Geschähe dieses letztere entweder nur nach mechanischen Reizungen, oder dann, wenn die electricischen Schläge vorgängig eine Steigerung des Blutdrucks veranlasst hatten, so würde dieses gegen eine bevorzugte Stellung der sensiblen Muskelnerven zur Beschleunigung des Herzschlags nichts aussagen; denn man könnte das Ausbleiben des erwarteten Erfolgs ableiten aus einer verminderten Erregbarkeit, entweder besonderer Fasern unseres Nerven, oder auch der Einrichtungen, welche den Herzschlag beschleunigen. Beides trifft jedoch nicht immer ein. Allerdings fällt die auffallende Verzögerung der Schlagfolge meist mit den Steigerungen des Blutdrucks zusammen, aber es kommt doch auch wiederholt vor, dass die Zahl der Pulsschläge beträchtlich abnimmt, ohne dass der Blutdruck gestiegen war. Hier wäre also auf eine unmittelbare Beziehung des Hirnendes der sensiblen Muskelnerven zu den Vaguswurzeln zu schliessen.

Ich gehe nun zu der Betrachtung der Fälle über, in welchen die Stümpfe der Muskelnerven gereizt wurden ehe und nachdem die *n. vagi* am Halse durchschnitten waren. Der Grund, der mich bestimmte, die Reizung am centralen Stumpfe der Muskelnerven nach Durchschneidung der *n. vagi* vorzunehmen, lag in einer schon früher angedeuteten Erwägung. Möglicherweise hätten die während der Reizungen eintretenden Beschleunigungen des Pulses u. A. auch abhängen können von einer Verengung der Hirnarterien, indem in Folge derselben die Vaguswurzeln von einem Druck, der bisher auf ihnen ruhte, entlastet sein würden. Der Effect der Reizung, welche nach Durchschneidung der *n. vagi* unternommen war, musste zeigen, ob die Vermehrung der Pulszahl, welche vor jener Operation eingetreten war, von der unterstellten Ursache abhing. — Ausser den betreffenden Angaben der letzten Tabelle bitte ich auch noch diejenigen nachzusehn, welche in der Zusammenstellung auf S. 182 sich finden und zwar unter den Erfolgen der Reizung des *plex. ischiadicus* nach vorgängiger Durchschneidung der *n. vagi*. Man wird alsdann gewahren, dass eine Beschleunigung

des Herzschlags eintreten kann auch nach Durchschneidung der n. vagi; diese wird man also keinesfalls auf eine Veränderung in den Hirngefäßen um die Wurzeln der n. vagi herum schieben können. Aehnliche Beobachtungen finden sich reichlich in dem Werke v. *Bezolds*.

Der Zuwachs, welchen die Pulszahl nach Durchschneidung der n. vagi erlangt, ist allerdings in der Regel nicht beträchtlich, aber da in Folge der Durchschneidung die Pulszahl schon an und für sich sehr hoch ist, so wiegt eine kleine Zunahme in Folge der Reizung um so schwerer, namentlich wenn er constant nach der letztern auftritt.

Versuche mit Reizung nach vorgängiger Durchschneidung des letzten Hals- und obersten Brustganglion's habe ich, wie leicht ersichtlich, darum angestellt, um mir die Ueberzeugung zu verschaffen, ob eine reflectorische Erregung der von *E. Cyon*, *v. Bezold* und *Bever* nachgewiesenen beschleunigenden Herznerven die Ursache des häufigeren Pulsschlages war. Die Ausrottung der Ganglien nahm ich ohne Oeffnung der Brusthöhle vom Halse aus vor; um die Versuchsreihen vor und nach der Ausrottung nicht durch einen zu grossen Zeitraum von einander zu trennen, um also die übrigen Bedingungen des Versuchs nicht allzu ungleich werden zu lassen, suchte ich vor der ersten Blutdruckmessung beiderseits das unterste Halsganglion auf. War die erste Blutdruckmessung beendet, so konnte nun rasch an der Hand des bloßgelegten Knotens das oberste Brustganglion aufgesucht und beide durchschnitten werden. Die Zergliederung nach dem Tode lehrte in wie weit die beabsichtigte Zerstörung gelungen war.

Dieses Verfahren habe ich bei vier Thieren angewendet. An zweien von diesen hatte die Nervenreizung vor der Zerstörung der Ganglien eine beträchtliche Steigerung des Blutdrucks und eine grosse Beschleunigung des Pulses bedingt. Nach der Entfernung der Ganglien trat keine Beschleunigung des Herzschlags mehr ein, wenn auch durch die Reizung der Blutdruck erhöht wurde. In den andern Fällen erzeugte auch nach der Ausrottung die Reizung des Nerven noch eine kleine Beschleunigung, welche demnach keinesfalls durch eine Erregung der beschleunigenden Herznerven bedingt war. Nach unsern heutigen Kenntnissen müssen wir die Ursache dieser Beschleunigung in das Herz selbst verlegen.

Die Versuche, in welchen nach der Zerschneidung der ganglia stellata die vor ihr bestandene Beschleunigung des Herzschlags ausblieb, sind nun allerdings der Annahme eines beschleunigenden Reflexes auf das Herz günstig. Damit halte ich aber keineswegs den vorliegenden Gegenstand für abgeschlossen. Die Versuche, um welche es sich hier handelt, tragen dazu noch allzugrosse Zweideutigkeiten. Die Reizung centraler Stümpfe sensibler Nerven bringt, wie bekannt, zwar jedesmal einen Erfolg in dem System der Gefässnerven hervor, aber die Richtung desselben ist eine unbestimmte, indem im unregelmässigen Wechsel der eine Reiz die Zahl der Herzschläge mehrt, der andere sie mindert. Wenn man also den Erfolg eines Versuchs überhaupt nicht voraussagen kann, so darf man, wie mir scheint, den Unterschied zweier aufeinander folgender Beobachtungen nicht abhängig erklären von derjenigen Aenderung in den Lebensbedingungen, die künstlich zwischen die beiden eingeschaltet wurde.

Der Fortschritt auf unserm Gebiete wird deshalb vor allem andern davon abhängen, ob wir im Stande sind, Bedingungen ausfindig zu machen, unter denen die Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven constantere Erfolge hervorbringt als bisher. Die Hoffnung des Gelingens würde sehr gering sein, wenn die Ursachen des veränderlichen Erfolgs in unregelmässigen Aenderungen der Erregbarkeit bestimmter Hirntheile gelegen wären, welche gleichzeitig von den erregten Empfindungsnerven in Angriff genommen werden. Bevor wir die Unstätigkeit des Erfolgs auf diese Verwicklung schieben, müssen wir, wie ich glaube, noch weit sorgfältiger, als es bisher geschehen, den Reiz nach Ort und Stärke abzustufen trachten.
