man diese Salze mit ein wenig kohlensaurem Natron, und verwendet dann das neutralisirte Filtrat zur Prüfung.

Der Anwendbarkeit des Ferments zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs stand früher der Umstand im Wege, dass dasselbe aus gewöhnlichem Harn nur in geringen Mengen gewonnen werden konnte und bei langsamer Einwirkung desselben bald Fäulniss eintrat, welche das Ferment zerstört.

Das aus Harn von Blasen-Catarrh auf obige Weise dargestellte Ferment eignet sich hingegen vorzüglich zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs.

10 Cc. Harn mit ein wenig kohlensaurem Natron zersetzt, dann aufs zehnfache mit Wasser verdünnt, werden mit einigen Tropfen Lakmustinctur gefärbt, durch eine verdünnte Säure genau neutralisirt, mit Og. 2 Fermentpulver versetzt und in einem Wasserbad auf 35° bis 40° Celsius erwärmt. Nach einer Stunde ist der Harnstoff vollständig umgewandelt. Durch Titrirung mit normaler Schwefelsäure erfährt man die gebildete Menge Ammoniak, auf welcher der Harnstoff sich dann berechnet.

Ein Vortheil dieser Methode gegen die bisher üblichen, liegt auch darin, dass das Kreatin und Kreatinin nicht als Harnstoff berechnet werden.

(Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)

Versuche über die Hemmungsnerven der Hautgefässe.

Von

Dr. A. Ostroumoff aus Moskau.

Bei dem Vorgange der Wärmeregulation ist anerkanntermaassen die Abgabe der Wärme durch die Haut einer der hauptsächlich wirksamen Factoren. Dass die Grösse derselben von der die Haut durchsetzenden Blutmenge abhängt, unterliegt keinem Zweifel. Durch welche Hilfsmittel aber der Hautblutstrom regulirt wird, ist noch

nicht in erschöpfender Weise dargethan. Diese Frage genauer zu prüfen, war der Zweck einer in dem physiologischen Institute des Prof. Heidenhain zu Breslau unternommenen Versuchsreihe.

Bekanntlich stellte R. Heidenhain ¹⁾ fest, dass Reizung des centralen Ursprunges der gesammten Gefässnerven, herbeigeführt sei es indirect durch Erregung sensibler Nerven oder direct z. B. durch Athmungssuspension, eine rasche Herabsetzung der Temperatur des Blutes im Innern des Körpers (gemessen in der untern Hohlvene oder in den Herzventrikeln oder in der Aorta) herbeiführt, während gleichzeitig die Temperatur der Haut steigt, Aenderungen, welche im Laufe weniger Minuten mehrere Grade betragen können. Er wies ferner nach, dass bei jenen Eingriffen gleichzeitig mit einer Drucksteigerung in den grossen Arterien sowohl wie Venen eine Beschleunigung des Blutstromes stattfindet, an welcher die Extremitätengefässe in wesentlichem Grade theilhaft sind.

Das durch diese Beobachtungen eröffnete Feld der Forschung bedarf weiterer Bearbeitung. Es ist erstens durch Heidenhain's Wahrnehmungen noch nicht mit Sicherheit festgestellt, auf welche Weise die Beschleunigung des Blutstromes in den Extremitätengefässen zu Stande kommt (s. dieses Arch. Bd. III. S. 546). Es ist ferner zu untersuchen, welche Folgen für die Innentemperatur die Erregung einzelner Gruppen der Gefässnerven, z. B. der Vasomotoren der Haut für sich oder der Eingeweide für sich, nach sich ziehe (vgl. dieses Arch. V. 112).

Als ich nach dieser Richtung hin im Breslauer physiologischen Institute zu experimentiren begann, wobei ich die von Heidenhain beschriebenen, von manchen Seiten noch nicht anerkannten, Grundthatsachen ausnahmslos zu bestätigen Gelegenheit fand, drängte sich bald die Nothwendigkeit auf, über gewisse neuere Angaben in's Klare zu kommen, nach welchen neben solchen Nerven, durch deren Thätigkeit die Gefässe verengt werden, auch solche, deren Thätigkeit eine Erweiterung der Gefässe herbeiführt, in weiterer oder vielleicht allgemeiner Verbreitung vorkommen sollen.

Der Kürze halber werde ich künftighin Nerven der ersteren Gattung mit dem eingebürgerten Namen der vasomotorischen Nerven bezeichnen, dagegen Nerven der zweiten Art als Hemmungsnerven der Gefässe benennen.

1) Dieses Archiv Bd. III. S. 304. Bd. V. S. 77.

Dass solche Hemmungsnerven an einzelnen besonderen Orten vorhanden sind, ist ja seit langer Zeit bekannt. Ich brauche nur an Cl. Bernard's berühmte Entdeckung der Beschleunigung des Blutstromes in der Unterkieferdrüse durch Reizung der chorda tympani, wie an Eckhard's merkwürdigen Fund zu erinnern, dass Erregung gewisser Zweige des Sacralplexus eine Erektion des Penis veranlasst, — Beispiele, welche in neuester Zeit Vulpian durch ein andres vermehrt hat. Nach diesem Forscher nämlich bewirkt Reizung des ramus lingualis Trigemini und des nv. Glossopharyngeus eine hochgradige Erweiterung der Zungengefässe.

Diese Thatsachen galten immerhin noch als vereinzelt, trotzdem dass bereits vor langer Zeit Schiff auf Grund wichtiger Beobachtungen, die merkwürdiger Weise wenig berücksichtigt worden sind, sich veranlasst gesehen hatte, eine allgemeinere Verbreitung gefässerweiternder Nerven oder wenigstens activer Gefässerweiterung als zweifellos anzusehen ¹⁾.

Erst in letzter Zeit sind zwei Forscher, Vulpian und Goltz, unabhängig von einander auf die Schiff'sche Annahme activer Gefässerweiterung zurückgekommen. Die Versuche des ersteren sind wenig zahlreich; die Versuche des letzteren geben zum guten Theile begründeten Zweifeln, auf welche ich später zurückkomme, Raum, so dass ich durch eigne Beobachtung mir ein bestimmtes Urtheil zu verschaffen die Nöthigung empfand. Die Resultate meiner Versuche lege ich im Folgenden vor, indem ich an die Besprechung derselben die Erörterung der dabei in Frage kommenden Goltz'schen Versuche knüpfe.

Bevor ich jedoch an die Darstellung meiner Ergebnisse gehe, muss ich mich darüber äussern, was ich unter einem Hemmungsnerven verstehe. Im Einklange mit der heute allgemein angenommenen Definition verstehe ich darunter einen Nerven, dessen Thätigkeit die Thätigkeit andrer nervöser Apparate herabsetzt, um so mehr, je energischer er selbst, um so weniger, je weniger energisch er selbst thätig ist. Es wird also zwischen dem Grade der Thätigkeit des Hemmungsnerven und dem Grade der Thätigkeit des gehemmten Nervenapparates ein umgekehrtes Verhältniss bestehen.

Ich musste diese für die meisten meiner Leser selbstverständ-

1) Berner Schriften 1856. Unters. über die Zuckerbildung in der Leber. Würzburg 1859.

liche Erklärung vorausschicken, weil, wie es scheint, meine Ansicht von der Ansicht Goltz's über den Mechanismus der Hemmungsnerven wesentlich differirt. Freilich muss ich offen bekennen, nicht ganz darüber klar geworden zu sein, wie sich Goltz den Vorgang der Hemmung denkt. An der Stelle, an welcher er sich am Ausführlichsten darüber auslässt, bei Besprechung nämlich von Versuchen, in denen nach Durchschneidung des Rückenmarkes am untersten Brustwirbel Temperatursteigerung in der Vorderpfote eintritt, heisst es folgendermaassen ¹⁾: »Die Verwundung des Rückenmarkes setzt eine Erschütterung dieses Organes, welche sich sowohl nach Hinten wie nach Vorn zunächst im Rückenmark fortpflanzt. Sie hat eine Herabsetzung oder Hemmung der reflectorischen und automatischen Centren des Rückenmarks und Hirns zur Folge. (NB. Welcher Centren? der Centren der gefässverengenden oder gefässerweiternden Nerven? Ref.) Die eigenthümliche Nervenbewegung, welche diese Hemmungen hervorbringt, und die ich eben als Fortpflanzung einer Erschütterung vorsichtig bezeichnet habe, beschränkt ihren Lauf aber nicht bloss auf die Masse des Rückenmarks und Gehirns, sondern sie schreitet über die Grenzen dieses Organs hinaus auf der Bahn der unversehrten Nerven fort. So gelangt sie durch Vermittlung der Gefässnerven zu den Endvorrichtungen an den Gefässen, welche den Tonus derselben unterhalten, und bringt hier eine ähnliche Herabsetzung der Erregbarkeit, eine Hemmung der Functionen zu Stande, wie an den im Rückenmark selbst gelegnen Centren. Das Endergebniss ist also eine Erschlaffung in denjenigen Gebieten, welche durch unversehrte Nerven mit dem Rückenmarke verbunden sind. Weil es eine Fortpflanzung von Nervenbewegungen ist, welche diese Erschlaffung der Gefässe an der Peripherie hervorbringt, habe ich die betreffenden Nerven, in welchen sich jene Bewegung fortpflanzen kann, als gefässerweiternde Nerven bezeichnet«.

Liegt in dieser Auseinandersetzung wirklich die Definition einer Hemmungswirkung im gebräuchlichen Sinne? Ich lese nur die Paralyse der vasomotorischen Centren des Rückenmarkes, die sich auf die verengenden Nerven fortpflanzt, heraus. Denn durch die Erschütterung des Rückenmarkes werden »herabgesetzt« oder »gehemmt« die »Centren« des Rückenmarkes. Wenn die Centren er-

1) Dieses Archiv Bd. XI. S. 79.

weiternder oder hemmender Nerven »herabgesetzt« werden, kann offenbar das Endresultat nur eine Gefässverengung sein, denn die verminderte Thätigkeit der Centren der »Hemmungs-« oder »Erweiterungsnerven« wird eine verminderte Thätigkeit dieser Nerven selbst zur Folge haben, dadurch aber müsste eine Verengung der Gefässe herbeigeführt werden. In Wirklichkeit aber findet eine Erweiterung statt. Wenn also die Verwundung des Rückenmarkes irgend welche Rückenmarkscentra wirklich durch Erschütterung in ihrer Thätigkeit »herabsetzt« oder »hemmt«, können diese Centra mit Rücksicht auf den schliesslich thatsächlichen Erfolg der Gefässerweiterung nur die Centra der verengenden Nerven sein.

Der Leser sieht, dass Goltz, wie es wenigstens nach dieser seiner ausführlichen Darstellung scheint, mit dem Worte der Erweiterungsnerven solche Nerven bezeichnet, deren verminderte Thätigkeit Erweiterung hervorruft. Das sind aber im gewöhnlichen Sprachgebrauche Verengungsnerven. An andern Stellen freilich wird die Gefässerweiterung als Folge der durch Reizung gesteigerten Thätigkeit gewisser Nerven betrachtet; diese würden Erweiterungsnerven im gewöhnlichen Sinne sein. Gegenüber diesen Schwankungen der Goltz'schen Vorstellungen habe ich den Sinn, in welchem ich das Wort »Hemmungsnerven« in der folgenden Darstellung brauche, ausdrücklich hervorheben zu müssen geglaubt.

Endlich habe ich vor Darstellung meiner Versuchsergebnisse noch einen Punkt zur Sprache zu bringen, welcher die Methode der Untersuchung betrifft. Ich habe mit vielen früheren Forschern ein Mittel zur Beurtheilung des Zustandes der Hautgefässe in der Messung der Hauttemperatur gesucht. Der Messungsort war die Interdigitalmembran der Pfoten. An einem empfindlichen Thermometer verräth sich jede Verengung der Gefässe dieses Ortes durch schnelles Sinken, ein Erkennungsmittel, welches nur in solchen gewiss äusserst seltenen Fällen versagen kann, wo die Temperatur der Pfoten nicht mehr merklich über der Zimmertemperatur steht. Anders dagegen verhält es sich mit der Beurtheilung einer Erweiterung der Hautgefässe. Ist die Temperatur der Pfote so hoch gestiegen, dass sie der Temperatur des arteriellen Blutes nahe kommt, so wird eine Erweiterung der Blutbahnen, welche eine grössere Blutmenge in die Pfote schafft, doch nur unmerkliches oder unter Umständen selbst gar kein Steigen der Hauttemperatur mehr veranlassen. Ja ich halte es unter gewissen Verhältnissen

sogar für möglich, dass eine Erweiterung der Hautgefäße an einer bestimmten Hautstelle ein Sinken der Hauttemperatur zur Folge hat, dann nämlich, wenn gleichzeitig mit jener Erweiterung plötzlich (z. B. bei Athmungssuspension u. dgl.) die Temperatur des Aortenblutes erheblich heruntergeht. Beispiele der Art werden sich im Verlaufe dieser Abhandlung finden; hier genüge es für jetzt an dem Hinweise, dass eine Gefässdilatation an der Interdigitalmembran mit Sicherheit nur dann durch das Thermometer erkennbar ist, wenn die Temperatur derselben mindestens um einige (1,5—2) Grade von der der Aorta differirt. Dass sie im besten Falle die Aortentemperatur nahezu erreichen kann, haben wir öfters gesehen.

I. Einwirkung der Reizung des *nv. ischiadicus* auf die Temperatur der Hinterpfote.

In seiner ersten Abhandlung über gefässerweiternde Nerven (dieses Archiv Bd. IX) berichtet Goltz auf S. 185, dass er bei anhaltender electrischer Reizung des *nv. ischiadicus* mit Inductionsströmen immer die Temperatur der betreffenden Pfote steigen sah. »Nur ganz im Beginn der Reizung beobachteten wir einen kleinen Abfall der Temperatur um wenige Zehntel Grade. Dieser Abfall rührt aber sicher nicht von einer vorübergehenden Zusammenziehung von Gefässen her, sondern ist wohl einfach dadurch zu erklären, dass das Thermometer sich bei Beginn des Tetanus der Muskeln ein wenig verschiebt«.

Auch nachdem Putzeys und Tarchanoff¹⁾ auf das Irrthümliche dieser Angabe hingewiesen, behauptet Goltz in seiner zweiten Abhandlung (dieses Archiv Bd. XI) auf S. 56, es seien bei Reizung der gefässverengernden Nerven keine andauernden Wirkungen zu erzielen. »In der That kann man auch in Lehrbüchern die Angabe finden, dass nach andauernder Reizung des *nv. ischiadicus* das Gegentheil von dem geschieht, was nach Durchschneidung erfolgt, nämlich Zusammenziehung der Gefäße und Abkühlung der Pfote. . . . Auf mich machen dergleichen Angaben den Eindruck, als wenn sie am Schreibtisch gemacht sind, ohne auf Erfahrung zu beruhen. . . .«

1) Arch. f. Anat. u. Physiol. von Reichert und du Bois-Reymond Jahrg. 1874.

Die grosse Sicherheit, mit welcher Goltz allen früheren Beobachtern gegenüber die Möglichkeit bestreitet, durch anhaltende Reizung des ischiadicus eine anhaltende Gefässverengerung an der Pfote zu erzielen, hat ihren Grund wohl nur in unglücklichen Bedingungen der von ihm angestellten Versuche. Denn erstens hat er bei seinen Reizungen den Nerven nicht in einer Weise behandelt, die ein schnelles Sinken seiner Leistungsfähigkeit während des Reizungsversuches verhütete, und zweitens hat er einen grossen Theil seiner Reizversuche an Nerven angestellt, welche einige Tage vorher durchschnitten, also bereits in der Degeneration begriffen waren. Dass bei richtiger Handhabung der experimentellen Bedingungen sich das von Goltz geleugnete Resultat erzielen lässt, dafür liegen in den folgenden Zeilen die Beweise.

1. Reizung des frisch durchschnittenen ischiadicus mittelst tetanisirender Inductionsströme. Will man die Nerven warmblütiger Thiere durch electriche Reizung in anhaltende Thätigkeit versetzen, so ist es geboten, dieselben vor Wasserverlust durch Austrocknung und vor Abkühlung zu schützen. Goltz legte das peripherische Ende des durchschnittenen Hüftnerven in der Luft über Electroden, — ein Verfahren, wenig geeignet, die Nervenfasern vor schneller Erschöpfung durch die Reizung zu bewahren ¹⁾.

Ich habe bei meinen Versuchen den peripherischen Stumpf des frisch durchschnittenen Nerven durch den 4—4,5 Cm. langen horizontalen Schenkel einer T-förmigen Glasröhre gezogen, in dessen Mitte sich in geringem Abstände von einander zwei Metallringe befanden, welche durch isolirte, in dem verticalen Schenkel der Röhre befindliche Drähte mit der secundären Rolle des Magnet-electromotors in Verbindung standen. Ueber der Glasröhre wurde die Oberschenkelwunde so zugenäht, dass nur das Ende des verticalen Röhrenschenkels aus derselben hervorragte. Austrocknung und Abkühlung werden auf diese Weise verhütet, ohne dass man Stromschleifen zu fürchten braucht. Dass nicht etwa letztere bei unseren Resultaten betheiligt gewesen sind, davon haben wir uns unmittelbar überzeugt, indem wir bei mehreren Reizversuchen mit

1) Von seinen Reizversuchen am undurchschnittenen Nerven sehen wir ganz ab, da die Reizerfolge natürlich zweideutig sind; sie können directe oder reflectorische sein.

positivem Erfolge den Nerven an der peripherischen Seite der Electrodenröhre durchschnitten. Nachdem dies geschehen, blieb jeder Reizerfolg aus.

Eine weitere Vorsichtsmaassregel, um eine lange anhaltende Gefässverengung zu erzielen, besteht darin, dass man die Reizung mit den schwächsten Strömen, welche überhaupt einen verengernden Erfolg haben, beginnt und die Stromstärke nur sehr allmählig und in kleinen Sprüngen steigert.

Bei dieser Anordnung des Versuches gelang es mir, durch Reizung des *nv. ischiadicus* an der Pfote nicht bloss, wie Goltz behauptet, eine schnell vorübergehende, sondern eine Verengung von ganz beliebiger Dauer herzustellen, wobei ich allerdings hinzufügen muss, dass ich den Versuch meist nur 15—20 Min., nie über eine Stunde, ausgedehnt habe. Allein es wird wohl Niemand Bedenken tragen, bei solchen Erfolgen Goltz's Ansicht, dass nur vorübergehende Effecte zu ermöglichen seien, für widerlegt zu halten. Ich lasse jetzt einige Versuchsbeispiele folgen.

Versuch XIX. 27. Oct. 1875. Curarisirter Hund. Der linke *nv. ischiadicus* durchschnitten und wie oben beschrieben, vorbereitet. Magnetelectromotor mittlerer Grösse, von zwei Groves getrieben.

Nachdem das Thermometer zwischen den Zehen 10 Min. lang constant auf $36,40^{\circ}$ C. gestanden, wird mit der Reizung begonnen. Der Schlitten stand anfangs 150 Mm. von der primären Rolle entfernt ¹⁾. Bei allmählicher Annäherung begann die Reizung wirksam zu werden, als die Entfernung 58 Mm. betrug. Von da ab wurde an dem Thermometer in je 1 Min. abgelesen.

Während der Reizung: 36,40—20—00—35,80—55—30—10—34,75—50—25—33,95—70—50—32—(56)—20—10.

Schluss der Reizung: 33,10—34,10—80. — Nach 11 Min.: 36,65.

Neue Reizung (58): 36,60—40—(56)—15—35,90—60—30—34,95—65(55)—40—20—00—33,85—75(53)—65—60.

Schluss der Reizung: 34,40—35,40 u. s. f.

Beide Reizungen haben also anhaltende Herabsetzung der Temperatur zur Folge, die erst aufhörte, als die Reizung unterbrochen wurde, was das erste Mal nach 16 Min., das zweite Mal nach 15 Min. geschah. Sofort mit der Unterbrechung tritt rapide Steigerung ein.

1) Bei über einander geschobenen Rollen steht der Schlitten auf dem Nullpunkte der Scala. In den Tabellen ist der Schlittenstand durch die eingeklammerten Zahlen angegeben.

Versuch vom 28. Oct. Reizung des linken ischiadicus.

Vor der Reizung. Temperatur zwischen den Zehen const. 38,20.

Während derselben (80): 38,20—(70)—10—(65)37,95—70(65)—51—(61)—30—00—36,80—60—20—00—35,70—45—20—02—(58)—34,85—75—(56)—50—48.

Schluss: 36,60—37,30—38,20—35—42—46—55—60.

Also 19 Minuten hindurch continuirliches Sinken der Temperatur. In den beiden obigen Beispielen waren die Versuchsthiercurarisiert. Um dem Einwande zu begegnen, als läge in der Anwendung des Curara der Grund für die Verschiedenheit der Goltz'schen und meiner Versuchsergebnisse, lasse ich hier noch ein andres Versuchsbeispiel folgen, gewonnen an einem nicht curarisierten Hunde.

Versuch vom 14. December. Der linke ischiadicus durchschnitten und in bekannter Weise mit Electroden versehen. Temperatur zwischen den Zehen der linken Hinterpfote alle Min. abgelesen.

Vor der Reizung: 36,50—70—80—90.

Während der Reizung: (80) 36,30—10—00—(70)35,70—40—10—34,85—75(65)—35—05—33,70—35—05—32,80—60—35—18—05—31,85—70—60—(58)28—15—30,95—80—70—55—38—25—15—29,98—85—75—65—48—30—15—10—00—(50)—28,95—85—70—60—48—40—(47)—35—25—18—08—27,90—80—(45)75—70—60—50(43)—48—45—40—35(40)—30—25.

Nach der Reizung: 29,30—31,50—33,30—34,40—35,00—40—65—75 u. s. f.

Hier hält also während der Reizungsdauer einer vollen Stunde die Gefässverengerung stetig an. Die Temperatur sinkt um 9,65 Grade und erreicht schliesslich eine Ziffer, welche der nicht gelähmten Pfoten nahe steht. Denn Temperaturen von 26° kommen an den Hundepfoten oft genug vor.

Dies wird genügen, um Goltz gegenüber zu zeigen, dass man durch electriche Reizung des ischiadicus eine nicht bloss vorübergehende, sondern sehr lange währende Verengerung der Blutgefässe an der Pfote zu erzielen im Stande ist und von einer schnellen Ermüdung der die Verengerung herbeiführenden Nerven gar nicht die Rede ist, wenn man nur die Bedingungen des Reizversuches vorsichtig und sachgemäss einrichtet. Der Ischiadicus steht in seiner Einwirkung auf die Gefässe der Pfote nicht zurück hinter dem Halssympathicus in seiner Einwirkung auf die Gefässe des Ohres, und die Annahmen, welche Goltz macht, um das angeblich von dem des Ischiadicus verschiedene Verhalten des Sympathicus zu deuten (dieses Arch. Bd. IX S. 192) sind alle unnöthig.

Der Misserfolg der Goltz'schen Reizversuche beruht aber nicht bloß auf der von ihm angewandten Technik der Reizung, sondern noch auf einem andern Umstande. Er hat nämlich eine grosse Zahl seiner Reizversuche erst längere Zeit (mehrere Tage) nach vorgängiger Durchschneidung des *nv. ischiadicus* angestellt, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, dass bekanntlich die Erregbarkeit der Nerven warmblütiger Thiere nach der Durchschneidung sich sehr bald ändert, und ohne sich zu fragen, ob die Reizerfolge an einem längere Zeit vorher getrennten Nerven für identisch mit den Erfolgen an einem unmittelbar vor der Reizung durchschnittenen Nerven gelten dürfen. Die Berechtigung dieses Einwurfes geht aus folgenden Beobachtungen hervor.

2. Tetanische Reizung des *nv. ischiadicus* nach 3—4 Tage voraufgegangener Durchschneidung. Um den Unterschied des Reizerfolges an einem frisch durchschnittenen und einem längere Zeit vorher durchschnittenen *nv. ischiadicus* zu zeigen, führe ich zunächst das folgende Beispiel eines Versuches an.

Versuch vom 3. November 1875. Bei einem kräftigen Hunde war der linke *nv. ischiadicus* am 30. Oct. getrennt worden. Das Thier wurde curarisirt, der durchschnittene Nerv herauspräparirt, in der oben beschriebenen Weise mit Electroden versehen und dann an jeder der beiden Pfoten die Temperatur gemessen. Sie war von vornherein auch an der gesunden Seite sehr hoch, was man oft genug an Thieren beobachtet, die bei den vorbereitenden Operationen, namentlich im Beginne der Curara-Narcose sich heftig sträuben. Der Grund für dieses ungewöhnliche Ansteigen der Hauttemperatur wird aus späteren Beobachtungen sich ergeben. Wir setzen hier vorläufig die uns für jetzt interessirenden Versuchszahlen her. Die Ableisungen begannen 20 Minuten nach vollendeter Operation und wurden in Intervallen von je einer Minute gemacht.

Experimen- teller Eingriff.	Temperatur der Pfote.		Experimen- teller Eingriff.	Temperatur der Pfote.	
	Rechts.	Links.		Rechts.	Links.
Reiz. des linken ischiad. 90—80 70—65 55	36,70	36,60	Schluss.	78	70
	70	52		79	95
	75	50		79	37,10 1)
	78	45		76	25
	78	38		75	—
	80	51		74	23
				—	20

1) Während rechts die Temp. kaum eine Schwankung zeigt, steigt sie links von dem Schlittenstande 55 ab, und zwar in 4 Min. um 0,72° C., ob-
schon sie vorher im Sinken begriffen war.

Experimenteller Eingriff.	Temperatur der Pfote.		Experimenteller Eingriff.	Temperatur der Pfote.	
	Rechts.	Links.		Rechts.	Links.
1 Ccm. Curara.	—	18	R. des linken ischiadicus . 50	50	40
	—	10		44	35,10
	—	05		40	85
	71	36,99		35	36,45 ²⁾
	70	90		30	90
	63	82		20	95
	61	72		34,90	60
	59	55		u. s. w.	
	54	49		35,90	32,68
	50	45		36,05	60
	—	30		—	40
	—	—		—	25
	—	10		—	05
	45	35,99		—	31,90
R. des linken ischiadicus 55	40	80	Beobachtungspause von 27 Min.. während deren Präp. des rechten isch. und Vorbereitung zur Reizung.	—	80
	35	65		37,80	30,60
	30	48		38,10	29,90
	20	25		37,90	00
Schluss.	15	60	R. des rechten ischiad. 80—70	80	28,75
	10	36,10		70	55
	09	48 ¹⁾		60	45
	04	75		60	35
	00	88		50	40
	—	80		40	20
	—	65		28	10
	—	50		10	00
	35,90	35		36,90	27,95
	—	25		60	90
	89	—		35	80
	—	15		10	70
	36,00	—		35,85	60
	05	35,90		60	55
	00	65		40	45
	35,92	45		20	40 ³⁾
	80	20		35,10—40	27,25
	75	34,95		36,20	20
	58	80		37,80	15
	—	55		80	10
	50	—		38,20	09

1) Also in Folge der Reizung Steigerung in 3 Min. um 1,23° C. trotz des vorausgegangenen continuirlichen Sinkens.

2) Steigerung in 4 Min. um 2,05°, mit einer Nachwirkung von 0,5° C.

3) Die Temperatur sinkt hier beiderseitig, aber auf der gezeigten Seite erheblich schneller, als auf der andern. Dort steigt sie nach Schluss der Reizung schnell an, und zwar über die bei Beginn der Reizung vorhandene Höhe, während sie hier zu sinken fortfährt, zum Beweise, dass das schnellere Sinken auf der gereizten Seite wirklich Folge der Reizung ist, nach deren Schluss Ermüdung eintritt.

Experimen- teller Eingriff.	Temperatur der Pfote.		Experimen- teller Eingriff.	Temperatur der Pfote.	
	Rechts.	Links.		Rechts.	Links.
Nach 20 Min.	40	05	50	36,95	30,00
	50	26,90		90	31,70
	37,30	25,20		85	32,90
	25	—		80	33,80
	20	15		70	34,50
	18	10		65	35,40
R. des linken ischiadicus . 60	15	20	30	60	36,00
				55	50
				50	37,00
				45	50
55	02	26,68		—	60 ¹⁾
	00	28,00			

Der vorliegende Versuch ist schlagend genug. Der vor 4 Tagen durchschnittene Ischiadicus führt bei tetanischer Reizung stets schnelle Temperatursteigerung herbei, der unmittelbar vorher präparierte Nerv dagegen bei Behandlung mit Strömen gleicher Stärke die gewohnte Herabsetzung, die erst nach Beendigung der Reizung schneller Steigerung weicht.

Den mitgetheilten ähnliche Beobachtungen an mehrere Tage vorher durchschnittenen Hüftnerven habe ich sehr oft gemacht. Ich muss aber hinzufügen, dass der Erfolg wesentlich von der Zeitdauer abhängt, welche zwischen der Durchschneidung und der Reizung verflossen ist, und dass ich allgemein gültige Angaben über den Termin nach der Durchschneidung, um welchen der Nerv auf die oben angegebene Weise reagirt, nicht zu machen im Stande bin. Die degenerativen Veränderungen erfolgen bei verschiedenen Thieren verschieden schnell. Mitunter tritt schon am ersten Tage nach der Durchschneidung bei Anwendung schwächerer tetanisirender Ströme ein Steigen, bei Anwendung stärkerer ein Sinken der Temperatur ein. Vom 3.—4. Tage ab pflegt das letztere bei keiner Stromstärke mehr zu erzielen zu sein. Nach 6 Tagen konnte ich überhaupt keine Einwirkung mehr wahrnehmen.

Goltz's Behauptung, dass electricische Tetanisirung des Ischiadicus Temperatursteigerung an der Hinterpfote herbeiführe, gilt also nur für Nerven in einem ganz bestimmten Stadio der durch die

1) Hier hat die längere Reizung also die enorme Temperatursteigerung von 12,5° C. zur Folge gehabt.

Durchschneidung herbeigeführten Erregbarkeitsänderung. Dass dieser Temperatursteigerung als unmittelbare Ursache eine Gefässerweiterung an der Pfote zu Grunde liege, wird Niemand bezweifeln. Genauere Erwägung aber bedarf die Ursache, weshalb der normale und der 3—4 Tage vorher durchschnittene Nerv in entgegengesetztem Sinne auf die Gefäße einwirkt, jener dieselben zur Verengung, dieser zur Erschlaffung ihrer Wandung veranlassend.

Sollten von denselben Nervenfasern beiderlei Wirkungen ausgehen, indem diese Fasern den Sinn ihrer Einwirkung auf die Gefässwände im Laufe ihres der Durchschneidung allmählig folgenden Absterbens gradezu umkehren? Eine schwierige Vorstellung, welcher die Annahme zweier entgegengesetzt wirkender Faserarten in dem Stamme des Hüftnerven von vorn herein vorzuziehen scheint, wenn man daran denkt, dass in dem *nv. vagus* ebenfalls sowohl Beschleunigungs- als Hemmungsfasern für das Herz verlaufen. Aber ehe in dem *nv. ischiadicus* Fasern, unter deren activer Einwirkung eine Gefässerweiterung zu Stande kommt, mit Sicherheit angenommen werden dürfen, muss die Möglichkeit nachgewiesen sein, eine Temperatursteigerung an der Pfote nicht bloss durch Reizung eines in Degeneration begriffenen, sondern auch eines frischen Hüftnerven zu erzielen. Nach den bisherigen Erfahrungen war daran nur zu denken bei Abänderung der Reizungsmethoden. Goltz's allmähliche Einkerbung des Nervenstammes durch Schnitte vom centralen Ende nach der Peripherie hin haben wir einmal an einem frisch durchschnittenen Nerven ohne Erfolg versucht; wir standen von einem zweiten derartigen Versuche ab, weil jenes primitive Verfahren natürlich nicht die mindeste Abstufung der Reizstärke gestattet und den Nerven in kurzer Zeit vernichtet. Auch die chemische Reizung lässt den Grad der Erregung, wie von vorn herein zu übersehen, nicht beliebig beherrschen. Die einzige zuverlässige, weil jeder beliebigen Abstufung fähige Reizmethode ist die electriche, die uns denn auch unter abgeänderter Form zum Ziele geführt hat.

3. Reizung des frisch durchschnittenen Hüftnerven mittelst einzelner Inductionsschläge. Muskelnerven werden bekanntlich zu anhaltender Thätigkeit im Allgemeinen nur durch eine stetige Folge von Stromschwankungen veranlasst. Von den Hemmungsfasern des *nv. vagus* aber hat von Bezold gezeigt, dass sie ihre Einwirkung auf das Herz auch dann geltend machen, wenn

sie in regelmässigen Pausen durch einzelne Inductionsschläge erregt werden.

Eingedenk dieser letzteren Thatsache stellte ich Versuche in der Weise an, dass ich auf einen frisch präparirten nv. ischiadicus statt der tetanisirenden Ströme des Magnetelectromotors in Pausen von je 5 Secunden einzelne Inductionsschläge einwirken liess. Zu diesem Zwecke wurde die Feder des Magnetelectromotors festgestellt, in den primären Kreis ein Quecksilbernäpf eingeschaltet und mittelst dieses Schliessungshakens in diesem alle 5 Sec. eine momentane Schliessung des primären Kreises herbeigeführt, während die secundäre Rolle des Inductionsapparates in gewohnter Weise mit den oben beschriebenen Electroden in Verbindung stand. Gleich der erste derartige Versuch lieferte ein positives, meinen Erwartungen entsprechendes Resultat, welches in spätern Versuchen sehr oft bestätigt wurde. Ich führe hier ein derartiges Versuchsbeispiel an:

Versuch vom 6. Nov. 1875. Curarisirter Hund. Rechter ischiadicus durchschnitten und mit Electrodenröhre versehen. Temperatur zwischen den Zehen:

Vor der Reizung: 34,85—75—55—20—00.

Reizung des isch. durch einzelne, in Pausen von je 5 Sec. aufeinander folgende, Inductionsströme: 33,90—95—34,50—35,10.

Nach der Reizung: 35,40—50—45—35—25—10—05—34,90—50—15—33,80.

Gleiche Reizung: 33,70—90—34,50.

Schluss: 34,85—35,00—34,95—90—88.

Wenn man bei derartigen Versuchen die Hunde nicht stark curarisirt hat, ruft jeder Inductionsschlag, welcher den nv. ischiadicus durchfährt, eine Zuckung in den gesammten, von diesem Nerven versorgten Muskeln hervor. Der Verdacht, dass diese Zuckungen die Ursache der Temperatursteigerung seien, widerlegt sich durch Versuche, in denen man die Curara-Narcose bis zum völligen Fortfallen der Zuckungen treibt. Die Temperatursteigerung tritt doch ein, obschon, wie es scheint, nicht mit solcher Schnelligkeit, wie bei schwächerer Curarisirung, was auf eine geringe Herabsetzung der Erregbarkeit der Erweiterungsnerve durch grosse Curara-Dosen hinzuweisen scheint. — Jener Verdacht widerlegt sich aber auch noch auf eine andre Weise. Mitunter glückt es, auch von dem frisch durchschnittenen ischiadicus aus bei einer gewissen, sehr geringen Stromstärke durch Tetanisirung Temperatursteigerung

zu erhalten. Es ist uns nicht immer gelungen, diese Stromstärke, welche, wie gesagt, innerhalb äusserst geringer Werthe und sehr enger Grenzen liegt, zu treffen. Sie muss sich innerhalb sehr enger Breiten bewegen, weil sie bei der allmählichen Annäherung des Schlittens leicht übersprungen wird. Einige Male haben wir aber zweifellos auch auf diese Weise an dem frischen Nerven temperaturerhöhende Wirkungen erzielt, wobei der Verdacht, als handle es sich um Effecte von Muskelcontractionen ganz ausgeschlossen ist, da solche selbst bei geringen Graden der Curarisirung durch tetanisirende Ströme nicht hervorgerufen werden.

4. Nächste Folgerungen aus den obigen Beobachtungen. Die Gesammtheit unsrer sub 1—3 mitgetheilten Beobachtungen drängt zu folgenden Vorstellungen über die in dem Stamme des Hüftnerven enthaltenen und für die Gefässe der Hinterpfote bestimmten Nervenfasern:

In dem nv. ischiadicus verlaufen sowohl eigentlich vasomotorische Fasern, durch deren Erregung die Hautgefässe verengt werden, als Hemmungsfasern, deren Reizung eine Erweiterung der Gefässe herbeiführt.

Wird der normale Nervenstamm durch einzelne Inductionsschläge von passender Stärke in regelmässigen Intervallen von etwa 5" Dauer erregt, so tritt der Einfluss der Hemmungsfasern, wird derselbe tetanisch erregt, so tritt, wenn die Ströme nicht innerhalb gewisser eng begrenzter und sehr geringer Werthe liegen, die Wirkung der vasomotorischen Fasern in den Vordergrund.

Nach Durchschneidung des Nervenstammes sinkt die Erregbarkeit der vasomotorischen Fasern schneller als die der Hemmungsfasern, so dass während einer gewissen Periode des Absterbens (etwa nach 3—4 Tagen) die Erregbarkeit der Vasomotoren nahezu vernichtet ist. Um diese Zeit ruft tetanische Reizung, weil sie wesentlich auf die noch in höherem Grade erregbaren Hemmungsfasern wirkt, im Gegensatze zu dem Erfolge an dem normalen Nerven, nicht mehr Verengung, sondern Erweiterung der Gefässe hervor¹⁾.

Wie der Leser sieht, komme ich auf die Annahme zweier ent-

1) Einige Male sah ich bei Anwendung sehr starker tetanisirender Ströme noch Verengung erfolgen, während mittelstarke Ströme Erweiterung herbeiführten.

gegengesetzt wirkender Arten von Nervenfasern zurück, die theils in Vulpian's Vorlesungen, theils in Goltz's zweiter Abhandlung über die gefässerweiternden Nerven besprochen werden. Wenn die Versuche meiner Vorgänger auf diesem Gebiete mancherlei Zweifeln Raum liessen, so hoffe ich diese durch die obigen Beobachtungen, welche die paradoxen Goltz'schen Experimente verständlich machen, beseitigt zu haben.

II. Die Folgen der Durchschneidung des nv. Ischiadicus für die Temperatur der Hinterpfote.

Seit lange ist es bekannt, dass die Temperatursteigerung, welche nach Durchschneidung der Gefässnerven eines Körpertheiles eintritt, im Laufe der Zeit allmählig wieder abnimmt. Die bisherige Auffassung sah in der primären Erwärmung der betreffenden Theile eine Folge der Lähmung der vasomotorischen Nerven, und der durch dieselbe bedingten Gefässerweiterung, während die spätere Abnahme der Temperatursteigerung nur hypothetisch durch die Voraussetzung erklärt zu werden pflegte, dass ausser den durchtrennten vasomotorischen Bahnen noch andre verborgene vorhanden seien, welche im Laufe der Zeit ihre Fasern in vicariirende Function für die gelähmten Fasern treten lassen.

Das Unbefriedigende der letzteren Erklärung hat Goltz sehr richtig hervorgehoben. Er setzt an Stelle der bisherigen Auffassung eine neue, welche mit einem guten Theile der in der Nervenphysiologie eingebürgerten Grundvorstellungen in Widerspruch tritt und deshalb zu eingehender Prüfung auffordert.

Der Tonus der Blutgefässe wird nicht sowohl von den grossen Nervencentris aus, als vielmehr durch peripherisch an den Gefässen angebrachte gangliöse Apparate unterhalten. — Auf diese peripherischen Centra wirken gewisse Nerven — die vasomotorischen — im Sinne einer Verstärkung, andre — die Hemmungsnerven — im Sinne einer Herabsetzung ihrer Thätigkeit. Soweit ist diese Anschauung in Uebereinstimmung mit derjenigen, welche seit lange für die Blutgefässe der gld. submaxillaris in allgemeiner Geltung ist. Von jetzt an aber entfernt sie sich von der letzteren erheblich.

Die Durchschneidung nämlich der Gefässnerven wirke nicht durch Lähmung der vasomotorischen, sondern durch eine starke und lange anhaltende Reizung der Hemmungsnerven. Erst in dem

Maasse, als die letztere im Laufe von Tagen und Wochen sinke, kehren die Gefäße allmählig zu ihrem normalen Durchmesser zurück.

Für die den bisherigen Vorstellungen widersprechende Annahme, dass die einfache Durchschneidung eines Nerven eine so lange dauernde Erregung setzen solle, führt Goltz eine Reihe von Gründen an, die für mich jedoch nichts weniger als beweisend sind. In Widerspruch mit jener Hypothese stehen folgende Ueberlegungen:

1) Die Gefässerweiterung, welche in Folge der Durchschneidung eintritt, dauert sehr viel länger, als die Erregbarkeit des durchschnittenen Nervenstammes. — Ich habe schon oben erwähnt, dass ich 6 Tage nach der Durchschneidung von dem ischiadicus aus durch electriche Reizung keine Aenderung der Pfortemperatur mehr herbeiführen konnte. Die Hemmungsnerven waren also bereits unerregbar geworden und doch war die gelähmte Pforte noch erheblich wärmer als die andersseitige. Reizung der Hemmungsnerven kann die Ursache der Differenz nicht sein, da sie, wenigstens so weit sie dem Versuche zugänglich sind, eben nicht mehr reizbar waren.

2) Die Gefässerweiterung an den gelähmten Theilen wird zwar im Laufe der Zeit geringer, aber sie verschwindet niemals ganz. So sah van der Beek-Callenfels nach Durchschneidung des Halssympathicus beim Kaninchen eine Temperaturdifferenz zu Gunsten der operirten Seite noch nach 126 Tagen ¹⁾. Aehnlich giebt Schiff an ²⁾, dass nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse oder des Ischiadicus eine wenn auch mit der Zeit sich verringernde, aber doch unbegrenzt dauernde Temperaturdifferenz zwischen den gelähmten und den entsprechenden normalen Theilen (den beiden Ohren resp. den beiden Hinterpfoten) fortbestehe. [Nur wenn die Thiere in gewisse Erregungszustände geriethen, könne die Temperatur der gelähmten Theile niedriger werden als die der gesunden, deren Temperatur in die Höhe geht — eine Beobachtung von fundamentaler Bedeutung, auf welche wir später ausführlich zurückkommen.]

Niemand wird aber wohl annehmen wollen, dass die durchschnittenen Nerven Monate lang im Zustande der Reizung verharren.

1) Zeitschr. f. rat. Medicin. Neue Folge. Bd. VII S. 189.

2) Berner Schriften 1856.

3) Wenn man Nervenstämme, welche nur Gefässhemmungsnerven, ohne ihnen beigesellte vasomotorische Nerven, enthalten, durchschneidet, so sieht man höchstens unmittelbar nach der Durchschneidung, als Folge der mit dem Acte der Trennung verbundenen mechanischen Reizung, eine Gefässerweiterung und consecutive Strombeschleunigung eintreten, die aber, weit entfernt von Dauer zu sein, sehr bald wieder nachlässt und entschiedener Verengerung mit consecutiver Stromverlangsamung Platz macht. Wenn man umgekehrt Stämme durchschneidet, die ausschliesslich vasomotorische Fasern enthalten, so tritt dauernde Gefässerweiterung ein.

Ich verweise in dieser Beziehung zunächst auf die bekannten Verhältnisse des Blutstromes in der gld. submaxillaris. Durchschneidung der chorda tympani für sich ¹⁾ hat, wie schon Cl. Bernard beschrieben und in dem hiesigen physiologischen Institute sehr oft beobachtet worden ist, keineswegs eine anhaltende Beschleunigung des Blutausflusses aus der angeschnittenen Drüsenvene zur Folge, vielmehr eher eine Verlangsamung. Dagegen tritt eine dauernde wennschon mässige Beschleunigung sehr sichtlich nach Trennung des Halssympathicus ein, — obschon electricische Reizung der Chorda bekanntlich den Blutausfluss enorm steigert, des Sympathicus denselben ganz unterdrückt. Der electricische Strom, der doch zweifellos als Reiz wirkt, und die Durchschneidung haben also entgegengesetzten Effect. Folglich kann die Wirkung der letzteren unmöglich in dauernder Reizung bestehen.

Ich verweise ferner auf die Circulationsverhältnisse an der Zunge. Zunächst habe ich mich von der vollkommenen Richtigkeit der Angabe Vulpian's überzeugt, dass electricische Reizung des ram. lingualis Trigemini eine ganz eminente Röthung der betreffenden Zungenhälfte veranlasst, während Reizung des Hypoglossus die

1) Goltz führt unter den Beweisen dafür, dass Durchschneidung eines Nerven anhaltende Reizung zur Folge habe, die nach Durchschneidung der Chorda auftretende anhaltende Speichelsonderung an. Allein hier liegt ein Missverständniss vor. Nach Durchschneidung der Chorda stockt zunächst die Speichelsecretion, abgesehen von den ersten Secunden, vollständig. Erst nach etwa 24 Stunden beginnt eine sehr langsame Absonderung. Wenn der Schnitt als Reiz wirkt, so wird dieser Reiz doch nicht erst am nächsten Tage seine Folgen zeigen. — Die paralytische Secretion hat höchst wahrscheinlich ganz andre Gründe. Vgl. Studien des physiol. Instituts zu Breslau. Heft IV.

entgegengesetzte Folge, nämlich Erblassung des Organes, herbeiführt. Auffallend ist es mir bei diesen Versuchen gewesen, dass zur Erzielung der dilatirenden Einwirkung des Quintus-Astes sehr viel schwächere Ströme ausreichen, als zur Hervorrufung der verengernden Einwirkung des Hypoglossus, — grade wie schwache Reizung des Hüftnerven durch einzelne Inductionsschläge zur Erweiterung der Gefäße der Hinterpfote genügt, während die Verengerung der Gefäße stärkere Reizung durch tetanisirende Ströme erfordert.

So weit Vulpian's Beobachtung bestätigend, kann ich diesem Forscher doch nicht beitreten, wenn derselbe behauptet, dass schon die blosse Durchschneidung des Zungenastes des Quintus Röthung der betreffenden Zungenhälfte herbeiführe. Wenigstens habe ich in sechs Fällen von 8 Versuchen diesen Effect durchaus vermisst, wobei ich mich in Uebereinstimmung mit Schiff befinde ¹⁾. In zwei Fällen trat allerdings eine geringe Röthung ein. Worin der Grund hierfür gelegen, wage ich nicht zu entscheiden; möglicher Weise darin, dass hier der Nerv sehr nahe an seinem Eintritte in die Zunge, in den ersteren Fällen möglichst entfernt von derselben durchschnitten wurde. Wie dem auch sei, es genügt festzustellen, dass die Durchschneidung des als Hemmungsnerven für die Zungengefäße fungirenden Quintuszweiges in der Mehrzahl der Fälle ohne jegliche Erweiterung der Zungengefäße geschieht. Bei der Durchschneidung des Hypoglossus dagegen habe ich die Röthung der betreffenden Zungenhälfte stets gesehen (in Uebereinstimmung mit Vulpian), die freilich nie auch nur annähernd den Grad erreicht, wie bei der Reizung des Quintus.

Das Beispiel der Gefäße der Zunge und der Speicheldrüse ist für unsere Frage sehr belehrend, weil wir es hier mit reinen Fällen zu thun haben; denn die vasomotorischen und die hemmenden Nervenfasern sind ja hier nicht mit einander gemischt, sondern auf verschiedene Nervenstämme vertheilt. Ob die Durchschneidung eine dauernde Reizung oder eine dauernde Lähmung der Gefässnerven veranlasse, ist hier mit Sicherheit zu entscheiden. Die Beobachtung spricht zu Gunsten der letzteren.

Mithin werden wir auch für solche Nervenstämme, welche die beiden entgegengesetzt wirkenden Faserarten gemischt enthalten,

1) Arch. für physiol. Heilk. XII. 377.

nicht mit Goltz annehmen dürfen, dass die Durchschneidung eine anhaltende Reizung setze. Der ruhende Nervenstrom du Bois-Reymond's wird nach wie vor dem ruhenden Nerven entsprechen (cf. Goltz dieses Archiv IX. 196) und die Trennung der Gefässnerven wird nach wie vor nur den Effect haben, die Gefässe ausser Zusammenhang mit den Centralorganen zu setzen.

Wie es nun aber von diesem Standpuncte aus erklären, dass die nach der Durchschneidung ihrer Nerven sehr bald ad maximum erweiterten Gefässe im Laufe der Zeit allmählig wieder enger werden, wennschon sie niemals ihr ursprüngliches Lumen wieder zu erreichen scheinen?

Ueber die Ursache der anfänglichen Erweiterung brauche ich nach allem Voraufgehenden kaum noch ein Wort zu verlieren. Die vasomotorischen Nerven, die ich ja als weniger ermüdungsfähig erwiesen habe, als sie nach Goltz's Vorstellung sein sollten, sind in tonischer Thätigkeit begriffen. Der Wegfall derselben bedingt die Erlahmung der Gefässwände. Um ihre allmählige Wiedererstarkung zu erklären, scheint es kaum zu umgehen, einen Mechanismus anzunehmen, wie er für die Speicheldrüsen seit lange vorausgesetzt wird und wie ihn Vulpian und Goltz neuerdings allgemein für alle Gefässe einführen wollen: Ganglienzellen nämlich, welche die Rolle peripherischer Gefässcentra spielen, zu selbstständiger Einwirkung auf die Gefässmusculatur befähigt, ihrerseits aber durch die von den Centralorganen her an sie herantretenden Nervenfasern beeinflusst, durch die Vasomotoren im Sinne einer Verstärkung ihrer tonischen Thätigkeit, durch die Hemmungsfasern im Sinne einer Herabsetzung derselben. Der jeweilige Contractionsgrad der Gefässmusculatur hängt einerseits von dem Grade der tonischen Thätigkeit dieser peripherischen Centra, andererseits von der Einwirkung ab, welche jene beiden Nervenfasern auf dieselben ausüben. Für gewöhnlich summirt sich der Einfluss jenes peripherischen Tonus und des durch die grossen Nervencentra unterhaltenen Tonus der Vasomotoren, von welchem Goltz Nichts wissen will. Wenn der selbstständige Tonus der peripheren Centra bedeutend, der jeweilige Grad der tonischen Thätigkeit der Vasomotoren gering ist, hat die Durchschneidung der letzteren für den Augenblick nur geringen Erfolg. Die Gefässe weiten sich erst allmählig aus, in dem Maasse, als der Tonus der peripherischen Centra sinkt, was man durch ermüdende Einwirkungen auf dieselben beschleunigen

kann. Daraus erklärt es sich, dass in manchen Fällen nach Durchschneidung des ischiadicus die Temperatur der Pfote nicht sofort steigt, sondern erst nach einiger Zeit. Späterhin nimmt aber allmählig der Grad der tonischen Thätigkeit der peripherischen Centra zu, wofür es nahe liegt die Ursache in dem vermehrten Blutzufusse zu suchen, und damit tritt wieder eine allmähliche Verengung der Gefäße ein, — Anschauungen, wie sie in ähnlicher, wenn auch nicht ganz gleicher Weise Goltz gegenüber von seinen Schülern Putzeys und Tarchanoff geltend gemacht worden sind, obschon die letzteren allerdings mit Unrecht die Existenz der Hemmungsnerven läugnen und die auf diese zu beziehenden Vorgänge auf eine bereits von Goltz als unhaltbar erwiesene Weise zu erklären suchen.

Der Hemmungsapparat der Hautgefäße ist demjenigen, welchen wir an den Speicheldrüsen seit lange kennen, ähnlicher, als der an dem Herzen angebrachte Hemmungsmechanismus. Heidenhain hat nachgewiesen ¹⁾, dass die letzteren beiden Hemmungsvorrichtungen trotz aller Analogieen doch in gewisser Beziehung sich unterscheiden. Denn während die Einwirkung des *nv. vagus* auf das Herz durch Injection von Atropin in das Blut aufgehoben werden kann, besteht die Hemmungswirkung der *chorda tympani* auf die Gefäße der Speicheldrüse fort, obschon ihr secretorischer Einfluss durch das Gift vernichtet wird. Die Hemmungsnerven der Hautgefäße sind in ähnlicher Weise widerstandsfähig gegen das Alcaloid. Ich habe grosse Dosen, bis zu 15 Mgrm., denen die Vagusfasern und die secretorischen Fasern der Chorda unfehlbar erliegen, injiciren können, ohne dass die erweiternde Wirkung der Ischiadicusreizung unter den für das Hervortreten derselben geeigneten Bedingungen aufhörte.

III. Das Verhalten der Gefäße bei Steigerung des arteriellen Druckes.

Die Annahme, dass mit den peripherischen Gefässen nervöse Endapparate von centraler Bedeutung und mit der Befähigung zu selbstständiger Einwirkung auf die Gefässwandungen ausgerüstet, in Verbindung stehen, ist bereits, namentlich von Goltz, lebhaft

1) Dieses Archiv Bd. VII. S. 309.

vertheidigt und durch interessante Beobachtungen unterstützt worden. Die nachfolgenden Erfahrungen werden dazu beitragen, jener Annahme einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu verleihen.

Ein Gefäss, dessen vasomotorische Nerven durchschnitten sind, galt früherhin als ein elastischer Schlauch, dessen Weite allein von dem jeweiligen, auf seiner Innenfläche lastenden Blutdrucke bestimmt werde. Der Contractionsfähigkeit wegen Lähmung seiner motorischen Nerven beraubt, schien ein solches Gefäss jedes Steigen des Druckes durch Erweiterung, jedes Sinken durch Verengung beantworten zu müssen.

Beobachtungen, welche ich in grosser Zahl angestellt habe, zeigen auf das Zweifelloseste, dass diese Vorstellung einer erheblichen Correctur bedarf.

Eine selbst sehr beträchtliche arterielle Drucksteigerung hat, wenn nicht besondere Nebenumstände mitwirken, die sich später ergeben werden, keinen merklich dehnenden Einfluss auf die kleineren Arterien und die Capillaren. Der Druck in der Aorta kann auf das Doppelte und mehr anwachsen, ohne dass die Temperatur an der Haut irgend welche wesentliche Erhöhung verriethe, was doch der Fall sein müsste, wenn die die Haut versorgenden Arterien und Capillaren sich der bedeutenden Drucksteigerung entsprechend ausweiteten.

Dieses unerwartete Ergebniss könnte man für Gefässe, welche noch durch ihre Nerven in Zusammenhang mit den Centralorganen stehen, durch einen von diesen letzteren ausgeübten Einfluss zu erklären die Neigung haben. Denkbar, dass bei Steigerung des Blutdruckes die vasomotorischen Centren in verstärkte Thätigkeit geriethen, diese vermittelt der vasomotorischen Nerven eine verstärkte Contraction der Musculatur der kleinen Arterien herbeiführte und dadurch der dehnende Einfluss der Drucksteigerung compensirt würde.

Allein diese Deutung hält nicht Stich. Denn Gefässe, deren Nerven durchschnitten sind, erfahren bei hochgradigen Steigerungen des arteriellen Druckes im Allgemeinen ebenso wenig eine Erweiterung, als normale Gefässe.

Ganz identisch ist freilich das Verhalten entnervter Gefässe nicht mit dem Verhalten normaler. Jene sind nämlich nicht so ausdauernd im Stande, der Drucksteigerung Widerstand zu leisten wie diese. Ihre Widerstandsfähigkeit wird durch ermüdende Ein-

flüsse leichter erschöpft. Zu solchen Einflüssen aber zählt Mischhandlung der Gefässnerven bei ihrer Durchschneidung — es ist deshalb rathsam, obschon nicht durchaus nothwendig, die Trennung der vasomotorischen Nerven einige Tage vor dem Druckversuche vorzunehmen, — ferner lange anhaltende Athmungssuspensionen, welche der Drucksteigerung vorausgingen, endlich selbst eine sehr häufige Wiederholung oder eine sehr lange Dauer der Drucksteigerung.

Abgesehen von diesen besonderen Umständen, verhalten sich gelähmte Gefäße ebenso resistent gegen Belastung ihrer Wandung durch hohen Druck, wie normale.

Ich werde jetzt diese Angaben durch Versuchsbeispiele zu erweisen haben. Vor Anführung derselben ist zu bemerken, dass alles Obige nur von solchen Drucksteigerungen gilt, bei welchen andre Einflüsse auf die Gefäße, als die blosse Drucksteigerung, ausgeschlossen sind. Wenn ich z. B. den Druck durch Reizung eines Empfindungsnerven in die Höhe treibe, so wirkt auf die mit ihren Centren noch in Verbindung stehenden Gefäße neben der höheren Belastung ihrer Innenfläche als zweites Moment eine reflectorische Erregung der sie versorgenden Nerven ein; unter diesen Verhältnissen gestalten sich die Erscheinungen an den Gefässen ganz anders, wie später ausführlich zu erörtern sein wird. Von solchen, durch Mitwirkung der vasomotorischen Centren hervorgerufenen Nebenwirkungen ist diejenige Drucksteigerung frei, welche durch Reizung des peripherischen Endes des *nv. splanchnicus* herbeigeführt wird. Ich habe mich deshalb vorzugsweise der letzteren Methode bedient, um den Einfluss der Drucksteigerung an sich zu ermitteln.

In den folgenden Versuchsprotocollen ist ausser der Reizung des *splanchnici* mit ihren Folgen auch häufig sensible Reizung mit verzeichnet. Ich bitte den Leser, vorläufig von der letzteren abzusehen und seine Aufmerksamkeit zunächst der ersteren zuzuwenden.

Versuch vom 9. Decbr. 1875. Hund curarisirt. Rechter *n. ischiadicus* durchschnitten. Linker *n. splanchnicus* in der Brusthöhle mit Electroden versehen, ebenso das centr. Ende d. *l. vagus*. Druckm. in d. Carotis.

Experimenteller Eingriff.	Druck.	v. cava.	Temperatur		
			vord. Pfote.	Hinterpfote. Rechts.	Links.
	66	38,10	33,90	36,20	34,80
	70	»	78	15	70
	»	»	61	10	55
	»	»	48	00	42
R. des nv. splanchn.	130	38,00	42	08	38
	140	00	22	35,80	28
	150	00	32,82	65	12
Schluss	Man. ge-	37,85	61	60	33,99
	ronnen.	70	73	75	34,21
Thier unruhig. Unterbrech.		70	70	80	12
d. Beob. Curara.		37,40	32,20	34,85	33,82
Nach 26 Min.	75	»	» 10	75	49
	»	»	10	» 70	20
R. des centr. Vagus-Endes	30	45	?	» 62	?
	70	40	60	» 60	60
	58	35	80	» 30	75
Schluss	50	42	52	34,20	62
	60	50	10	10	18
	56	»	31,90	33,92	00
	—	52	70	70	32,82
	—	»	52	60	52
R. des splanchnicus	125	»	40	68—50	38
	130	50	20	20	18
	130	—	00	05	00
Schluss	95	40	30,80	18	31,80
	65	»	68	10	70
	»	»	48	?	50
	63	50	30	00	32
	—	—	11	33,00?	20

In dem vorstehenden Versuche ist die Temperatur nicht bloss an der gelähmten Pfote, sondern auch an den gesunden Pfoten sehr hoch. Das letztere wird sehr oft beobachtet, wenn die Thiere bei den vorbereitenden Operationen sich sehr sträuben, hängt aber zum Theile auch von dem Einflusse des Curara ab, wovon später mehr. Die durch die Splanchnicus-Reizung herbeigeführte erhebliche Steigerung des arteriellen Druckes hat weder an den normalen, noch an

der gelähmten Pfote eine Temperatursteigerung zur Folge: die Temperatur ist vor der Reizung im langsamen Sinken begriffen und fährt während derselben langsam zu sinken fort. Der Verdacht, als sei die Temperatur der Pfoten bereits der Innentemperatur so nahe, dass eine Gefässerweiterung sich nicht mehr durch Temperatursteigerung verrathen könne, wird durch den Effect der Vagus-Reizung widerlegt: hier steigt an den gesunden Pfoten die Temperatur sofort in die Höhe, an der gelähmten nicht. Um zu zeigen, dass auch eine grosse Differenz zwischen Innen- und Aussentemperatur an den Erscheinungen Nichts ändert, eignet sich der folgende Versuch.

Versuch vom 15. Januar 1876. Kleiner Hund. Rechter Ischiadicus durchschnitten. Messung der Temperatur in dem untersten Theile der untern Hohlvene und an beiden Hinterpfoten.

Carotiden-Druck.	Temperatur.			
	normale	gelähmte	Hohl-vene.	
	Pfote.	Pfote.		
95	23,7	24,5	34,3	
75	49	3	4	
75	10	1	3	
70	00	23,95	3	
110	22,85	23,95	05	Reizung des linken Splanchnicus.
170	75	80	33,95	
180	60	60	80	
150	50	60	80	
150	40	52	80	
130	40	60	70	
85	30	?	?	Schluss. Manom. geronnen und nach einer Pause von 3 Min. neu eingesetzt.
55	00	23,20	33,60	
100	21,85	10	50	R. d. centr. Endes d. recht. Vagus.
90	22,90	22,90	32,80	
115	24,40	80	50	
75	60	70	33,10	
55	50	60	20	Schluss.
40	30	50	20	
35	00	40	20	
35	23,65	30	20	
35	40	20	20	

Carotiden-Druck.	Temperatur			
	normale Pfote.	gelähmte Pfote.	Hohlvene.	
120	23,15	22,30	06	R. des Splanchnicus.
115	10	15	20	
100	30	00	20	
95	30	21,98	20	
95	10	90	10	
95	10	80	10	
85	15	70	00	
75	21	65	32,90	Schluss.
65	20	60	99	
45	05	50	90	
116	23,0	55	40	R. des Vagus.
120	85	36	31,80	
65	24,00	15	32,55	
45	23,95	00	60	Schluss.
35	70	00	60	
95	45	18	60	Athmungssuspension bis zum Tode.
150	50	45	31,90	
150	24,60	60	30	
120	25,10	50	70	

Die durch die Splanchnicus-Reizung herbeigeführte Drucksteigerung hat also auch in diesem Versuche, obschon dieselbe sehr erheblich ausfällt, keine merkliche Steigerung der Hauttemperatur zur Folge. Ich verzichte zunächst auf die Anführung noch weiterer Versuchsbeispiele, da in dem Folgenden noch reichlich hierher gehörige Fälle vorkommen werden.

Und welches sind nun die nächsten, aus den obigen That-sachen sich ergebenden Schlüsse? Soweit ich sehe die folgenden.

Wenn die Circulation in einem Körperteile sich in constantem Zustande befindet, der Art, dass der arterielle Druck auf constanter Höhe verharret, findet Gleichgewicht statt zwischen der Spannung der Gefässwände einerseits und dem auf der Innenfläche derselben lastenden Drucke andererseits. Eine Drucksteigerung wird dieses Gleichgewicht zunächst stören. Unveränderte Dehnbarkeit der Gefässwandung vorausgesetzt, würden die Gefässe sich so weit dehnen müssen, bis die Spannung ihrer Wandungen in einem Grade

gestiegen ist, um sich mit dem neuen Drucke wiederum ins Gleichgewicht zu setzen. Wenn nun aber thatsächlich nach Ausweis der Temperaturmessungen eine merkliche Erweiterung nicht stattfindet, so muss die Spannungszunahme der Gefässwand, welche sie befähigt, der dehnenden Einwirkung des höheren Druckes Widerstand zu leisten, durch eine Aenderung und zwar Vergrösserung ihres Elasticitätscoefficienten (oder, was dasselbe ist, eine Verringerung ihrer Dehnbarkeit) herbeigeführt werden. Wir werden also zu dem Schlusse gedrängt, dass die Blutgefässwandungen das Vermögen besitzen, gegenüber plötzlicher Steigerung des Blutdruckes durch eine active Reaction ihre Spannung zu vergrössern, und zwar in einem der Drucksteigerung nahezu vollständig entsprechenden Verhältnisse.

Diese active Thätigkeit der Gefässwandung muss aber unabhängig sein von den von Aussen an die Gefäße herantretenden Nerven. Denn die Temperatur steigt an gelähmten Pfoten ebenso wenig, wie an normalen.

Die nächste Ursache jener Spannungssteigerung kann füglich in nichts Anderem als in einer gesteigerten Contraction der Gefässmuskeln beruhen. Dass hierbei aber der Druck unmittelbar auf die Muskeln einwirke, ist sehr wenig wahrscheinlich, viel naturgemässer die Annahme, dass die Vermittlung jene peripherischen Centra übernehmen, deren wir zur Deutung der Wirkung der Hemmungsnerven doch kaum entrathen können.

Die active Contraction der Gefässmuskeln kommt nicht selten in schlagender Weise zur Beobachtung. Man sieht nämlich bei plötzlich eingeleiteter Drucksteigerung anfangs kurze Zeit lang — $\frac{1}{2}$ —1 Minute — die Temperatur um freilich nur unbedeutende Werthe (0,05—0,15° C.) in die Höhe, unmittelbar danach aber schnell wieder heruntergehen. Die Gefäße beginnen also sich zu dehnen; sehr bald aber wird die Ausdehnung durch Verengerung unterbrochen.

Es ist schon oben bemerkt worden, dass die Widerstandsfähigkeit der Gefäße, deren Nerven durchschnitten sind, verringert werde durch erschöpfende Einflüsse, welche auf den motorischen Apparat der Gefässwandungen eingewirkt haben. In erster Linie sind hier voraufgehende Reizungen der vasomotorischen Nerven zu nennen. Ist eine längere Erregung derselben ausgeführt worden, so werden nach Schluss derselben die Gefässwandungen sehr viel dehn-

barer, als sie es vorher waren. Diese Zunahme der Dehnbarkeit äussert sich schon bei unverändertem Blutdrucke darin, dass nach beendigter Reizung des Ischiadicus, in Folge deren die Temperatur der Pfote gesunken ist, ein Ansteigen derselben sehr oft nicht bloss bis zu der ursprünglichen vor der Reizung bestandenen Höhe, sondern weit über diese hinaus stattfindet: die Gefässe werden also weiter, als sie es vor der Reizung waren. Ebenso wird natürlich die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Drucksteigerung herabgesetzt, um so mehr, je schneller diese auf die Reizung folgt.

Folgender Versuch ist geeignet, dies Verhalten ermüdeter Gefässe zu illustriren.

Versuch vom 9. Decbr. Hund curarisirt. Rechter Ischiadicus durchschnitten. Linker Splanchnicus in der Brusthöhle mit Electroden versehen, ebenso das centrale Ende eines Vagus.

Druck in der Carotis.	Temperatur				Exp. Bedingungen.
	v. cava.	vord. Pfote.	Hinterpfote gelähmte	normale	
66	38,10	33,90	36,20	34,80	
70	"	78	15	70	
—	"	61	10	55	
—	"	48	"	42	
130	"	42	08	38	R. des Splanchnicus. (I)
140	00	22	35,80	28	
150	"	32,82	65	12	
geronnen	37,85	61	60	33,99	Schluss.
	70	73	75	34,21	
	"	70	80	28	
		48	36,02	12	
		22	00	33,95	
		40	10	? 1)	
75	37,45	34,52	35,68	35,21	10 Min. später nach Reinigung des Manometers.
75	50	32	60	01	
65	50	12	50	34,90	
65	50	33,90	40	75	
130	60	70	38	50	R. des splanchnicus. (II)
160	50	50	00	?	
"	"	40	34,98	?	
150	"	20	35,10	?	
120	40	10	20	29	
108	30	00	22	30	Schluss.
95	30	32,90	10	28	
95	35	61	34,96	02	
75	35	20	85	33,82	

1) Nach Schluss der Splanchnicus-Reizung geht überall die Temperatur ein wenig in die Höhe, eine sehr gewöhnliche Erscheinung.

Druck.	Temperatur				Exp. Bedingungen.
	v. cava inf.	Vorder- pfote.	Hinterpfote gelähmte	normale	
75 75	37,40 40	32,10 10	34,75 70	33,49 20	
30 ? 58	45 40 35	10 60 80	52 60 30	? 60 75	R. des centr. Vagus-Endes. (III)
50 60 56 56 56	42 50 50 52 52	52 10 31,90 70 52	20 10 33,92 70 60	62 18 00 32,82 52	Schluss.
125 130 130	52 50 50	40 20 00	68—50 20 05	38 18 00	R. des Splanchnicus. (IV)
95 65 65 63 geronnen	40 40 40 50 50	30,80 68 48 30 11	18 10 ? ? 00	31,80 70 50 32 20	Pause 4 Min. zur Reinigung des Manom. Darauf 8 Min. lang tetanische Reizung des linken Ischiadicus so- dann folg. Ablesungen.
30 27	27,60 50	27,11 32	30,20 10	28,20 00	
105 100 " 95	30	30 12 00 26,80	31,10 32,11 60 33,60	27,75 60 45 15	R. des Splanchnicus. (V)
52 36 "		? 60 40 20 00	80 60 50 20 00	? 00 26,80 50 30	Schluss.
30	37,30		29,75 60 55		7 Min. später wird der linke Ischiadicus noch- mals 6 Min. hindurch ge- reizt. Nach Schluss der R. folgende Abl.

Druck.	Temperatur				Exp. Bedingungen.
	v. cava inf.	Vorder- pfote.	Hinterpfote. gelähmte	gesunde	
			35		
			20		
			02		
			28,80		
			60		
			40		
			30		
			25		
			10		
25		23,30	27,90	23,00	
65	37,10	20	28,20	22,80	R. des Splanchnicus. (VI)
55		20	18	70	
75		10	20	60	
85		00	30	50	
65		22,80	40	40	
58		70	45	30	

Der vorliegende Versuch zeigt erstens in Uebereinstimmung mit den früheren Beispielen, dass die durch Splanchnicus-Reizung hervorgerufene Drucksteigerung nirgends einen wesentlichen Einfluss auf die Hauttemperatur hat, weder an den normalen Pfoten, noch an der gelähmten, so lange die Gefässe der letzteren nicht ermüdet sind (Reizung I, II, IV); die während der Reizung etwa auftretenden Temperatursteigerungen bewegen sich innerhalb äusserst kleiner Werthe. Nachdem aber der nv. ischiadicus der gelähmten Pfote gereizt worden ist, hat die Drucksteigerung bei der Splanchnicus-Reizung einen entschiedenen Einfluss auf die Temperatur, einen sehr grossen bei Reizung V, die auf die Ischiadicus-Reizung schon nach 2 Minuten folgt, einen geringeren bei Reizung VI, die erst 13 Minuten nach der Ischiadicus-Reizung eingeleitet wurde.

Aehnliche Erscheinungen, wie nach vorausgegangener electricischer Reizung der Ischiadici, treten nun auch ein, wenn die Vasomotoren irgendwie misshandelt worden sind, wodurch die Erregbarkeit der peripherischen Centra herabgesetzt wird. Schon eine rohe Präparation und Durchschneidung des Ischiadicus reicht mitunter hin, eine solche vorübergehende Erlahmung herbeizuführen, welche die Widerstandsfähigkeit der Gefässe gegen Drucksteigerung herabsetzt. Deshalb ist es räthlich, obschon nicht unbedingt nöthig, die Durchschneidung des Ischiadicus dem Druckversuche nicht unmittelbar vorausgehen zu lassen, sondern 2—3 Tage vorher vor-

zunehmen. Wir haben es gesehen, dass wenn der Ischiadicus einer Seite einige Tage früher, der der andern kurz vor dem Druckversuche durchschnitten wurde, auf jener Seite die Drucksteigerung keine Gefäßdehnung herbeiführte, wohl aber auf dieser. Hat man die Freilegung und Durchschneidung des Nerven sehr schonend ausgeführt, so kann man die Erschöpfung der Gefäßwandungen vermeiden.

Endlich kann jene Herabsetzung der Leistungsfähigkeit auch eintreten, wenn man die Drucksteigerung sehr oft wiederholt, oder sehr lange hinter einander einwirken lässt. Zur Orientirung diene der folgende Versuch:

Versuch vom 12. Januar 1876. Rechter Ischiadicus am 8. Januar durchschnitten. Hund curarisirt. Der linke Splanchnicus und die centralen Enden beider Vagi mit Electroden versehen.

Carotiden-Druck.	Temperatur der			Exp. Bedingungen.
	v. cava.	normalen Pfote.	gelähmt. Pfote.	
115	37,90	30,7	33,30	
145	»	38	30	
125	»	15	32	
130	»	29,80	34	
130	80	52	30	
145	70	40	26	R. des Splanchnicus. (I)
180	»	25	00	
160	»	05	32,90	
160	»	28,80	33,05	
130	75	59	10	Schluss.
135	75	40	10	
130	75	20	10	
160	70	00	11	R. des Splanchnicus. (II)
160	65	27,92	00	
150	60	80	06	
135	60	65	20	
135	60	40	37	
130	60	30	30	
130	60	31	16	Schluss.
125	»	28	10	
125	»	15	10	
110	»	05	10	
110	»	26,89	05	
115	55	80	32,95	
115	?	52	90	
?	?	?	?	

Carotiden Druck.	Temperatur der			
	v. cava.	normalen Pfote.	gelähmt. Pfote.	
95	37,60	26,30	32,90	
95	60	15	90	
125	50	90	76	R. des linken Vagus. (III)
65	40	28,80	66	
25	30	60	40	
60	40	05	16	Schluss.
75	50	27,80	26	
80	50	70	10	
125	40	59	31,90	R. des Splanchnicus. (IV)
125	45	50	70	
105	45	45	55	
100	40	40	54	
105	40	32	50	
90	40	28	50	Schluss.
80	42	22	40	
85	40	21	30	
75	40	40	30	R. des rechten Vagus. (VI)
20	30	28,00	02	
45	40	27,70	30,70	Schluss.
70	»	50	90	
80	»	40	80	
55	»	25	60	
45	»	20	40	
95	?	15	50	R. des linken Vagus. (V)
150	37,10	61	31,20	
140	36,10	30,00	35	
130	63	31,50	30	
125	80	32,20	20	
125	80	30	35	
125	85	38	56	
125	90	42	70	
80	95	20	70	Schluss.
85	37,00	02	60	
90	00	31,82	50	
85	00	70	30	
90	00	42	20	
150	36,75	31,90	31,26	R. des rechten Vagus. (VII)
130	62	32,95	40	
125	66	33,35	50	
110	70	42	60	
110	70	40	65	

Carotiden Druck.	Temperatur der			
	v. cava.	normalen Pfote.	gelähmt. Pfote.	
ges.	80	20	60	Schluss.
	80	32,89	60	
100	?	31,90	?	
100	86	75	31,20	
85	90	60	10	
115	70	41	10	R. des Splanchnicus. (VIII)
125	80	22	30,80	
110	»	05	70	
115	»	30,90	70	
115	»	70	80	
115	»	52	86	
105	75	?	92	
105	80	20	93	Schluss.
105	80	05	94	
100	75	29,90	31,00	
100	75	72	10	
95	73	60	10	
95	70	42	20	
100	70	30	20	

Dieser Versuch spricht sehr deutlich. Die Gefäße der gelähmten Pfote weiten sich bei den ersten Drucksteigerungen, die freilich nicht sehr erheblich sind (I u. II), während der ersten Minuten gar nicht aus. Erst von der vierten Minute ab beginnt eine Dehnung. Nachdem aber theils durch Reizung der Vagi, theils durch Reizung des Splanchnicus wiederholte und lange Drucksteigerungen herbeigeführt sind, wird schliesslich die Widerstandsfähigkeit der Gefäße der gelähmten Pfote so herabgesetzt, dass bei der Reizung sofort vom Beginn derselben an Temperaturerhöhung an der Pfote eintritt und bei der VIII. Reizung trotz der geringen Drucksteigerung die Temperatursteigerung noch nach Schluss der Reizung längere Zeit anhält.

Aus der Gesamtheit der obigen Beobachtungen ergibt sich also: 1) dass die Blutgefäße selbst nach Trennung ihrer Nerven bei plötzlicher Drucksteigerung der dehnenden Wirkung der letzteren längere Zeit activen Widerstand leisten; 2) dass diese Widerstandsfähigkeit durch ermüdende Einflüsse herabgesetzt wird; 3) dass Gefäße, die noch in Zusammenhang mit den Centralorganen stehen, zur Entwicklung jenes Widerstandes in höherem Maasse befähigt sind, weil sie weniger leicht ermüden.

Danach scheint es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die peripherischen Endvorrichtungen der Gefässnerven an sich einen

regulatorischen Einfluss auf den Blutstrom ausüben, in so weit als sie bei plötzlichen Drucksteigerungen die Gefässmuskeln zu erhöhter Thätigkeit veranlassen, dass sie aber auf die Dauer hierbei der Unterstützung der vasomotorischen Nerven nicht entbehren können, wenn sie nicht nach einiger Zeit bei der erhöhten Thätigkeit sich erschöpfen sollen.

In den Vorgang der Regulation des Blutstromes greifen nun aber in hervorragender Weise noch andere Elemente ein, die Hemmungsnerven der Gefässe nämlich, über welche der folgende Abschnitt ausführlicher zu berichten hat.

IV. Ueber einige Bedingungen, unter welchen die Hemmungsnerven der Hautgefässe in Thätigkeit versetzt werden.

1. Reflectorische Reizung. Dass bei Reizung des centralen Endes sensibler Nerven die Temperatur an der Haut steigt, hat bereits Heidenhain (dieses Archiv Bd. V) dargethan.

Owsjannikow zeigte, dass bei Reizung des centralen Endes des Ischiadicus bei Hunden die Hemmungsfasern der Chorda tympani für die Gefässe der Submaxillardrüse reflectorisch erregt werden. (*Mélanges biologiques etc.* P. VIII.)

Goltz ferner theilte Versuche mit, in welchen er bei Hunden, denen das Rückenmark in der Höhe des letzten Brustwirbels durchschnitten worden war, durch Reizung des centralen Endes eines ischiadicus Erwärmung an der anderseitigen Hinterphote beobachtete (*D. Arch.* Bd. IX. S. 189).

Dass Goltz hierin mit Recht die Folge einer reflectorischen Reizung gefässerweiternder Nerven sieht, ist nach meinen Beobachtungen unzweifelhaft.

Schon in den Versuchsprotocollen, welche im vorigen Abschnitte mitgetheilt sind, zeigt sich, dass die Reizung sensibler Nerven, welche den Blutdruck stark in die Höhe treibt, während dieselbe keinen merklichen Einfluss auf die Temperatur gelähmter Pfoten hat, an den normalen Pfoten eine schnelle und erhebliche Temperatursteigerung hervorruft. Bei der Wichtigkeit dieser Thatsache lasse ich noch einige weitere Versuchsprotocolle folgen.

Versuch vom 4. Dezember 1875. Bedingungen wie bei den früheren Versuchen. Linker ischiadicus durchschnitten.

Druck in der Carotis.	v. cava inferior.	Temperatur			Experimenteller Eingriff.
		Vorder- pfote links	Hinterpfote links	rechts	
140	36,80	27,10	36,00	26,75	
»	»	26,92	»	52	
»	»	82	»	40	
»	»	70	»	22	
195	36,10	31,40	35,80	30,50	R. des rechten central. Vagus Endes.
»	35,80	34,00	30	33,50	
165	36,30	32	25	34,10	Schluss.
155	»	25	30	12	
»	»	01	40	33,90	
»	»	33,70	»	45	
145	»	52	50	22	
»	»	25	»	32,90	
»	»	00	»	62	
»	»	32,82	»	32	
»	»	40	»	31,94	
»	»	10	»	62	
»	»	31,80	»	32	
142	»	52	»	00	
»	»	22	»	30,70	
250	36,20	02	35	40	R. des Splanchnicus.
260	15	30,85	30	30—40	
250	10	55	20	20	
230	00	35	20	29,90	
205	»	10	»	55	
180	»	29,85	»	22	
150	36,16	60	30	28,90	Schluss.
?	»	70	»	75	
164	36,16	28,42	35,30	27,62	Nach 5 Minuten.
»	»	22	30	43	
190	35,10	31,30	20	30,50	R. des centr. Vagus-Endes. Die Bluttemp. sinkt hier so schnell, dass sie die Temp. der linken Pfote erreicht.
»	34,70	33,20	34,70	32,80	
»	95	34,10	60	33,90	
139	35,60	33,92	65	75	Schluss.
»	35,70	70	70	50	
»	70	42	80	20	

Versuch vom 12. Dezember 1875. Der linke ischiadicus am 10. Dezember durchschnitten. Hund curarisirt. Der linke splanchnicus und das centrale Ende eines Vagus mit Electroden versehen.

Experimenteller Eingriff.	Carotis Druck.	Temperatur der		
		Vorder- Pfote	Hinterpfote rechts	links (ge- lähmt)
	132	28,80	29,20	31,90
	120	70	00	80
	114	35	28,70	65
	118	15	45	40
	118	27,85	20	20
R. der Splanchnicus.	195	70	00	05
	185	55	27,80	30,60
	160	30	55	22
Schluss.	110	10	28	29,90
	105	26,80	02	61
R. des Vagus.	160	28,50	28,60	60
	130	30,80	30,30	50
Schluss.	125	31,70	31,30	55
	122	40	00	72
	112	10	30,70	81
	110	30,80	30	80
	106	60	10	70
	106	25	29,80	62
Athmungssuspension (s. später).	?	?	?	?
	120	32,30	31,90	29,30
Schluss.	geronnen	31,60	32,20	40
		15	00	20
		30,80	31,80	28,95

Nach einer Reihe von Zwischenversuchen an dem linken Ischiadicus werden die Beobachtungen an der rechten (normalen) und der linken (gelähmten) Pfote fortgesetzt und ergaben folgende Resultate:

	Druck.	Temperatur der	
		normalen	gelähmten
		Pfote.	
	95	25,98	32,79
	98	85	65

	Druck.	Temperatur der normalen gelähmten Pfote.	
R. des Vagus 1 Mm.	?	27,70	50
	96	? 40	18 31,91
R. des Vagus.	115 ?	28,80 ?	71 45
Schluss.	? 93	? 28,10 27,85 75 60	? 30,80 60 50 31
R. des Vagus.	130 125 ?	40 28,40 29,00	18 — 29,95
Schluss.	86 60	28,90 60	80 58

Versuch vom 8. November 1875. Durchschneidung des linken Ischiadicus am 5. November. Am 8. wurde dieser sowie das centrale Ende eines Vagus mit Electroden versehen, nachdem der Hund curarisirt worden, und dann die folgende Beobachtung angestellt.

Versuchsbedingungen	Druck in der Ca- rotis	Temperatur		
		der Aorta	der gesunden	der krank. Pfote
	90	38,30	24,00	25,50
	90	»	10	35
	88	»	00	20
	»	»	00	10
R. des centralen Va- gus-Endes	45	»	25,40	24,90
	120	37,10	30,30	95
	135	»	31,90	75
Schluss	120	30	32,60	65
	120	40	10	55
	115	45	31,80	40
	114	58	40	30
	110	60	20	15
	93	»	30,90	00

Versuchsbedingungen	Druck in der Carotis.	T e m p e r a t u r		
		der Aorta	der gesunden	der krank. Pfote
	93	65	60	23,95
	93	65	40	80
	87	65	05	70
	87	65	29,70	70
	87	70	50	60
	87	70	35	50
	87	70	00	45
Susp. der Athmung	172	55	30,80	50
	190	36,05	32,40	40
Aufn.	70	37,05	33,30	45
	70	20	00	20
	95	30	32,60	15

Unmittelbar nach der letzten Ablesung wurde, um die Erweiterungsfähigkeit der linksseitigen Gefässe zu zeigen, der linke Ischiadicus tetanisirt, und indem der Schlitten allmählig von 130 auf 30 herangeschoben wurde, folgende Temperaturen an der linken Pfote gelesen:

Während der Reizung: 23,20—20—05—00—22,99—98—23,05—45—24,15—25,10—26,50—27,40—28,30—90.

Nach der Reizung: 28,75—90—80—60—35—05 u. s. f.

Die Durchsicht der obigen Versuche lehrt, dass bei Reizung sensibler Nerven nur an solchen Hauttheilen Erweiterung der Gefässe, die sich in der Temperatursteigerung kund giebt, zu Stande kommt, welche noch durch ihre Nerven mit den Centren in Zusammenhang stehen. Die Gefässerweiterung ist also nicht passive Folge der Drucksteigerung, sondern ein activer, an die Integrität der Gefässnerven geknüpfter Vorgang. Sie beruht nicht auf reflectorischer Lähmung der vasomotorischen Nerven, denn sonst dürfte die Temperatur an der normalen Pfote bei der sensibeln Reizung nie die Temperatur der Pfote, deren Nerven durchschnitten sind, übertreffen, was doch oft genug der Fall ist. Sie beruht vielmehr auf reflectorischer Erregung hemmender Nerven.

Diejenige Gefässweite, welche sich nach Durchschneidung der Gefässnerven unter dem herrschenden Drucke herstellt, bezeichnet also nicht den grösstmöglichen Erweiterungszustand der Gefässe. Dieser kommt vielmehr erst unter Vermittlung der hemmenden Gefässnerven dadurch zu Stande, dass die noch in gewissem Grade thätigen Gefässmuskeln durch die Hemmungsnerven in ihrer Thätigkeit herabgestimmt werden.

Wie bedeutungsvoll hierbei der Einfluss der Hemmungsnerven wird, geht aus solchen Fällen am klarsten hervor, wo Reizung des centralen Vagus-Endes den Blutdruck herabgesetzt. Selbst dann kann noch Temperatursteigerung an den normalen Pfoten stattfinden (vgl. Versuch vom 9. Dezember 1875 und vom 12. Januar 1876). Der geringere Druck dehnt also die Gefäße, sobald ihre Hemmungsnerven reflectorisch erregt werden, stärker aus, als der höhere Druck es während der Unthätigkeit der Hemmungsnerven vermag.

Die Hemmungsnerven der Hautgefäße können, ausser auf reflectorischem Wege, noch durch andere Einflüsse in Thätigkeit versetzt werden, zu deren Besprechung ich jetzt übergehe.

2. Reizung durch Athmungssuspension. Dass dieselbe die Hauttemperatur erhöht, ist schon aus den Versuchen von Heidenhain (d. Arch. Bd. V) hinreichend bekannt. Dass von dieser Steigerung solche Hauttheile, deren Gefässnerven durchschnitten sind, ausgeschlossen sind, lehren die schon oben mitgetheilten Versuche, in denen Athmungssuspensionen wiederholt vorkommen. Aber auch hier gilt das bereits oben über die Einwirkung der Drucksteigerung auf die Gefässwandungen im Allgemeinen Gesagte. Auf Gefäße nämlich, deren peripherische Centra durch Misshandlung oder durch electriche Reizung der vasomotorischen Nerven erschöpft sind, wirkt die durch Athmungssuspension gesetzte Drucksteigerung erweiternd ein, auf Gefäße mit leistungsfähigem motorischem Apparat dagegen nicht. Sehr belehrend sind in dieser Beziehung Versuche wie folgende:

Versuch vom 12. November 1875. Der linke n. ischiadicus am 9. November durchschnitten, der rechte erst vor Beginn des Versuchs. An dem letzteren waren mehrfache Reizversuche angestellt worden.

Experimenteller Eingriff.	Druck	Temperatur		
		v. cava inf.	rechte Hinterpfote	linke Hinterpfote
	50		35,05 ¹⁾	23,35
R. des rechten Ischiadicus.		38,20	34,80 70 70 68 65 25 33,90	29 12 00

1) Constant 7 Mm. hindurch.

Experimenteller Eingriff.	Druck.	Temperatur		
		v. cava inf.	rechte Hinterpfote	linke Hinterpfote
Schluss.	64		33,70	22,98
			70	90
			80	80
			34,00	72
			10	65
			20	60
			40	52
			42	42
Athmungssuspension.	190	37,50	35,50	50
	190	28	36,50 ¹⁾	62
Schluss.	62	75	30	50
	78		00	38
	98		35,85	
	76		33,70	21,10
Nach 34 Min.			62	
			50	
			40	
			30	
Suspension.	160	40	34,00	10
	216	36,80	35,20 ²⁾	20
Schluss.	75	37,00	10	20
	75	20	34,70	15
	82	35	55	10
Nach 22 Min.	105	37,00	29,95	20,70
	110	00	80	„
	„	36,95	55	„
	„	„	30	„
Suspension.	160	90	10	20,70
	170	70	20	„
	140	60	40 ³⁾	„
	90	50	05	„
		55	28,90	65
		62	75	„
		70	65	„

1) Die Temperatur der rechten Pfote steigt nach Schluss der Reizung sehr langsam, bei der Erstickung schnell in 2 Min. um 2,08, linkes in derselben Zeit nur 0,20. Dort sind die Gefäße durch die Reizung erschöpft, hier leistungsfähig.

2) Also Rechts + 1,9, Links + 0,1.

3) Jetzt haben sich also die erschöpften Gefäße erholt.

In dem obigen Versuche also hat die durch Athmungssuspension hervorbrachte Drucksteigerung auf die Temperatur der linken Pfote, deren Nerv vor drei Tagen durchschnitten worden, nur einen verschwindenden oder gar keinen, auf die Temperatur der rechten Pfote, deren Nerv frisch durchschnitten und wiederholt gereizt worden war, einen sehr grossen Einfluss, bis nach längerer Erholung die Leistungsfähigkeit des motorischen Gefässapparates sich restituirt hat.

3. Reizung der Hemmungsnerven durch Nicotin. Wenn man einem Hunde mit einseitig durchschnittenem *nv. ischiadicus* eine mässige Dosis Nicotin in die *vena jugularis* injicirt (von einer Lösung, die 2 Tropfen auf 100 Ccm. Wasser enthält, etwa 1—2 Ccm.), so sieht man während der Periode der beträchtlichen Drucksteigerung, welche diese Injection durch Verengerung der Eingeweidegefässe bedingt, die Temperatur an den normalen Pfoten schnell ansteigen, während sich an der gelähmten Pfote eine Wirkung auf die Temperatur nicht erkennen lässt. Es handelt sich hier also offenbar um eine Reizung der Hemmungsnerven der Hautgefässe. Bei sehr grossen Nicotindosen werden die Erscheinungen verwickelter; sie scheinen die peripherischen Gefässe selbst zu lähmen, sodass nach Injection grosser Dosen Temperatursteigerung auch an solchen Hautbezirken eintritt, deren Gefässnerven durchschnitten sind.

Ich führe bezüglich des Nicotins keine besondere Versuchsprotocole an, um die Zahlentabellen nicht zu sehr zu häufen. Doch wird im folgenden Abschnitte Gelegenheit sein, die Nicotinwirkung zu controlliren. —

Aehnlich dem Nicotin wirkt ohne Zweifel das Curara in mittlerer Dosis. Jeder Experimentator kennt die Hautcongestion, welche so oft bei der Curarisirung der Versuchsthiere eintritt; sie treibt die Temperatur der Pfoten nicht selten bis nahe an die Innentemperatur. Nach einiger Zeit geht dieser Reizzustand der Hemmungsnerven vorüber, eine Periode, welche man bei Versuchen über andersartige Erregungsweisen derselben abwarten muss, bevor man die diese Erregungen herbeiführenden Einwirkungen geschehen lässt.

5. Reizung der Hemmungsnerven der Hautgefässe durch psychische Erregung. In einer bedeutungsvollen, aber sonderbarer Weise allgemeinerer Beachtung fast entgangenen Versuchsreihe theilt Schiff¹⁾ mit, dass bei Thieren, denen die Gefäss-

1) Berner Schriften 1856. S. 69. Wieder abgedruckt in: Untersuchungen über die Zuckerbildung in der Leber. Würzburg 1859. S. 153.

nerven eines Ohres durchschnitten worden sind, das gelähmte Ohr zwar im Allgemeinen eine höhere Temperatur zeige, als das normale, dass aber sobald die Thiere sich erhitzen, z. B. durch Laufen, das gesunde Ohr um einige Grade wärmer werde als das andersseitige. Ganz entsprechendes beobachtete er an Hunden mit einseitig durchschnittenem *nv. ischiadicus*.

Es ist leicht, sich von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen. Bei einem Kaninchen, dem ich eine Reihe von Wochen vorher den *Halssympathicus* und den *nv. auricularis magnus* auf einer Seite durchschnitten, war für gewöhnlich das Ohr dieser Seite das röthere. Wenn ich das Thier auf dem Tische zwischen meinen Händen hin und her schob, wurde das normale Ohr regelmässig zuerst auf einige Sekunden ganz blass, indem die mittlere Arterie sich ad Maximum contrahirte. Unmittelbar darauf aber erweiterten sich die gesammten Gefässe des Ohres so colossal, dass eine Injection bei weitem die des andersseitigen gelähmten übertraf. Die Bewegungen, welche ich mit dem Thiere vornahm, waren der Art, dass sie unmöglich einen schmerzhaften Eindruck gemacht haben. Es handelte sich hier vielmehr um ein Erschrecken des scheuen Thieres, das Anfangs vorwiegend erregend auf die vasomotorischen, unmittelbar darauf auf die Hemmungsnerven einwirkte. Das Erröthen des Menschen bei plötzlichem Eintritte gewisser psychischer Affecte hat ohne Zweifel denselben Grund: eine Erregung nämlich der Hemmungsnerven der Hautgefässe.

V. Erregung der vasomotorischen Nerven der Hautgefässe.

So mannigfach die Mittel, eine Erregung der Hemmungsnerven der Hautgefässe hervorzubringen, so schwierig ist es, den gleichen Erfolg für die verengernden Nerven zu erzielen.

Bei meinen hierauf allerdings nur gelegentlich gerichteten und nicht abgeschlossenen Versuchen habe ich nur gefunden, dass 1) directe Tetanisirung des Rückenmarkes oder des verlängerten Markes mittelst der Ströme des Magnetelectromotors nicht Erweiterung, sondern geringgradige Verengerung der Hautgefässe hervorruft, die sich in einem mässigen Temperaturabfall äussert, wie ihn auch schon Heidenhain (d. Arch. Bd. V.) bei directer Reizung der *med. oblongata* beobachtete; 2) dass nach Strychnininjection sowohl sensible Reizung als Athmungssuspension einen ähnlichen, also dem gewöhnlichen entgegengesetzten Erfolg haben.

1) Natürlich abgesehen von directer electrischer Reizung derselben.

Es ist wohl unzweifelhaft, dass es physiologische Angriffspunkte geben wird, durch deren Auffindung und Benutzung ein ähnliches Erblassen der Haut hervorgerufen werden kann, wie wir es im täglichen Leben an uns selbst bei den verschiedensten Gelegenheiten beobachten. Der Gang meiner Versuche führte mich aber für jetzt nicht zu eingehenderen Ermittlungen dieser Frage, die in der Zukunft ohne Zweifel ihre Lösung finden wird.

VI. Ueber die Wege der Gefässnerven von den Centralorganen zu dem *nv. ischiadicus*.

Es ist bekannt, dass der Ursprung der in dem *nv. ischiadicus* enthaltenen Gefässnerven aus dem Rückenmarke noch der Discussion unterliegt.

Nach der einen Ansicht, die ihren Vertreter in Cl. Bernard hat¹⁾, vermeiden die Gefässnerven diejenigen Bahnen, auf welchen der Hüftnerv seine Fasern für Empfindung und willkürliche Bewegung bezieht (die Sacralwurzeln), und treten vielmehr durch höhere Spinalwurzeln aus, um durch den Sympathicus zum *nv. ischiadicus* zu gelangen.

Nach der andern Ansicht sollen die Sacralwurzeln bei der Innervation der Gefäße der Pfote allein oder doch wenigstens wesentlich mitbetheiligt sein (Schiff).

Ich muss nach vielfachen Erfahrungen mich durchaus den Aufstellungen Cl. Bernards anschliessen; die Ergebnisse der folgenden Versuche nöthigen dazu.

1. Durchschneidung der Sacralwurzeln. Sie ist sehr leicht auszuführen, wenn man den Bogen des drittletzten Lendenwirbels nach vorgängiger Entfernung seines Dornfortsatzes trepanirt. Nach Eröffnung der *dura mater* trifft man auf die gesammte *cauda equina*, die emporgehoben und mit der Scheere getrennt werden kann. Die Temperatur der Pfoten steigt in manchen Fällen gar nicht, ja sie sinkt sogar oft nicht unbedeutend; in andern Fällen steigt sie ein wenig, aber niemals auch nur annähernd in dem Grade, wie nach Durchschneidung des *ischiadicus*. Es ist bekannt, dass Aehnliches von Cyon in Bezug auf die Vasomotoren der vordern Extremität beobachtet worden ist (Ber. der Leipziger Gesellschaft

1) Cl. Bernard, in Brown-Séquard, *journal de physiologie* 1862. S. 388.

1868.) Man könnte mit Bezug auf Fälle der letzten Art annehmen wollen, dass ein kleiner Theil der vasomotorischen Fasern der Pfote durch jene Wurzeln hindurchtrete. Allein meiner Ueberzeugung nach, deren Begründung aus den folgenden Beobachtungen hervorgehen wird, handelt es sich hier nur um reflectorische Reizung von Hemmungsfasern, welche auf andern Bahnen — durch den Sympathicus — zum *nv. ischiadicus* gelangen. Der Erfolg der Durchschneidung, wo wirklich positiv, ist doppelter Deutung fähig: die Temperaturerhöhung kann sowohl von Lähmung der Vasomotoren des Fusses, als von reflectorischer Erregung der Hemmungsnerven herrühren. Was in Wirklichkeit der Fall ist, darüber ist durch den blossen Durchschneidungsversuch keine sichere Auskunft zu erhalten. Andre Methoden aber führen zum Ziele.

2. Reizung der Sacralwurzeln, sei es tetanische, sei es rhythmische, hat mir nie einen merklichen Einfluss auf die Gefässe der Pfote gezeigt, trotzdem dass dieselbe mit allen möglichen Vorsichtsmaasregeln ausgeführt wurde. Diese Angabe steht in Widerspruch, aber nur in scheinbarem, mit dem zweifellos richtigen Funde Pflügers, dass beim Frosche Reizung der den *nerv. ischiadicus* zusammensetzenden Wurzeln die Gefässe der Schwimmhaut verengt. Der Hüftnerf des Frosches enthält nicht bloss diejenigen Fasern, welche dem Hüftnerfen der Säugethiere entsprechen, sondern gleichzeitig auch diejenigen, welche dem Cruralnerfen der letzteren correspondiren. Wir werden aber später sehen, dass die Lumbalwurzeln der Säugethiere in der That zahlreiche Gefässfasern für die Pfote bergen. — Wenn nun aber Reizung der Wurzeln des *plex. ischiadicus* beim Säugethiere durchaus keinen herabsetzenden Einfluss auf die Temperatur der Pfote hat, so folgt daraus, dass die bei Durchschneidung jener Wurzeln zuweilen auftretende geringe Temperatursteigerung nicht auf die Trennung von Gefässfasern bezogen werden darf, sondern andre Gründe haben muss.

3. Zu dem Schlusse, dass die Sacralwurzeln an der Innervation der Fussgefässe unbetheiligt sind, führt auch die Beachtung, dass unter alleiniger Vermittlung derselben weder durch sensible Reizung, noch durch Athmungssuspension, noch durch Nicotinjection auf die Temperatur der Pfote eingewirkt werden kann, — worüber später das Nähere.

4. Die Gefässnerven der Pfote werden dem *nv. ischiadicus* durch den Bauchstrang des Sympathicus zugeführt.

a) Durchschneidung des Bauchsympathicus führt erhebliche Temperatursteigerung an der Pfote herbei. Zu dem Grenzstränge gelangt man auf folgende Weise: In der linea alba wird unterhalb des Nabels ein Schnitt geführt, lang genug, um durch denselben bequem mit einer Hand eingehen und die sich vor-drängenden Eingeweide sämmtlich nach rechts und oben der Art zurückdrängen zu können, dass man den Aortenstamm vor sich hat. An der linken Seite desselben zerreist man das Peritoneum und das die Aorta an die Rückenwände anlöthende Bindegewebe. Indem man die Aorta mittelst eines stumpfen Doppelhakens möglichst weit nach rechts hinüberziehen lässt, trifft man bei vorsichtigem Abpräpariren des Bindegewebes bald auf den Sympathicus der linken Seite, den man unschwer nach abwärts bis unter die Theilungsstelle der Aorta verfolgen kann. Soll der Nerv gereizt werden, so durchschneidet man ihn an passender Stelle, präparirt ihn ein Stück nach abwärts frei und versieht ihn mit einer Electroden-Röhre von der oben beschriebenen Form. Die Bauchwunde wird vollständig geschlossen, so dass nur der verticale Schenkel der T förmigen Electroden-Röhre, welcher die zuleitenden Drähte enthält, aus derselben hervorragt. —

Nach der Durchschneidung des Sympathicus also an der tiefsten erreichbaren Stelle tritt anhaltende Steigerung der Temperatur in der gleichseitigen Hinterpfote ein. Bei einem Thiere, welches ich 20 Tage leben liess, sah ich dieselbe diese ganze Zeit hindurch unverändert fortbestehen. — Aufgefallen ist mir hier noch öfter als bei Durchschneidung des ischiadicus, dass die Temperatur nach erfolgter Trennung in der ersten $\frac{1}{2}$ —1 Stunde oft nur wenig steigt; ist der Nerv aber electricisch gereizt worden, so geht sie nach Schluss der Reizung sehr schnell herauf, weil die Reizung die peripherischen Centra ermüdet und in Folge dessen die Gefässwandungen dehnbarer werden. (S. hierüber das früher hier Mitgetheilte.)

b. Reizung des Bauchsympathicus mittelst tetanisirender Ströme hat in ganz derselben Weise, wie Reizung des ischiadicus, dauernde Herabsetzung der Temperatur zur Folge. —

Versuch vom 25. Oct. 1875. Hund curarisirt. Linker Sympathicus oberhalb der Theilungsstelle der Aorta präparirt und mit Electrodenröhre versehen. Die Temperatur der linken Pfote in stetigem Steigen begriffen.

Vor der Reizung: 30,30—60—90—31,20—45—70—85—32,01.

Während der Reizung (der Schlitten wird allmählig von 200 Mm. auf 60 Mm. genähert): 32,20—30—00—31,70—45—20—30,95—70—50—30—05—29,90.

Schluss der Reizung: 29,80—75—30,10—50—31,10—30—60—90—32,10—30—45—60—75—80—85—95—33,00.

Nochmalige Reizung: 33,00—32,80—65—55—50—35—15—?—31,95—80—70—55—45—30—20—10—00—30,85—70—65—55—50—40—30—20—20—19—15.

Nach der Reizung: 30,25—45—55—75—31,20—45—80—32,05—25—40—50—55—50—70 u. s. f.

Versuch vom 26. Nov. 1875. Bedingungen ähnlich wie oben; Reizung des linken Sympathicus.

Vor der Reizung: 33,35 bis 33,25.

Während der Reizung (Schlitten 130—20): 32,90—70—51—30—00—31,75—50—10—30,85—60—40—18—29,99—79—59—38—20—02—28,72—65—50—32—15—00—27,78—60—40—30—20—05—26,95—82—75—60—50—35.

Schluss der Reizung: 26,20—27,00—28,00—29,20—?—31,00 u. s. f.

c. Die gesammten, in dem nv. sympathicus enthaltenen Verengerungsfasern für die Gefässe der Hinterpfote gelangen zu der letzteren durch den nv. ischiadicus. — Es ist nöthig, diese Thatsache zu betonen, da oft genug vermuthet worden ist, dass die kleineren Gefässe auch durch Nervenfasern versorgt würden, welche sich den Verästelungen der grossen Gefässstämme anschliessen. Für den Theil der Haut, um welchen es sich in meinen Versuchen handelt, ist dies bestimmt nicht der Fall. Denn ich habe wiederholt, nachdem ich mich von der Wirksamkeit der Reizung des Sympathicus überzeugt, den nv. ischiadicus durchschnitten, worauf vom Sympathicus aus nicht mehr der mindeste Effect zu erzielen war.

d. Die Erweiterungsnerven für die Gefässe der Pfote verlaufen ebenfalls durch den nv. sympathicus. So leicht es ist, an dem Ischiadicus durch die Methode der rhythmischen Reizung die Anwesenheit von Erweiterungsfasern darzu-
thun, so schwer hält es, einen ähnlichen directen Beweis für den Sympathicus zu liefern. Unmöglich ist es nicht, wie z. B. der folgende Versuch lehrt:

Versuch vom 15. Nov. 1875. An einem curarisirten Hunde wird der linke Bauchsympathicus in der beschriebenen Weise mit Electroden versehen. Temperatur der Aorta 36,9; der rechten Pfote 25—26°, der linken Pfote

Vor der Reizung: 31,80—60—35—25—20—20—15.

Während der Reizung durch einzelne, in Pausen von je 5" aufeinander folgende Inductionsschläge: 31,25—50—60—70—82—95—32,05—10.

Nach der Reizung: 32,05—00—?—31,90—80—60 u. s. f.

Wir haben aber trotz einzelner derartiger positiver Versuche in der Mehrzahl der Fälle eine Erweiterung durch dieses Verfahren nicht herbeiführen können: die Reizung war entweder ganz wirkungslos oder sie führte, bei hinreichender Verstärkung der Ströme, Verengerung herbei. Der Grund, weshalb die rhythmische Reizung bei dem Ischiadicus, in welchem dieselben Gefässfasern enthalten sind, wie in dem Sympathicus, so leicht, bei dem letzteren so schwer zum Ziele führt, ist nicht zweifellos zu ermitteln gewesen. Wahrscheinlich liegt er in der anatomischen Anordnung der Fasern. Denn in dem Sympathicus liegen beiderlei Fasern, die vasomotorischen und die hemmenden, in einem dünnen Stämmchen vereint, in dem Ischiadicus sind sie mit einer viel grösseren Zahl anderweitiger Fasern (der empfindenden und willkürlich motorischen) zu einem dicken Stamme verbunden. Möglich, dass hier die hemmenden Fasern mehr peripherisch, die verengenden mehr central verlaufen; so dass schwache Ströme zwar schon jene, aber noch nicht diese in hinreichender Dichte treffen, um eine Erregung herbeizuführen, während in dem dünnen sympathischen Faden alle Fasern von Strömen gleicher Dichte durchsetzt werden.

Wie dem auch sei, wir besitzen eine Reihe anderer Hilfsmittel, um mit absoluter Sicherheit zu zeigen, dass auch die Erweiterungsfasern für die Pfotengefässe den Sympathicus durchsetzen.

Aus den bereits oben im IVten Abschnitte mitgetheilten Versuchen geht nämlich hervor, dass bei Reizung sensibler Nerven oder bei Athmungssuspension oder bei Nicotin-Injection nur an solchen Theilen der Haut Gefässerweiterung auftritt, welche durch Hemmungsnerven mit den grossen Nervencentris in Verbindung stehen. Wir haben ja gesehen, dass nach einseitiger Ischiadicus-Durchschneidung nur die normale, nicht die gelähmte Pfole bei jenen experimentellen Eingriffen sich erwärmte. Jene Reizmethoden für die Hemmungsnerven können nun benutzt werden, um die Wege derselben durch den Sympathicus zu verfolgen.

a. Erste Versuchsreihe. Nach Durchschneidung der gesammten cauda equina wirkt sensible Reizung oder Athmungssuspension in normaler Weise auf die Hinterpfote temperatursteigernd ein.

Versuch vom 7. Decbr. 1875. Bei einem curarisirten Hunde werden die gesammten Sacralwurzeln durchschnitten. Dass in der That der Zusammenhang des Ischiadicus mit dem untersten Rückenmarkstheile vollständig aufgehoben ist, beweist die Unmöglichkeit, durch Reizung des centralen Endes des linken Ischiadicus irgend welche Blutdrucksteigerung hervorzurufen. Nachdem dies festgestellt ist, werden folgende Temperaturbeobachtungen an der linken Vorderpfote und rechten Hinterpfote angestellt.

Exp. Eingriff.	Druck in der Carotis.	Temperatur der	
		Vorder- pfote.	Hinterpfote rechts.
	145	30,60	32,90
	„	35	50
R. des centralen Endes eines Vagus.	210	31,40	33,52
	155	32,90	34,68
	165	33,40	34,90
Schluss der Reizung.	145	30	72
	„	20	50
	„	00	20
	„	32,80	33,90
	„	65	61
	140	50	40
	„	30	15
	„	15	32,90
Suspension d. Athmung	175	31,90	61
	230	32,80	68
	250	33,65	34,15
Schluss.	155	34,10	80
	145	33,95	75
	„	80	56
	„	50	30
	„	30	08
	„	00	33,75
	„	32,80	60
	„	65	40
	„	?	10
	„	31,55	32,35
	„	35	08
	„	10	31,80
	„	30,85	51
Reizung d. Vagus.	240	32,00	32,50
	?	90	33,40
	?	33,00	50

Versuche wie der obige zeigen, dass die Hinterpfote nach Durch-

schneidung der Sacralwurzeln, welche dem Fusse die sensibeln und motorischen Nervenfasern zuführen, bei Einwirkungen, welche die Gefässhemmungsnerven erregen (Reflex, Athmungssuspension) sich ganz so verhält, wie die normal innervirte Vorderpfote. Die Hemmungsnerven können also unmöglich durch die Sacralwurzeln, sondern nur auf der Bahn des Sympathicus zum Stamme des Ischiadicus gelangen.

β. Zweite Versuchsreihe. Dass dieser letztere Schluss richtig ist, lehren Versuche, in denen der Sympathicus an der tiefsten erreichbaren Stelle in der Bauchhöhle, die in der Höhe der Aortentheilung liegt, durchschnitten wird. Die Pfote derjenigen Seite, auf welcher die Operation geschehen, verhält sich gegenüber Eingriffen, welche die Hemmungsfasern erregen, ganz wie nach Durchschneidung des Ischiadicus, d. h. es tritt bei solchen Eingriffen keine Temperaturerhöhung ein. —

Versuch vom 2. Decbr. 1875. Curarisirter Hund. Sympathicus in der Bauchhöhle in der Höhe zwischen dem vorletzten und drittletzten Lendenwirbel getrennt. Die Temperatur ist von vornherein an beiden Hinterpfoten sehr hoch, wie sehr häufig, wenn die Thiere bei den einleitenden Operationen sich sehr sträuben. Auf der rechten Seite sinkt sie sehr schnell, auf der linken langsam herunter.

Versuchs- Bedingungen.	Carotiden- Druck.	Temperatur.	
		Rechts.	Links.
	83	37,95	37,84
	95	36,70	36,85
	96	33,80	40
	„	45	30
	„	25	?
	„	08	28
	„	32,85	25
	„	70	25
1 Min. R. des centr. Vag.	230	34,50	29
	120	35,10	19
	„	35	18
	112	18	18
	„	00	12
	„	34,00	11
	„	55	10
		40	08
		20	03
		00	02

Versuchs- Bedingungen.	Carotiden- Druck.	Temperatur.	
		Rechts.	Links.
2 Ccm. Nicotinlösung. (1 Tr. auf 100 Ccm.)	255	34,75	36,09
	200	35,02	00
	130	18	35,90
	125	03	82
	115	34,88	85
	112	70	90
	„	40	„
R. des centr. Vagus.	190	34,10	95
	185	50	90
	180	70	90
	180	90	88
	190	92	„
Schluss.	?	36,00	„
		02	„
		90	„
		34,70	87
		60	„
		40	88
Nach 23 Min.	225	27,50	35,55
	125	26,80	55
4 Ccm. Nicotin.	230	29,80	40
	235	31,50	35
	170	32,50	10
	145	„ 75	05
	135	60	„
		40	„

Dem obigen Versuche könnte der Einwand gemacht werden, dass die Temperatur der linken Hinterpfote (auf dieser Seite war der Sympathicus durchschnitten) von vornherein zu hoch war, um selbst bei eintretender Gefässerweiterung noch merklich steigen zu können. Ich führe deshalb noch einen zweiten Versuch an, für welchen dieser Einwand nicht gilt.

Versuch vom 17. Jan. 1876. Nach Curarisirung schonende Präparation und Durchschneidung des linken Sympathicus in der Höhe der Aortentheilung. Beide Vagi durchschnitten.

Carotiden- Druck.	Temperatur.			Exp. Bedingungen.
	Linke Hinter- pfote.	Rechte Hinter- pfote.	V. cava inferior.	
110	30,60	27,00	37,10	
110	30	26,70	00	
110	00	50	00	
110	29,85	30	00	

Carotiden-Druck.	Temperatur.		V. cava inferior.	Exp. Bedingungen.
	Linke Hinterpfote.	Rechte Hinterpfote.		
270	30,2—29,90	28,30	35,40	Inj. von 2 Ccm. Nicotin-Lösung. (2 Tr. auf 100 Ccm.) Der Hund beginnt von selbst zu athmen. 2 Ccm. Curara. (0,3 %.)
200	29,40	30,60	60	
130	10	70	36,40	
75	28,85	60	60	
55	78	50	60	
48	52	29,90	60	
50	20	40	60	
50	27,80	28,90	70	
55	60	60	70	
55	40	50	70	
65	30	60	?	
70	30	29,20	80	
35	25	40	80	
45	40	30	70	
45	32	10	70	
45	05	28,80	70	
145	26,95	29,10	35,90	Suspension der Athmung.
155	27,20	30,50	34,80	
155	25	31,20	35,0	
125	38	40	4	Aufnahme. 5 Min. Pause.
112	51	60	36,2	
95	25	60	3	
95	27,25	31,60	36,3	
92	00	40	„	
85	26,70	00	„	
85	42	30,70	„	
85	12	40	„	
85	25,92	00	„	
85	85	?	„	
85	55	29,40	„	
85	50	20	„	
85	45	23,90	„	
110	30	70	„	
105	22	40	„	
85	23,90	26,70	36,20	5 Min. Pause.
85	80	50	20	
115	70	40	10	R. des centr. Endes des rechten Vagus, allmählig verstärkt.
115	69	30	10	
140	82	90	35,40	
125	81	27,80	34,90	
120	81	28,80	35,10	
115	81	29,80	10	

Carotiden-Druck.	Temperatur.			Exp. Bedingungen.
	Linke Hinterpfote.	Rechte Hinterpfote.	V. cava inferior.	
85	81	30,00	35,50	Schluss.
75	80	00	70	
75	68	29,80	70	
75	52	60	70	
105	41	40	70	Susp. der Athmung.
136	42	30,00	40	
125	70	90	34,90	
85	81	80	35,40	Aufnahme.
85	70	30	50	
85	60	29,90	50	
85	42	60	50	
270	24,50	90	34,50	Inj. 2 Ccm. Nicotin-Lösung.
230	70	30,80	70	
125	50	31,40	90	
75	20	40	35,20	
35	00	10	30	

u. s. w.

Der vorstehende Versuch gestaltete sich insofern sehr günstig, als die Temperatur des linken Hinterfusses nach der Durchschneidung des Sympathicus anfangs nur sehr wenig gestiegen war; die peripherischen Centra besaßen also einen erheblichen selbstständigen Tonus. Während nun die rechte Hinterpfote bei Injection kleiner Nicotindosen oder sensibler Reizung oder Athmungssuspension allemal eine sehr erhebliche Gefässerweiterung zeigt, in Folge deren die Temperatur derselben rapide in die Höhe (und die Innentemperatur heruntergeht,) ist an der linken Hinterpfote nichts Aehnliches zu bemerken. Ihre Temperatur steigt anfangs, bei der ersten Nicotinjection, trotz der enormen Druckerhöhung gar nicht, später im besten Falle um verhältnissmässig ganz kleine Grössen und ganz vorübergehend, eine Erscheinung, die in allmähligem geringem Sinken der Widerstandsfähigkeit der Gefässwandungen gegen plötzliche Drucksteigerung ihren Grund hat (s. oben).

Wir müssen hieraus mit Nothwendigkeit folgern, das die Sacralwurzeln dem nv. ischiadicus keine Erweiterungsfasern zuführen, vielmehr dieselben ganz allein auf der Bahn des Sympathicus zu jenem Hauptnervenstamme der hintern Extremität gelangen. —

Die Untersuchung über den Ursprung der Gefässnerven für die Hinterpfote hat also bis jetzt gelehrt, dass sowohl die Verengerungsfasern als die Erweiterungsfasern durch den Bauchsympathicus treten, denn:

- 1) Durchschneidung der Sacralwurzeln hat ebenso wenig als Reizung derselben einen nachweisbaren directen Einfluss auf die Temperatur der Hinterpfote;
- 2) Durchschneidung des Sympathicus in der Höhe der Aorten-theilung steigert dagegen die Temperatur derselben auf die Dauer;
- 3) tetanische Reizung desselben setzt sie herab;
- 4) rhythmische Reizung bewirkt im glücklichen Falle Steigerung;
- 5) sensible Reizung, Nicotin-Injection, Athmungssuspension wirken auf die Hinterpfote temperatursteigernd auch nach Durchschneidung der Sacralwurzeln, und zwar in demselben Maasse, wie im Normalzustande, aber nicht mehr nach (möglichst tiefer) Durchschneidung des Bauchsympathicus, selbst wenn dabei die Sacralwurzeln intact sind.

Zweifellos also bezieht der Ischiadicus seine vasomotorischen wie seine Hemmungsfasern aus dem Sympathicus, nicht aber aus den Sacralwurzeln.

Nun bleibt aber noch die Frage zu beantworten, von welchem Theile des Rückenmarkes aus jene für die Hinterpfote bestimmten Gefässfasern dem Sympathicus zugeführt werden. Nach meinen Beobachtungen nicht bloss aus dem Lendenmarke, sondern auch aus dem Brustmarke.

Goltz setzte in seinen Arbeiten voraus, dass nach Durchschneidung des Rückenmarkes in der Höhe des ersten Lenden- oder letzten Brustwirbels jeder Zusammenhang der Gefäße der Hinterextremitäten mit dem oberhalb des Schnittes gelegenen Theile der Centralorgane aufgehoben sei, und leitete unter dieser Voraussetzung belangreiche Schlüsse über die Innervation jener Gefäße ab. Jene Voraussetzung ist aber unrichtig. Denn nach Durchschneidung des Rückenmarkes am obern Ende des Lendenmarkes ist man noch im Stande, durch sensible Reizung am Vorderkörper Temperatursteigerung an der Hinterpfote zu erzielen. Folgende Versuchsbeispiele mögen dies Verhalten illustriren.

Versuch vom 30. November 1875. An einem curarisirten Hunde war durchschnitten worden 1) die gesammte cauda equina, 2) das Rücken-

mark in der Höhe des ersten Lendenwirbels 3) der linke Bauchsympathicus an möglichst tiefer Stelle. Nach einer Reihe anderweitiger Versuche wurden folgende Temperaturablesungen gemacht.

Druck.	Rechte Hinterpfote.	Linke Hinterpfote.	
90	23,00 22,90 80 70 60 ?	34,22 15 20 15 ? ?	
88	40	10	
155 170 180 180 190 120	24,50 60 25,00 50 26,20 40	00 33,70 60 40 ? 25	R. der Nasenschleimhaut durch Inductionsstrom.
95 85 82 82 78 87	25,90 40 24,80 50 23,80 45	15 40 ? 30 45 ?	Schluss.

Versuch vom 2. Dezember 1875. Bei einem Hunde wurde der linke Sympathicus an möglichst tiefer Stelle und nachdem einige Versuche an demselben angestellt worden waren, das Rückenmark an dem untern Ende des Brusttheils durchschnitten. Darauf folgende Beobachtungen:

	Druck.	Rechte Hinterpfote.	Linke Hinterpfote.
	115 115 » » » » »	30,00 29,79 55 40 25 05 28,90	34,70 » » » » » »
R. des centr. Endes eines Vagus.	210 190	30,60 32,20	» 60
Schluss.	135 130 124 115	50 60 55 30	55 60 70 72

Versuch vom 3. Januar 1876. Durchschneidung des linken Ischiadicus und des Brustmarkes an seinem untern Ende in der Curara-Narcose. Beide vagi durchschnitten und am centralen Ende mit Electroden versehen.

Carotiden- Druck.	Temperatur der			
	Aorta	link. Pfote	recht. Pfote	
125	36,30	33,00	23,20	
115	25	05	20	
115	21	32,95	12	
95	15	90	24,30	R. des centralen Endes des linken Vagus.
78	02	77	25,70	
135	00	80	45	Schluss.
»	»	90	28	
»	»	92	24,85	
»	»	91	85	
»	»	90	80	
120	36,0	32,80	24,70	
120	0	70	59	
78	35,95	52	26,20	R. des Vagus.
67	90	30	60	
?	»	35	10	Schluss.
125	»	50	12	
125	»	56	12	
125	»	40	25,90	
135	»	40	70	
135	»	32	61	
75	82	10	26,32	R. d. anderseitigen Vagus (centr. Ende).
155	60	10	50	
145	60	00	27,40	
101	60	31,80	40	Schluss.
?	60	82	39	

u. s. f.

Diese Versuche beweisen, dass auch nach Trennung des Brust- und Lendenmarkes durch sensible Reizung am Vorderkörper (Reizung der Nasenschleimhaut oder des vagus) Temperaturerhöhung an den Hinterpfoten zu erzielen ist, welche aber fortfällt, wenn der ischiadicus oder der Bauchsympathicus durchschnitten worden ist. Es müssen mithin oberhalb des Lendenmarkes Hemmungsnerven für die Gefäße der Hinterextremität von den Centralorganen aus in den

Sympathicus eintreten, welche in reflectorischem Zusammenhange mit dem verlängerten Marke stehen. Die Durchschneidung des Rückenmarkes an der obern Grenze des Lendenmarkes hebt also die Verbindung der Gefäße der Hinterpfote mit dem vor der Schnittebene gelegenen Theile der Centralorgane nicht auf. Ob sich damit nicht manche Schlüsse, welche Goltz in seinem Aufsätze über die Functionen des Lendenmarkes aus Beobachtungen an Thieren mit durchschnittenem Brustmarke abgeleitet hat, wesentlich umgestalten werden, müssen spätere Erfahrungen lehren. —

Nachdem gezeigt worden, dass bereits der Brustsympathicus Hemmungsfasern für die Gefäße der Hinterpfote enthält, würde weiter die Frage aufzuwerfen sein, ob in den Bauchtheil des Sympathicus nur aus jener Quelle die uns interessirenden Fasern eintreten oder ob ein Theil derselben aus dem Lendenmarke stammt. Die Antwort kann durch Versuche gegeben werden, in denen der Bauchsympathicus möglichst nahe am Zwerchfelle durchschnitten wird. Wenn trotz dieser Durchsehnidung an der Hinterpfote der betreffenden Seite noch reflectorische Gefässerweiterung zu erzielen ist, wird der Ursprung eines Theiles der Hemmungsfasern aus dem Lendenmarke nicht zu bezweifeln sein. Versuche nach Art der folgenden geben darüber Aufschluss.

Versuch vom 16. Decbr. 1875. Curarisirter Hund. Linker Sympathicus in der Höhe des 3. Lendenwirbels durchschnitten. Alles Uebrige wie sonst.

Carotiden- Druck.	Temperatur.		Exp. Bedingungen.
	Rechte Pfote.	Linke Pfote.	
63	27,20	33,18	
»	00	07	
50	26,80	?	
»	70	00	
105	60	00	Reiz. des centr. Endes eines Vagus.
170	27,30	85	
120	28,20	34,30	
100	27,50	38	Schluss.
90	20	33,87	
80	26,90	65	
80	75	55	

Die hohe Durchschneidung des Sympathicus hat also eine Temperatursteigerung der linken Pfote gegenüber der rechten um ca. 6°C . zur Folge. Beim Beginn des Versuches sinkt in beiden Pfoten die Temperatur, bei sensibler Reizung steigt sie links um $1,3^{\circ}$, nach der Reizung fällt sie hier wieder. Es müssen mithin der linken Pfote noch aus dem Lendenmarke Hemmungsfasern zugeführt werden, denn die aus dem Brustmarke stammenden sind durchschnitten. —

Nunmehr wurde der linke Sympathicus zum zweiten Male und zwar an möglichst tiefer Stelle durchschnitten. Die Temperatur war vorher auf $31,98^{\circ}$ gesunken und stieg nach der Trennung auf $34,34^{\circ}$ an. Sensible Reizung hatte keine Wirkung mehr.

Damit sind wir über den Verlauf der Gefäßfasern für die Hinterpfote im Klaren: dieselben gelangen zu derselben auf der Bahn des Ischiadicus, werden diesem aber nicht durch diejenigen Spinalwurzeln zugeführt, welche die Quellen seiner motorischen und sensibeln Fasern sind, sondern durch den Sympathicus, welcher seinerseits sie theils aus dem Lendenmarke, theils aus noch höher gelegenen Abschnitten der Centralorgane bezieht. Die obere Grenze für den Ursprung ist nicht bestimmt worden.

VII. Schlussbemerkungen.

Die vorliegenden Versuche haben die Existenz von Hemmungsnerven für die Hautgefäße, betreffs deren die Beobachtungen von Goltz noch mannigfachen Bedenken Raum liessen, über allen Zweifel festgestellt; ich kehre nunmehr zu dem Ausgangspuncte meiner Arbeit zurück, der in der genaueren Ermittlung gewisser bei der Wärmeregulation in Betracht kommender Punkte lag.

Nachdem Heidenhain (dieses Arch. Bd. III) nachgewiesen, dass bei Reizung sensibler Nerven die Innentemperatur sinkt, während der Blutdruck steigt und eine erhebliche Beschleunigung der Stromgeschwindigkeit eintritt, an welcher sich die Gefäße der Extremitäten wesentlich betheiligen, warf er die Frage auf, wie man sich diese Aenderung der Circulation zu denken habe. Unter mehreren Möglichkeiten, welche hervorgehoben worden, stellt er auch die folgende auf: „Es wäre denkbar, dass sich (NB. bei der Reizung der sensiblen Nerven resp. der Athmungssuspension) ein Theil der Gefäße verschlösse, ein anderer activ oder passiv erweiterte.“

Die mitgetheilten Untersuchungen entscheiden über diese Vermuthung endgiltig.

Dass sich bei jenen Eingriffen ganze Gefässgebiete, z. B. das der Därme, erheblich, oft bis zum Verschwinden des Lumens der kleinen Arterien, verengen, ist eine bekannte und leicht zu constatirende Thatsache. Die dadurch herbeigeführte Widerstandsvermehrung für den Abfluss des Blutes aus der Aorta erklärt die Drucksteigerung.

Dass gleichzeitig die die Haut durchsetzenden Blutmengen wachsen, lehrte schon die Temperatursteigerung an der Haut.

Dass an dieser Zunahme des Hautblutstromes eine active Erweiterung der Hautgefässe wenigstens mit schuldig ist, darüber bringen die Versuche dieser Abhandlung volle Gewissheit.

Denn 1) betheiligen sich an der Temperatursteigerung solche Theile nicht, deren Gefässnerven durchschnitten sind; die Drucksteigerung vermag also nicht eine passive Dehnung der Hautgefässe herbeizuführen; 2) kommt die Gefässerweiterung an der Haut auch unter Umständen zu Stande, unter denen eine Drucksteigerung, d. h. die Ursache für eine an sich ja nicht undenkbbare passive Erweiterung fehlt. Es ist dies der Fall, wenn das centrale Ende des *nv. vagus* mit solchen Stromstärken gereizt wird, dass die depressorische Wirkung des Nerven vorwiegt, also der Blutdruck sinkt.

Es bedarf nach diesen Ergebnissen keines besondern Hinweises darauf mehr, dass bei dem Vorgange der Wärmeregulation, so weit dieser von dem Blutstrome in der Haut abhängt, die Hemmungsnerven der Hautgefässe eine hervorragende Rolle spielen. Denn indem unter ihrer Beihilfe die Hautgefässe sich erweitern, steigen die die Haut durchströmenden Blutmengen, und damit die Temperatur wie die Wärmeabgabe der Haut, womit ein Sinken der Innentemperatur einhergeht.

Nachdem jenes System von Nerven in die physiologischen Existenzen eingereiht worden ist, eröffnet sich eine Perspective für die Deutung mannigfacher bisher schwer verständlicher Vorgänge, die in einem neuen Lichte erscheinen.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die localen Gefässerweiterungen, welche bei Reizung einzelner sensibler Nerven in der Nähe derselben auftreten, nicht auf reflectorischer Lähmung von verengernden, sondern auf reflectorischer Reizung von erweiternden Nerven beruhen. Ja es wird die Frage aufgeworfen werden müssen, ob der *Nv. depressor Ludwigs* und *Cyons* wirklich, wie man bisher annahm, eine reflectorische Lähmung der gesamten Va-

somotoren, und nicht vielmehr eine reflectorische Reizung der gesammten Erweiterer hervorruft. Dass für die Hautgefässe das Letztere sicher der Fall ist, lehren die obigen Versuche; ob auch für die Darmgefässe, wird weiter zu ermitteln sein, wie denn überhaupt die Existenz von Erweiterungsnerven für die Gefässe der eingeweidigen Organe eine der ersten in Angriff zu nehmenden Fragen bildet. —

Für die Vertheilung des Blutes auf die verschiedenen Organe des Körpers wurden bisher nur die Vasomotoren in Anspruch genommen. Mit ihnen werden die Hemmungsnerven sich in die Aufgabe dieser Regulation theilen müssen.

Dass bei der Fieberhitze der Haut die Erweiterungsnerven eine bedeutsame Rolle spielen, ist schon durch die Versuche Schiff's dargethan worden. Mit Hülfe der neu gewonnenen Methoden der Untersuchung wird es möglich sein, die Rolle der Hautgefässe und ihrer Nerven beim fiebernden Thiere, die sich nach Heidenhain's Ermittlungen wesentlich anders verhalten als beim normalen Thiere, genauer zu definiren. —

Dass an gelähmten Gliedern die Temperatur bald abnorm niedrig, bald abnorm hoch ist, ist lange bekannt. Die vorliegenden Versuche enthalten die Elemente, um eine Aussicht auf ein dereinstiges Verständniss dieser Differenzen zu eröffnen. Denn sie weisen schon so viel nach, dass eine Lähmung der gesammten sensibeln und motorischen Nerven mit normaler oder mit gestörter Gefässinnervation verbunden sein kann, je nach dem Sitze des lähmenden Anlasses.

Es mag genügen, auf nur einige Gesichtspuncte für fruchtbare Forschung aufmerksam gemacht zu haben, zu welcher die vorliegenden Versuche, wie ich keinen Augenblick übersehe, nur einen geringen Beitrag liefern, wenn ich das bereits Gewonnene mit dem noch zu Erreichenden in Vergleich ziehen soll. —

Schliesslich habe ich zu bemerken, dass die wesentlichsten Ergebnisse des obigen Aufsatzes, welchen Prof. Heidenhain redigirt hat, von demselben in der Sitzung der medicinischen Section der schlesischen Gesellschaft vom 17. Decbr. 1875 vorgetragen worden sind ¹⁾.

1) Die neuen Vorlesungen von Cl. Bernard über thierische Wärme sind leider zu spät in Breslau eingetroffen, um bei der obigen Arbeit noch verworther zu werden.