

säure nicht mehr. Nach 24stündigem Stehen aber, allein oder mit Hefe, reducirt die Flüssigkeit die Säure deutlich; es sind also neue reducirende Substanzen gebildet.

Groningen, August 1870.

Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.

I.

Ueber bisher unbeachtete Einwirkungen des Nervensystems auf die Körpertemperatur und den Kreislauf.

Von

R. Heidenhain.

(Mit 8 Curven auf Tab. IV—VII).

Veranlassung zu den nachfolgenden Untersuchungen.

Im Sommer 1868 begann ich eine Reihe von Versuchen, um zu ermitteln, ob die Temperatur des Gehirnes bei der Thätigkeit desselben eine Aenderung erfahre. Aus naheliegenden Gründen schien mir diese Frage — und ich hebe das hervor mit Rücksicht auf die neuerlichst bekannt gewordenen Angaben von Schiff über die Wärme-Entwicklung im Gehirn ¹⁾ — nur in der Weise in Angriff genommen werden zu können, dass ich die Temperatur des dem Gehirn zuströmenden arteriellen Blutes verglich mit der Temperatur dieses Organes selbst. Während dieses Vergleiches wurde in gegebenem Augenblicke ein Empfindungsnerv gereizt — electrisch oder mechanisch —, um das Hirn in lebhafte Empfindungsthätigkeit zu versetzen und die etwa dadurch herbeigeführte Aenderung des Temperaturunterschiedes zwischen Hirn und arteriellem Blut festzustellen.

Die Untersuchung geschah an Hunden, welche, um jede Muskelthätigkeit und die damit verbundene Wärme-Entwicklung auszuschliessen, durch Pfeilgift bewegungslos gemacht worden waren. Die Vergleichung zwischen Hirn- und Blutwärme wurde auf thermoelectrischem Wege ausgeführt. Die hierbei benutzten thermoelectrischen Apparate sollen an einem andern Orte (Beiträge zur Temperatur-Topographie des Thierkörpers von Heinrich Körner) aus-

1) Archives de physiologie normale et pathologique par Brown Sequard, Charcot, Vulpian. Bd. II u. III 1869 u. 1870.

föhrlich beschrieben werden. Ein Thermoelement wurde durch ein kleines Bohrloch im Schädel in eine Hemisphäre des grossen Gehirnes, ein zweites von der carotis communis sinistra aus in die Aorta eingeföhrt. Als Empfindungsnerv, durch dessen Reizung das Gehirn in Thätigkeit versetzt werden sollte, wurde meistens der nv. ischiadicus benutzt, durchschnitten und an seinem centralen Ende mit passenden Electroden behufs Zuföh rung der Ströme des Magnet-Electromotors versehen. In andern Fällen wurde die Gesichtshaut mit den Endausbreitungen des Trigemini gereizt, ein Verfahren, welches vor dem ersten insofern einen Vorzug verdient, als die Erregbarkeit der in ihren normalen anatomischen Verhältnissen verbliebenen Hautnerven nicht so schnell sinkt, als die des frei präparirten und durchschnittenen Hüftnervstammes.

Die Hauptergebnisse dieser sehr vervielfältigten Beobachtungen bestanden darin,

- 1) dass das Gehirn schon unter gewöhnlichen Verhältnissen fast ausnahmslos eine höhere Temperatur besitzt als das arterielle Blut;
- 2) dass der Temperaturunterschied zwischen Hirn und Blut bei Reizung der Empfindungsnerven erheblich steigt.

Das letztere Resultat hatte ich erwartet; ich sah darin den Beweis für die von mir vorausgesetzte Wärme-Entwicklung im Gehirn bei seiner Thätigkeit. Aber diesem Schlusse lag eine noch nicht unmittelbar bewiesene Annahme zu Grunde: die Annahme nämlich, dass die Temperatur des arteriellen Blutes sich während der Reizung des nv. ischiadicus nicht ändere. So unverfänglich dieselbe schien, so durfte ich es doch nicht unterlassen, mich durch einen directen Controllversuch vor Täuschungen sicher zu stellen. Ich föhrte also ein empfindliches Thermometer in den arteriellen Blutstrom ein und sah zu meiner nicht geringen Ueberraschung bei jeder Reizung des nv. ischiadicus das Quecksilber desselben in 1—1½ Minuten um 0,1 bis 0,2° C. sinken.

Mit dieser Wahrnehmung war aus meinen Beobachtungen über die Hirnwärme eine bindende Folgerung zu ziehen nicht mehr gestattet. Die oben gemeldete Vergrösserung der Temperatur-Differenz zwischen Hirn und Blut konnte ihren Grund einfach in der Temperaturabnahme des letzteren haben. Möglich immerhin, dass ausserdem auch die Hirntemperatur stieg.

Wie dem auch sei, meine Aufmerksamkeit war vorläufig von der Frage nach der Wärme-Entwicklung im Gehirn abgelenkt und

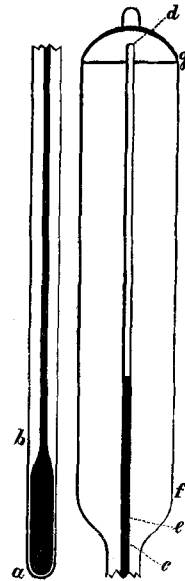
lediglich durch das räthselhafte Sinken der Bluttemperatur in Anspruch genommen, welches einer Erklärung bedurfte. Bei Verfolgung dieses Gegenstandes bin ich vielfach auf Wege gerathen, welche nicht zu dem von mir erstrebten Ziele eines befriedigenden Verständnisses führten. Trotzdem kann ich dem Leser die Zumuthung nicht ersparen, mir auf diese Irrgänge zu folgen; denn ohne Ausbeute neuer und mit der Haupterscheinung in Zusammenhang stehender That-sachen ist keiner gewesen. Nach nunmehr zweijähriger, freilich Monate lang unterbrochener Beschäftigung mit dem Gegenstande glaube ich so weit gediehen zu sein, meine Beobachtungen den Fachgenossen mittheilen zu dürfen, freilich nicht mit dem Anspruche, bereits alle sich neu aufdrängenden Fragen gelöst, aber doch in der Hoffnung, im Allgemeinen ein Verständniss für jene auffallenden Erscheinungen angebahnt zu haben. —

Erstes Kapitel.

Von dem Verhalten der Innentemperatur des Körpers bei Reizung der Empfindungsnerven und des verlängerten Markes.

§. 1. Einiges über die Hilfsmittel der Untersuchung.

Zur Messung der Temperatur in tief gelegnen Körpertheilen habe ich Thermometer von eigenthümlicher Form anfertigen lassen, welche mir in vortrefflicher Güte von den Herren Dr. Geissler in Bonn und Geissler in Berlin geliefert worden sind. Die Berliner Instrumente haben folgende Gestalt. An ein ca. 20 Mm. langes cylindrisches Quecksilbergefäß schliesst sich eine ca. 32 Ctm. lange sehr dickwandige Capillare bc von 3 Mm. äusserm Durchmesser. An ihrem Ende geht diese in eine gleichweite, aber dünnwandige Capillare ed über, die von einer cylindrischen Glasröhre fg umgeben ist. Die Capillare ed ist mit einer Milchglasscala versehen, die eine Gradtheilung in $0,1^{\circ}\text{C}$. besitzt. Die Scala erstreckt sich über ein Intervall von (bei den verschiedenen Instrumenten) $25\text{--}28^{\circ}$ bis 44 bis 45° . Jeder Grad hat eine Länge von 6 Mm., also $0,1^{\circ}$ eine Länge von 0,6 Mm. Man kann demnach $0,01^{\circ}\text{C}$. bei



einiger Uebung bequem schätzen. — Die Bonnenser Instrumente sind noch schlanker, als die Berliner, aber die Länge eines Grades ist um ein Dritttheil geringer als bei jenen. Leider sind, was der Natur der Sache nach nicht anders sein kann, diese Thermometer ungemein zerbrechlich, so dass unvermuthete Bewegungen der Thiere ihnen leicht gefährlich werden. — Dass die Thermometer genau mit einem Normalthermometer verglichen werden müssen, glaube ich als selbstverständlich nicht weiter hervorheben zu dürfen.

Diese Instrumente lassen sich nun bei grössern Hunden mit Leichtigkeit von der carotis aus in die Aorta resp. den linken Ventrikel, von der v. jugularis externa aus in beide Abtheilungen des rechten Herzens, in die untere Hohlvene und bei einiger Uebung in Zweige der Lebervene einführen. Bei nicht zu grossen Hunden gelangt man vom untern Ende der v. jugularis externa aus leicht bis zur Theilungsstelle der v. cava inferior in die beiden venae iliacae communes oder selbst in eine der beiden letzteren Venen. Der Blutstrom in allen diesen weiten Gefässen wie in der Aorta wird durch die so schlanken Thermometerröhren nicht wesentlich beeinträchtigt; niemals habe ich dieselben nach dem Tode der Thiere von Gerinnseln umgeben gefunden.

Da die Temperatur in den grossen arteriellen und venösen Gefässen so wenig wie in den beiden Herzhälften längere Zeit in strengen Sinne constant bleibt, war es nöthig die Temperaturablesungen in bestimmten Zwischenräumen zu wiederholen. Es geschah dies, wo nicht ausdrücklich bei den folgenden Versuchen eine andre Angabe gemacht ist, alle 15 Sec. Ich selbst beobachtete in der Regel das Thermometer, während ein Gehülfe, die Uhr in der Hand, die Viertelminuten angab und ein zweiter die von mir abgelesenen Thermometerstände protocollirte.

Im weitem Verlaufe der Versuche wurde es nothwendig, gleichzeitig mit den Temperaturmessungen Bestimmungen des arteriellen Blutdruckes auszuführen; es geschah dies auf bekannte Weise an der art. carotis. — Während der ganzen Versuchsdauer waren die aufgebundenen Hunde stets in eine dicke Wattdecke gehüllt. — Die in diesem Abschnitte anzuführenden Versuche habe ich zum grössten Theile im Sommer 1869 in Verbindung mit zwei eifrigen Schülern, Hrn. Ad. Heilmann und Hrn. Ernst Remak, angestellt. Die damaligen Ergebnisse sind theils in der Sitzung der medicinischen Section der hiesigen schlesischen Gesellschaft vom 30. Juli 1869, theils in

der dritten Sitzung der anatomisch-physiologischen Section der Naturforscher-Versammlung zu Innsbruck vorläufig mitgetheilt worden.

§. 2. Bei Reizung der Empfindungsnerven sinkt die Temperatur im Innern des Körpers (im rechten und linken Herzen, in der vena cava inferior, in der Lebervene, im Mastdarm, in der Bauchhöhle).

Dieser Satz ergibt sich unmittelbar aus zahlreichen, an ungefähr hundert Versuchsthieren gewonnenen Beobachtungen. Ich setze vorläufig nur einige Beispiele her, um den zeitlichen Verlauf und den Umfang der Temperatur-Änderung zu veranschaulichen.

Vers. vom 1. Mai 69. Temperaturmessungen im linken Herzen; Ablesung alle 15 Sec.; Reizung des centralen Endes des durchschnittenen nv. ischiadicus. Beide nv. vagi durchschnitten.

Während der Ruhe: 37,65—66—65—65 ¹⁾.

Während der Reizung (XX ²⁾): 37,66—54—50.

Nach der Reizung: 37,51—52—58—59—59.

Während der Reizung: 37,58—53—51.

Nach der Reizung: 37,52—55—55.

Nach einiger Zeit:

Vor der Reizung: 37,68—69—69—69.

Während der Reizung: 37,69—68—62—61.

Nach der Reizung: 37,62—65—68—68—68.

Während der Reizung: 37,68—65—61.

Nach der Reizung: 37,62—64—68—68.

In diesem Versuche steigt nach jeder Reizung die während derselben gesunkene Temperatur bald wieder ganz oder annähernd auf die ursprüngliche Höhe. Das ist jedoch nicht immer der Fall. Oft geschieht das Wiederansteigen ungemein langsam, so dass bei wiederholten Reizungen, von denen eine jede ein schnelles Sinken herbeiführt, mit der Zeit eine beträchtliche andauernde Herabsetzung herbeigeführt wird. Beispiele der Art werden sich im Verfolge der Darstellung in hinreichender Zahl finden, so dass es unnöthig erscheint, solche in dieser Stelle besonders anzuführen. —

Im Verfolge dieses Versuches wurden folgende Beobachtungen angestellt:

Temperaturmessung im rechten Herzen:

Vor der Reizung: 37,78—79—79—80.

Während der Reizung: 37,78—78—71—70.

Nach der Reizung: 37,72—72—73—75 u. s. f.

Im Rectum:

Vor der Reizung: 37,32—32—32—32.

1) Der Kürze wegen wiederhole ich nicht immer die ganzen Zahlen, welche die Grade angeben, sondern setze nur die Bruchtheile hin.

2) Die römischen Zahlen bedeuten die Entfernung der sec. Spirale des Magnetelectromotors von der primären in Centimetern.

Während der Reizung (VII): 37,28—20.

Nach der Reizung: 37,20—20—21—23—25—27.

Während der Reizung: (VII) 37,27—27—24—24— (IV) 24—20—19.

Nach der Reizung: 37,20—20—22—27—28—27.

Während der Reizung: 37,21—10—09—10—12—18.

(Am Schlusse der letzten Reizung steigt die Temperatur wegen Erschöpfung des Nerven wieder an).

In der Bauchhöhle:

Vor der Reizung: 37,46—49—50—51—51.

Während der Reizung: 37,51—51—49—48—44—42.

Nach der Reizung: 37,42—42—43—44—46—46—47—48.

Während der Reizung: 37,48—48—43—41—40.

Nach der Reizung: 37,40—40—41—41—42—45—46—48—49.

Versuch vom 10. Mai 69. Messung in der untern Hohlvene; Reizung des Ischiadicus. Von 11^h 17' bis 11^h 35' schwankt die Temperatur zwischen 38,6 und 38,5° C. Sodann folgende Beobachtungen:

Während der Reizung (XX) unter heftigen Zuckungen: 38,50—25—20.

Nach der Reizung: 38,40—49—49—49—50—52—53.

Während der Reizung (Zuckungen): 38,35—30—35.

Nach der Reizung: 38,50—55—55.

Während der Reizung (XVIII, Zuckungen): 38,40—35.

Nach der Reizung: 38,45—50—56—55—55.

Durchschneidung des linken, vorher präparirten nv. vagus: 38,52—52—55—54—55.

Nach 2 Minuten, während deren der rechte vagus durchschnitten und nochmals Curara-Lösung eingespritzt worden war:

Vor der Reizung: 38,30—28—30—49—50—52.

Während der Reizung: (XVIII, Thier vollkommen ruhig): 38,52—42—15.

Nach der Reizung: 38,40—50—52—52—52.

Während der Reizung: 38,45—38.

Nach der Reizung: 38,48—50—52—52 u. s. f.

Versuch vom 14. Juli 69. Temperaturmessung in der untern Hohlvene im Niveau der Einmündung der rechten Nierenvene. Abwechselnde Reizung des nv. ischiadicus und der Gesichtshaut, der letzteren mittelst der Duchenne'schen Drahtpinsel.

Vor der Reizung: 39,57—54—56—57—54—58.

Reizung des nv. isch. (XVI) 38,41—34.

Nach der Reizung: 38,44—47—54—54—51—51.

Reizung der Gesichtshaut (VII—I): 38,46—46—47—44—37—31—24—24—24—21—27—17.

Nach der Reizung: 38,21—26—26—27—41—43—44—44—44—42—42—45.

Reizung der Haut: 38,38—32—25.

Nach der Reizung: 38,34—41—48.

Reizung des ischiadicus: 38,47—45—45—36.

Nach der Reizung: 38,36—36—46—47.

Versuch vom 15. Juni 69. Temperaturmessung in einer Leber-
vene, Reizung des nv. ischiadicus.

Vor der Reizung: 40,73—72—72—72¹⁾.

Während der Reizung: (XXVIII) 70—70— (XXVI) 70— (XXII) 70—
69— (XVIII) 69—68—67— (XVI) 65—65.

Nach der Reizung: 40,66—66—66—68—69.

Nach einigen Zwischenversuchen:

Vor der Reizung: 40,70—70—69—69—69—69.

Während der Reizung: (XV) 40,67—65—63—61.

Nach der Reizung: 40,62—62—63—64—65—67—67—67—68—69—69—69.

Versuch vom 19. Juli 69. Temperaturmessung in dem untern
Theile der v. cava inferior. Reizung von Empfindungsnerven auf
mechanischem und kaustischem Wege.

Vor der Reizung: 38,35—34—35—35—35.

Starke Zerrung des centralen Endes des linken nv. vagus: 38—30—
21—11—08—10—11—29.

Nochmalige Zerrung: 38,15—21—21.

Desgl. sehr stark: 38,21—20—20—10—21—29—30.

Starke Zerrung des rechten vagus: 38,30—10—37,85—38,00—10.

Nochmals desgl.: 37,95—38,00—10—10—19—20—25—29—29—29—29—
—29—29—28.

Brennen der Nasenhaut: 29—18—18—18—20—22—28—29—29.

Die hier angeführten Versuchsbeispiele mögen für jetzt genügen,
um zu zeigen: 1) dass bei Erregung der Empfindungsnerven überall
im Innern des Körpers die Temperatur sinkt; 2) dass dies nicht
bloss bei electrischer, sondern auch bei kurz anhaltender mechanischer
Reizung geschieht. In letzterer Beziehung möchte ich noch be-
merken, dass die Temperaturherabsetzung sich fast ausnahmslos selbst
bei so flüchtigen Reizungen, wie bei der Durchschneidung oder Unter-
bindung sensibler Nerven (ischiadici, vagi), geltend macht.

§. 3. Die Wirkung der Empfindungsnerven auf die Temperatur hängt vom
verlängerten Mark ab.

a. Wenn man das verlängerte Mark durch einen Quer-
schnitt vom pons Varolii trennt, ist damit die Einwirkung
der Empfindungsnerven auf die Temperatur nicht auf-
gehoben.

Versuch vom 13. Juli 69. Temperaturmessung in der untern Hohl-
vene, 1 Ctmtr. über der Einmündung der rechten Nierenvene. Es wurden

1) Man beachte die hohe Temperatur in der Lebervene!

zuerst einige Versuche bei unverletztem Gehirne angestellt. Die Reizung bezieht sich auf den nv. ischiadicus.

Vor der Reizung: 39,49—50—50—50—50.

Während der Reizung: (XIV)48—48—(XII)45—(X)40—(VIII)38—(VI)35.

Nach der Reizung: 39,48—51—51—51—51—51.

Nach einigen Zwischenversuchen:

Vor der Reizung: 39,61 —61 —61 —61 —61.

Während der Reizung: (XII) 39,60—50.

Nach der Reizung: 39,55—56—56—55—56 u. s. f.

Nunmehr wurde das Hirn durch ein vor der crista occipitalis gelegnes Schädelbohrloch hindurch so getrennt, dass der Schnitt durch den rechten pedunculus cerebelli ad corpora quadrigemina bis zur Basis drang und dann den pons von der med. obl. quer vollständig trennte; nur der hintere Rand des pons in der Breite von ungefähr 1 Linie blieb in Verbindung mit dem verlängerten Marke. Nach vollendeter Durchschneidung wurden folgende Temperaturbeobachtungen angestellt:

Vor der Reizung: 39,66—67—68—68—68.

Während der Reizung: (VIII) 39,61—51.

Nach der Reizung: 39,56—61—61—61—61—62—62—63—65—67—68—68—69—70—70—70—70.

Während der Reizung: 39,62—58—56.

Nach der Reizung: 39,65—66—68 u. s. f.

Derartige, mehrfach wiederholte, Beobachtungen beweisen, dass die eigenthümliche Einwirkung der Empfindungsnerven auf die Körpertemperatur nicht geknüpft ist an die Mitwirkung der oberhalb des verlängerten Werkes gelegnen Hirntheile. Mancher wird vielleicht Neigung haben, über diesen Ausdruck des Thatsächlichen hinausgehend zu sagen, dass jene Einwirkung unabhängig sei von der bewussten Schmerzempfindung. Allein es ist doch keineswegs festgestellt, dass die letztere nicht auch bei Thieren, die bloss noch im Besitze des verlängerten Markes sich befinden, stattfinden könne.

b. Wird das verlängerte Mark von dem Rückenmarke getrennt, so hört die Einwirkung der Empfindungsnerven auf.

Ich führe hierfür keine besondere Versuche an, da es sich ja nur um das negative Resultat der Reizung nach Abtrennung des verlängerten Markes handelt.

c. Reizung des verlängerten Markes selbst (oder des Halstheiles des Rückenmarkes) übt eine ähnliche Temperatur herabsetzende Wirkung aus wie Reizung der Empfindungsnerven.

α. Reizung des verlängerten Markes auf electricchem Wege.

Versuch vom 24. Mai 1870. Einsenkung einer bis zur Spitze isolirten Electrodenadel durch das os occipitis bis zur Schädelbasis, einer zweiten in den obersten Theil des Halsmarkes. Temperaturmessung in der v. cava inferior.

Temp. vor Durchschneidung der nv. vagi: const. 37, 89.

Nach Trennung beider vagi: 37, 89—88—84—84—81—79—79—76—74—71—71—69—74—72—72—72.

Während der Reizung des verlängerten Markes: (XVII) 37, 72—72—(VIII—VI) 69—64—49—41—39.

Nach der Reizung: 37, 47—48—49—49—51—52—52—54—56—57—57—57—58—59—60—60—60.

Während der Reizung: 37, 58—50—50.

Nach der Reizung: 37, 51—57—57—59—59.

β. Reizung des verlängerten Markes durch Athmungssuspension.

Bekanntlich tritt während der Erstickung eine intensive Reizung des verlängerten Markes ein; ihre Symptome sind unter andern die Verlangsamung der Herzschläge durch Vagusreizung, welche bis zum zeitweisen Herzstillstande gehen kann, der Eintritt respiratorischer Krämpfe und die Verengerung der kleinen Arterien in Folge starker Erregung des vasomotorischen Centrums. Die Erstickung ist von einer sehr bedeutenden Herabsetzung der Innentemperatur begleitet.

Versuch vom 25. März 1870 Temperaturmessung im rechten und linken Herzen gleichzeitig durch Einführung zweier auf einander reducirter Thermometer. Ablesung alle halbe Minute.

Versuchs- bedingung.	Temperatur im			Differenz der Tem- peratur in beiden Ventr.	Versuchs- bedingung.	Temperatur im			Differenz der Tem- peratur in beiden Ventr.
	rech.	Vtr.	link.	Vtr.		rech.	Vtr.	link.	Vtr.
24 künstl. Luftein- blasungen pro Min.	36,95	36,69		0,26	Wiederaufn. der Athmung, 24 Resp.	95		85	0,10
	99	70		0,29		36,12	35,99		0,13
	99	70		0,29		29	12		0,17
Suspension der Athmung	37,01	36,78		0,23		39	21		0,18
	00	77		0,23		45	29		0,16
	36,91	69		0,22		50	31		0,19
	82	59		0,23		51	31		0,20
	72	50		0,22		52	31		0,21
	55	35		0,20		52	31		0,21
	31	19		0,12		55	31		0,24
	02	35,95		0,07		65	31		0,34
	35,91	35,85		0,06		65	31		0,34

Versuchs- bedingung.	Temperatur		Differenz der Tem- peratur in beiden Ventr.	Versuchs- bedingung.	Temperatur		Differenz der Tem- peratur in beiden Ventr.
	im recht. Vtr.	link. Vtr.			im recht. Vtr.	link. Vtr.	
Suspension der Athmung	36,60	36,38	0,22	Das Thier macht Thoraxbewe- gungen	90	88	0,02
	60	41	0,19		91	89	0,02
	52	39	0,13		36,00	92	0,08
	49	35	0,14		01	95	0,06
	40	25	0,15	Wiederaufn. der Athmung, 24 Resp.	36,11	02	0,09
	25	15	0,10		22	11	0,11
	20	05	0,15		29	12	0,17
	09	35,99	0,10		29	12	0,17
	35,90	81	0,09				
	88	82	0,06				

u. s. f.

Dieser Versuch ist in mehr als einer Beziehung interessant.
Er zeigt:

1) Dass die Temperatur des Blutes im rechten Herzen höher ist als im linken. Dieser in neuerer Zeit wieder vielfach discutierte Punct wird in der Dissertation von H. Körner ausführlich erörtert werden.

2) Dass die Temperatur sowohl des venösen als des arteriellen Blutes während der Athmungssuspension erheblich sinkt. In der allerersten Zeit nach Beginn der Suspension macht sich öfters ein Steigen der Temperatur bemerklich, weil der durch die Athmung bedingte Wärmeverlust mit dem letzten Athemzuge fortfällt, dagegen die Erregung des verlängerten Markes, welche die Temperaturherabsetzung herbeiführt, erst einige Zeit nach erfolgter Einstellung der Lufteinblasungen sich geltend zu machen beginnt.

3) Dass im rechten Herzen die Temperatur schneller sinkt als im linken Herzen, was zur Folge hat, dass der Temperaturunterschied beider Herzhälften während der Suspension kleiner wird.

4) Dass bei wiedererfolgter Aufnahme der künstlichen Athmung die Temperatur im rechten Herzen schneller wieder ansteigt, als im linken, — offenbar weil für das dem letzteren aus den Lungen zuströmende Blut die abkühlende Wirkung der Lufteinblasungen sich in viel höherem Masse geltend macht, als für das dem rechten Herzen zuströmende venöse Blut. Daraus erklärt sich, dass nach Wiederbeginn der Athmung die Temperaturdifferenz zwischen beiden Herzhälften wieder grösser wird.

Setzt man die Athmungssuspension bis zum Tode fort, so beginnt um die Zeit, wo der Herzschlag aufhört, die Temperatur wieder zu steigen (postmortale Temperatursteigerung siehe später).

Versuch vom 10. Mai 1869. Temperaturmessung in der v. cava inferior.

Vor der Athmungssuspension: 38,60—61—61—61 const.

Während der Suspension: 38,61—61—68—68—65—61—51—30—20—10.

Wiederaufnahme der Athmung: 37,70—70—38,10—10—15—19—20—25—20—24—27—29—30—30—30.

Nach einigen andern Zwischenversuchen:

Vor der Suspension: 38,49—50—50 const.

Während der Suspension: 38,55—51—30—00—37,60—45—38—00— (Herzschlag erlahmt) 10—55—50—48—50— (Stillstand des Herzens) 54—58—60—62—63—65—69—70—72—72 u. s. f.

Die Trennung des verlängerten Markes von den darüber liegenden Hirnthteilen hebt die deprimirende Wirkung der Athmungssuspension auf die Temperatur nicht auf.

Versuch vom 9. Juli 1869. Temperaturmessung in der untern Hohlvene gerade an der Einmündung der rechten Nierenvene. Das Gehirn ist unmittelbar an dem pons Varoli durch einen Querschnitt vollständig getrennt.

Vor der Athmungssuspension: 38,75—79—78—78—78.

Während der Athmungssuspension: 38,79—80—81—81—81—78—75—70—61—61—61—60—59—59—60—61—61—66—51—51—55—58—56—60—51.

Nach Wiederaufnahme der Athmung: 38,50—51—52—50—49—50—55—55—55—55—55—58—58—59—59.

Nochmalige Suspension: 38,65—69—61—61—61—61—61—61—59—58—52—52—52—52—52—51—49—48—49—46—45—40. Herzstillstand.

Ist dagegen die Medulla oblongata vom Rückenmarke getrennt, so fehlt die Temperaturherabsetzung während der Athmungssuspension in der Mehrzahl der Fälle ganz und gar; selten sah ich auch hier ein immer nur sehr geringes Herabgehen der Temperatur, das jedoch wohl — wie später zu zeigen — auf andern Ursachen beruht als bei erhaltenem verlängertem Marke.

Ich kann hier die interessante Thatsache nicht unerwähnt lassen, dass nach Durchschneidung des verlängerten Markes oder der nv. vagi der Erstickungstod sehr viel schneller erfolgt als bei erhaltener med. obl. resp. erhaltenen nv. vagis. Indem die letzteren die Herzschläge während der Athmungssuspension erheblich an Zahl sinken lassen, tragen sie zur möglichst langen Erhaltung der Er-

regbarkeit des Herzmuskels während der Sauerstoffverarmung des Blutes bei. Erst in der spätesten Periode der Erstickung nimmt wegen der Lähmung der vagi die Pulsfrequenz sehr erheblich zu, ein Zeichen des nahe bevorstehenden definitiven Herzstillstandes. Ist vor der Athmungssuspension das verlängerte Mark zerstört, so tritt kurze Zeit nach Einstellung der Luftenblasungen eine enorme Steigerung der Pulsfrequenz ein, die schnell zur Lähmung des nicht mehr mit Sauerstoff versorgten Herzmuskels führt. So ist die Hemmungsfunction des nv. vagus eine Schutzmassregel bei Erstickungsgefahr, indem dieser Nerv bei Sauerstoffverarmung des Blutes das Herz vor zu schneller Verschwendung seiner disponibeln Spannkkräfte behütet.

Um zu zeigen, wie sich die Verhältnisse bei der Athmungssuspension nach Durchschneidung des verlängerten Markes gestalten, seien hier einige Beispiele angeführt:

Versuch vom 5. Juli 1869. Temperaturmessung in der untern Hohlvene dicht über der Einmündung der rechten Nierenvene. Nach einer vorgängigen Versuchsreihe wird das verlängerte Mark durchschnitten; die Pulsfrequenz steigt sehr erheblich.

Vor der Suspension: 39,50—50—50—50.

Während der Suspension: 39,50—51—51—52—51—51—51—51. Herzstillstand.

Versuch vom 7. Juli 1869. Thermometer in der untern Hohlvene im Niveau der Einmündung der rechten Nierenvene. Med. obl. durchschnitten.

Vor der Suspension: 38,88—85—82—88—85.

Während der Suspension: 38,82—82—82—82—82—82—83—83. Herzstillstand.

Versuch vom 31. Mai 1869. Thermometer in der untern Hohlvene unterhalb der Einmündung der Lebervenen. Gehirn vorläufig intact.

Vor der Suspension: 38,59—59—59—59—59—59—59.

Während der Suspension: 38,60—60—60—60—58—55—35—40—41—35.

Nach der Suspension: 38,32—39—32—49—51—52—58—60—60—61—61—62—63—65.

Nach 9 Minuten:

Vor der Suspension: 38,74—78—78—78—80.

Während der Suspension: 38,82—81—80—80—76—72—69—62—61—60—55—52.

Nach der Suspension: 38,42—50—50—52—58—60—61—61—62.

Pause von 5 Minuten; Durchschneidung des verlängerten Markes.

Vor der Suspension: 38,80—80—80.

Während der Suspension: 38,81—81—81—82—85—85—85—85—84—83 (Herz erlahmt).

Athmung wieder aufgenommen: 38,79—78—72—75—75—75—79—80—80—80—80—80—80—80—80—80—80—80.

Nochmalige Suspension: 38,80—80—80—81—81—81—81—81.

Nach der Suspension: 38,79—78—79—80—80—80—80—80—80—80.

Nochmalige Suspension: 38,80—80—81—81—81—81—81—81—81 u. s. f.

Die in dem Obigen aus einer sehr grossen Zahl von Versuchen beliebig herausgegriffenen Beispiele werden genügen, um eine Vorstellung von dem Verhalten der Innentemperatur bei Reizung der Empfindungsnerven oder des verlängerten Markes zu geben und zu zeigen, dass, sobald das verlängerte Mark direct (electricisch oder durch Athmungssuspension) oder indirect (von einem Empfindungsnerven aus) in den Zustand heftiger Erregung versetzt wird, im Innern des Körpers die Temperatur schnell in erheblichem Grade sinkt.

Die Erscheinung ist vollständig constant, wenn nicht die Curara-Vergiftung bis zu einem das Leben gefährdenden Grade getrieben wird. Es gibt ein Stadium der Curara-Wirkung, in welchem der arterielle Blutdruck erheblich sinkt, die Pulsfrequenz in Folge der Lähmung der *nv. vagi* erheblich steigt, die Reizung der sensibeln Nerven nicht mehr reflectorische Erregung der *nv. vagi* zur Folge hat. Diese Stufe der Vergiftung ist übrigens nicht absolut lethal; die gefährlichen Symptome können bei sehr lange fortgesetzter künstliche Athmung wieder vorübergehn. Während jenes Zustandes tritt die uns beschäftigende Erscheinung nicht mehr ein.

§. 4. Das Sinken der Temperatur ist begleitet von einer Steigerung des arteriellen Blutdruckes.

Mit der Auffindung der mitgetheilten Thatsachen war ich vor eine völlig unerwartete Erscheinung gestellt, deren paradoxes Aussehen mir vorläufig wenig Aussicht zu einer Erklärung bot.

Die Temperatur im Innern des Körpers wird bedingt durch das Verhältniss der Wärmebildung zur Wärmeabgabe. Eine Herabsetzung der Innentemperatur kann erfolgen bei verminderter Wärmeerzeugung oder bei vermehrter Wärmeabgabe oder durch beide Momente gleichzeitig bedingt sein. Meine Hoffnung richtete sich zunächst darauf, Anhaltspunkte ausfindig zu machen, welche auf eins jener beiden Momente als Ursache der Temperaturherabsetzung hinwiesen. Am nächsten lag die Vermuthung, dass die Veränderungen des Blutkreislaufes, welche bei Reizung der Empfindungs-

nerven oder des verlängerten Markes eintreten, einen jener beiden die Körpertemperatur bedingenden Factoren in einem Sinne beeinflussten, welcher die Temperaturherabsetzung verständlich machte.

Ich habe, um dem etwaigen Zusammenhange zwischen Kreislaufs- und Temperaturänderungen nachzugehen, bei allen Temperaturbeobachtungen (mit Ausnahme der allerersten) mit der thermometrischen Messung die Messung des arteriellen Druckes in der art. carotis verbunden. Das allgemeine Ergebniss der Druckmessung stimmt mit den Angaben früherer Beobachter auf diesem Gebiet vollkommen überein. Bei Reizung des verlängerten Markes sowohl wie der Empfindungsnerven steigt der mittlere arterielle Druck stets beträchtlich an, während die Pulsfrequenz je nach der Combination der vielen Umstände, von denen dieselbe bekanntlich beeinflusst wird, sinken oder steigen kann.

Die Temperaturherabsetzung beginnt erst mit der Drucksteigerung, entweder sofort oder nach ganz kurzer Zeit. Das Druckmaximum hält sich bei Reizung des ischiadicus nur kurze Zeit, länger, bei starker electricischer Erregung selbst über die Dauer derselben hinaus, bei Reizung der medulla oblongata. Mit dem Sinken des Druckes beginnt die Temperatur wenigstens in der Mehrzahl der Fälle wieder zu steigen; doch kann es auch vorkommen, dass nach Beginn des Sinkens die Temperatur noch eine kurze Zeit, jedenfalls nicht lange, herabzugehen fortfährt. Ist der Druck nach Unterbrechung der Reizung auf seine ursprüngliche Höhe reducirt, so hat die Temperatur auch wieder einen höheren, aber in der Regel noch nicht ihren ursprünglichen Stand erreicht, der oft nur ganz allmählig oder selbst längere Zeit gar nicht wieder erlangt wird.

Zur Veranschaulichung dieses Verhältnisses mögen einige Versuche dienen, deren Resultate ich nicht in Form von Tabellen, sondern in der anschaulicheren Form von Curven vorlegen will.

Auf Tab. IV Fig. I (Versuch vom 7. Mai 69) bedeutet die Abscisse die fortlaufende Zeit, die einzelnen Abscissenstrecken entsprechen je 15 Sec. Die schwarz ausgezogene Curve giebt den Carotidendruck in Mm. Quecksilber an; jede Abtheilung der Ordinaten repräsentirt (nach Ausweis der links auf die erste Ordinate des Coordinaten-Netzes aufgetragenen Zahlen) eine Druckgrösse von 10 Mm. Hg. — Die punctirte Curve stellt die Temperaturen in dem Abdominaltheile der v. cava inferior dar, jede Ordinate-Abtheilung bedeutet 0,1° C., die Zeichen x und 0 entsprechen dem Beginn und dem Ende

der Reizung des *nv. ischiadicus*. Man sieht auf's Deutlichste, dass die Temperatur- und die Druckcurve im Ganzen einen entgegengesetzten Verlauf nehmen: während der Druck steigt, sinkt die Temperatur, und umgekehrt, wobei der Beginn der Temperaturänderung dem Anfange der Druckänderung in der Regel um 15 Sec. nachfolgt. Je öfter die Reizung wiederholt wird, desto geringer ist ihr Einfluss auf die Temperatur. Dass dies nur als Folge eines allmählichen Sinkens der Erregbarkeit aufzufassen ist, lehrt die Reizung VI, welche auf eine längere Ruhe des *nv. ischiadicus* folgt: sie bewirkt wieder eine erhebliche Temperaturminderung.

Nach den einzelnen Reizungen steigt die Temperatur langsamer als der Druck sinkt, und erreicht in der Regel nicht wieder die ursprüngliche Höhe: daher das Sinken der Temperatur im Ganzen während der Versuchsdauer von 37,7° C. auf 36,4° C. Zum Theil ist dasselbe wohl durch den bewegungslosen Zustand des aufgebundenen Thieres bedingt. Doch ist bei grossen Hunden durchaus nicht immer ein merkliches Sinken der Temperatur als Folge der längeren Fesselung zu beobachten gewesen.

Ein zweites Beispiel giebt die Curve II (Vers. vom 31. Mai 70). Hier wurde das verlängerte Mark durch Athmungssuspension erregt; + und 0 bezeichnen Beginn und Ende derselben. Bei * wurden die *nv. vagi* durchschnitten, bei ♂ ein Vagus durch Zerrung mechanisch gereizt: in beiden Fällen zeigt sich ein geringes, aber deutliches Sinken der Temperatur.

§. 5. Erwägungen, welche durch die letzten Beobachtungen angeregt werden.

Lässt sich nun ein Causalzusammenhang auffinden zwischen den Aenderungen des Blutdrucks und den Aenderungen der Temperatur, welche zeitlich neben einander hergehen?

Wenn die gesammten vasomotorischen Nerven des Körpers in Thätigkeit gerathen, sei es durch directe, sei es durch reflectorische Erregung des verlängerten Markes, so besteht nach den Vorstellungen, die sich seit den Arbeiten Ludwig's und seiner Schüler in der Physiologie eingebürgert haben, die Wirkung auf den Kreislauf in einer Steigerung des arteriellen Druckes, herbeigeführt dadurch, dass durch die Verengerung der kleinen Arterien die Abflusswiderstände für das Blut aus diesem Theile des Gefässsystems wachsen und so eine Anstauung des Blutes in den grössern Arterien herbeigeführt wird. Der verminderte Zufluss zu den Capillaren aber hat eine

verminderte Geschwindigkeit in diesen und in den Venen zur Folge —, so lautet die ganz allgemein angenommene Schlussweise.

Kann nun die Verlangsamung des capillären und venösen Blutstromes die Temperaturherabsetzung erklärlich machen?

Um mir von Seiten des Lesers für den spätern Theil dieser Arbeit das Interesse wach zu halten, will ich schon hier hervorheben, dass jener obige Schluss aus dem Steigen des arteriellen Druckes auf eine Verringerung der Geschwindigkeit kein zutreffender ist. Ich aber habe ihn lange Zeit, den eingebürgerten Vorstellungen folgend, für zutreffend gehalten und von diesem Standpunkte aus mancherlei Wege eingeschlagen, um zu einer Erklärung des uns beschäftigenden Wärmephänomens zu gelangen, welche mich zwar nicht zu diesem Ziele, aber doch zu mancherlei lehrreichen und für das Folgende nicht interesselosen Beobachtungen geführt haben.

Die erste sich aufdrängende Frage lautete: hat eine Verlangsamung des Blutstromes eine Temperaturerniedrigung im Innern des Körpers zur Folge?

§. 6. Verlangsamung des Blutstromes führt als nächste Folge nicht eine Herabsetzung, sondern eine Steigerung der Innentemperatur des Körpers herbei.

1) Verlangsamung des Blutstromes durch Reizung des peripherischen Endes des durchschnittenen *nv. vagus*.

Bei Reizung des peripherischen Vagus-Endes sinkt bekanntlich der arterielle Druck und die Geschwindigkeit des Blutstromes erfährt eine erhebliche Abnahme. Die Temperatur in der untern Hohlvene geht während der Verlangsamung der Herzschläge in die Höhe und nimmt erst wieder ab, wenn in Folge der Erschöpfung des gereizten Nerven das Herz wieder den arteriellen Blutdruck in die Höhe treibt und damit die Geschwindigkeit des Blutstromes steigt. In der allerersten Zeit nach Beginn der Vagusreizung kann das Thermometer ein geringes Sinken zeigen, wenn dasselbe sich an einem der Brusthöhle nahe gelegnen Orte der untern Hohlvene befindet. Indem nämlich der Blutstrom stockt, wird die stagnirende Blutmasse örtlich durch die Einblasung der kalten Luft in die Lungen abgekühlt, auch wohl in Folge des bei jeder Einblasung im Thorax entstehenden Ueberdruckes Blut aus dem Brusttheile der untern Hohlvene in den benachbarten Abdominaltheil eingetrieben. Unter normalen Kreislaufverhältnissen macht sich die aus diesen Bedingungen resultirende Abkühlung des Thermometers gar nicht oder doch nur in einzelnen Fällen in sehr geringem Masse (synchronisch mit jeder

Einblasung) geltend, weil die Blutmasse der untern Hohlvene fortwährend schnell nach dem Herzen abfließt und von der Capillarseite her erneuert wird.

Versuch vom 7. Mai 1869. In demselben Versuche, welcher, so weit er sich auf Reizung des nv. ischiadicus bezieht, in Tab. I dargestellt ist, wurde zu wiederholten Malen das peripherische Vagus-Ende erregt, zuerst in der — in der Curve durch eine Lücke angedeuteten — Pause zwischen der 5. und 6. Ischiadicus-Reizung. Es ergab sich folgendes Resultat:

Versuchsbedingungen.	Druck in der Carotis.	Temperatur in der v. cava inferior.	Versuchsbedingungen.	Druck in der Carotis.	Temperatur in der v. cava inferior.
Vor der Reizung	125 Mm. 125 »	36,91 36,91	Im spätern Verlauf d. Versuches: Vor der Reizung Währ. d. Reizung	75	95
Während der Reizung (XIV)	115 » 115 » 38 »	36,92 36,95		130 22 22	36,50 ^{const.} 50 55
XII	22—90 (Schwank. bei Eintritt einzelner Pulse)	36,93		13 65 58 82	55 51 60 55
Nach der Reizung	50—90 116 116 112 116	36,99 36,92 36,92 36,93 92		125 127 138 130 130	50 52 52 52 52
Reizung	75	93		130	51

2) Verlangsamung der Geschwindigkeit des Blutstromes durch schnelle reichliche Blutentleerung aus einer Arterie.

Wenn man durch reichliche schnelle Blutentziehung den arteriellen Druck beträchtlich herabsetzt und damit, wie nicht zu bezweifeln, auch die Blutgeschwindigkeit vermindert, steigt die Temperatur im Innern des Körpers während der Blutentleerung merklich an. Am bequemsten stellt man diese Beobachtung in folgender Weise an: Es wird eine luftleer gemachte und mit einer Canüle versehene Gummiblase mit der vorläufig noch durch eine Druckpincette geschlossenen art. carotis in Verbindung gesetzt. Durch Oeffnung der Pincette kann man in passendem Augenblicke das Blut in den Gummibeutel ablaufen lassen, um es nach Füllung desselben wieder zurückzudrücken. Wenn in glücklichen Fällen keine Gerinnung eintritt, kann man den Versuch mehrmals wiederholen. Der Gang der Erscheinungen zeigt sich in folgendem Beispiele:

Versuch vom 20. Juli 1869. Thermometer in der untern Hohlvene, im Niveau der Einmündung der Nierenvenen. Nach vorgängigen anderweitigen Versuchen war die Temperatur:

Vor der Blutentziehung: 38,37—38—38—38—38.

Während des Ausströmens des Blutes aus der Carotis: 35,39—40—41—43—47—49.

Während das Blut aus dem Gummibeutel zurückgedrückt wird: 38,40—31.

Während nochmaliger Entziehung: 38,35—40—43—48—50.

Nach Schliessung der Arterie: 38,51—52—57—58—59.

Während der Wiedereinverleibung des Blutes durch die geöffnete Arterie: 38,51—50—50.

Während wiederholter Entziehung: 38,55—60—62—65—66.

Jedesmal also, während durch die geöffnete Carotis grössere Blutmengen entleert werden, was eine Verminderung der Stromgeschwindigkeit zur nothwendigen Folge hat, steigt die Temperatur in die Höhe; das Ansteigen kann längere Zeit nach Beendigung der Blutentziehung fortdauern. Das Wiederabsinken der Temperatur bei Wiedereinführung des Blutes rührt natürlich zum Theil von der Abkühlung des letzteren in dem Gummibeutel her.

Wenn man bei den Versuchen mit Blutentziehung neben dem Thermometer auch das Hämodynamometer beobachtet, bemerkt man, nachdem die Blutmenge des Körpers erheblich verringert worden ist, ein eigenthümliches Phänomen, das unter andern Bedingungen schon früherhin von andern Forschern beobachtet und noch neuerlichst von E. Hering in seiner interessanten Abhandlung „über den Einfluss der Athmung auf den Kreislauf“ (Wiener Sitzungsberichte vom 16. December 1869) erörtert worden ist. Es treten nämlich, trotz regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration, periodische Schwankungen des Blutdruckes auf, welche durch ihre völlige zeitliche Unabhängigkeit von den Athem- und Herzbewegungen ihren Ursprung aus weitaus andern Bedingungen verrathen. Uns interessiert hier nur, dass sobald jene Schwankungen des Druckes bedeutend werden — und sie können 20—30 Mm. betragen — an dem Thermometer entsprechende Schwankungen der Temperatur sichtbar werden, die jedoch in Zahlen zu fixiren kaum möglich ist, weil die Quecksilbersäule überhaupt zu keinem festen Stillstande auch nur für kürzere Zeit gelangt. Dem Ansteigen des Druckes entspricht ein Sinken der Temperatur, — Erscheinungen, deren Beobachtung mich oft stundenlang gefesselt hat.

3) Wenn durch Compression der Brustaorta die Circulation in dem Hinterkörper unterbrochen wird, ist die nächste Folge eine Steigerung der Innentemperatur jenes Körpertheiles.

Um die Brustaorta zu comprimiren, darf man die Brusthöhle nicht eröffnen, weil die dann unvermeidlich in die Pleurasäcke eintretende Luft, welche bei In- und Expiration jedesmal wechselt, eine starke Abkühlung des Blutes im Herzen und den grossen Gefässen herbeiführt. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes verfare ich so, dass ich im 6., 7. oder 8. Intercostalraume nach Blosslegung der Intercostalmuskeln die letzteren mit dem Zeigefinger der linken Hand möglichst weit nach hinten hin so durchbohre, dass der Finger die Oeffnung sofort schliesst. Sodann gehe ich zwischen der Lunge, die sich dem Finger überall genau anschliesst, und der Innenfläche der hintern Brustwand nach der Wirbelsäule, wo die Aorta sofort gefunden ist. Die Compression geschieht mit der Fingerspitze. Während der ganzen Versuchsdauer muss der Finger im Thorax verbleiben, weil beim Herausziehen desselben leicht Luft eindringt. Man muss grosse Hunde nehmen, weil sonst der Finger durch die federnden Rippen in auf die Dauer unerträglicher Weise zusammengepresst wird.

Bei der Aortenschliessung steigt die Temperatur in der untern Hohlvene, der Lebervene, dem Rectum u. s. f. Für die untere Hohlvene gilt dies jedoch ohne Einschränkung nur dann, wenn das Thermometer hinreichend tief eingeführt worden ist, um dasselbe vor dem direct abkühlenden Einflusse der Lufteinblasungen zu schützen. Es gilt in dieser Beziehung hier dasselbe, was oben sub 1) bei Gelegenheit der Folgen der Vagusreizung gesagt wurde. Die Aorten-Compression erzeugt die Tendenz zum Steigen der Temperatur, die Lufteinblasungen eine Tendenz zum Sinken. Es kann unter Umständen der letztere Einfluss den ersteren zum Theil compensiren.

Versuch vom 7. Juni 1869. Thermometer in der untern Hohlvene $1\frac{1}{2}$ Centimeter oberhalb der Nierenvene. Es wurde abwechselnd der Einfluss des Aortenverschlusses und der Reizung des nv. ischiadicus beobachtet.

Versuchsbe- dingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchsbe- dingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
	37,43	120 Mm.	Reizung des ischiadicus XXII.	37,25	200 Mm.
	43	120		21	160
	43	120			
	43	120	Schluss der Reizung	21	145
	43	120		22	140
				22	140
Verschluss der Aorta	41	170		20	140
	48	170		21	140
	45	170		22	140
	44	180		22	140
	44	180		22	140
	44	180		23	140
				23	140
Öffnung der Aorta	42	80		25	140
	49	90		25	140
	48	90		25	140
	48	108		25	140
	45	140		26	140
	41	130		26	140
	41	130		26	140
Reizung des ischiadicus	41	130	Verschluss der Aorta	26	180
	41	160		28	180
	31	230		28	180
	30	240		28	180
	25	210		28	180
	20	205		28	180
				29	180
Schluss der Reizung	22	140		29	180
	28	145			
	28	140	Öffnung der Aorta	21	95
	30	130		23	125
	30	130		28	125
	30	130		26	130
	30	130		22	130
	30	130		21	130
	30	130		20	130
				17	130
Verschluss der Aorta	31	160		16	130
	32	160		15	130
	33	160		15	130
	35	160		15	130
	36	160		15	130
	34	160		15	130
	34	160			
Öffnung der Aorta. 1 Min. Pause	38	110	Reizung des ischiadicus	13	200
	38	110		10	200
	39	110]		10	160
	39	110		10	190
				07	170
Reizung des ischiadicus	37	200		06	170
	29	210		06	170
XXV	29	170		03	185
				00	185

Versuchsbe- dingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchsbe- dingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Schluss der Reizung	37,01 01 01 01 04 05 06 06 07 08 08 08 09	130 Mm. 145 145 140 140 140 140 130 130 130 130 130		36,61 61 61 61 63 62 64 68 65 65 63 63 61	174 Mm. 193 200 205 190 190 94 150 146 148 150 141 141
Pause 10 Min. Manometer wegen Gerin- nung neu eingesetzt.	36,68 67 67 68 68 67	145 149 ? 157 136 140		60 59 59 53 51 52 52	133 139 140 131 130 135 136
Reizung des ischiiadicus XVIII bis VIII	61 61 61 60 60 58 57 57	204 186 201 182 175 174 164 165	Verschluss der Aorta	55 56 56 57 58 58 58 59 59	180 191 226 193 187 190 194 204 ?
Schluss der Reizung	59 60 60 61 61 61	146 146 143 144 145 142 142	Oeffnung	59 60 59 57 58 58 56	80 135 155 155 155 150 155
Verschluss der Aorta	61 62 61 61	176 190 180 166			

Dieses Versuchsbeispiel lehrt auf das Unzweideutigste, dass die Reizung des nv. ischiadicus von ganz andern Folgen für die Bluttemperatur in der vena cava inferior ist, als der Aortenverschluss. Während dort constant Temperaturherabsetzung erfolgt, tritt hier dieser Einfluss ganz vorübergehend auf: die Temperatur steigt vielmehr in der Regel mehr oder weniger stark an; oft nicht stetig, sondern mit kleinen, durch die Lufteinblasungen bedingten Schwankungen.

Aehnlich verhält sich die Temperatur in der vena hepatica und im rectum.

Versuch vom 15. Juni 69. Messung in einer Lebervene.

Vor dem Aortenverschluss: 40,70—70—70—70—70—70.

Während des Verschlusses: 40,70—72—79—80—81—83—84—87—88—89—89—89—89—89—90—90—90—91—91—91—91.

Nach der Oeffnung: 40,91—85—82—81—80—80—80—80—80.

Versuch vom 7. Juni 69. Messung im Rectum:

Vor der Compression: 37,60—60—60—60—60.

Während der Compression: 37,60—70—76—77—74—74.

Nach der Compression: 37,72—70—70—68—68—67.

Im spätern Verlaufe des Versuches:

Vor der Compression: 37,50—50—50.

Während der Compression: 37,50—50—50—52—61—61—61.

Nach der Compression: 37,60—60—?—?—60—59—etc.

Nochmalige Beobachtung nach einiger Zeit.

Vor der Compression: 37,40—40—40—40—40—40—40—40—40.

Während der Compression: 37,41—41—48—44—43—44—45—48.

Nach der Compression: 37,50—50—48—46—45—43—40—40—38—38—

37 u. s. f.

§. 7. Deutung der Beobachtungen des letzten Paragraphen. — Postmortale Temperatursteigerung.

Die Beobachtungen des letzten Paragraphen lehren, dass eine erhebliche Verlangsamung des Blutstromes, wie sie, sei es durch die Reizung des peripherischen Vagus-Endes, sei es durch schnelle copiöse Blutentziehung herbeigeführt wird, oder eine völlige Aufhebung der Circulation im Innern als nächste Folge eine Temperatursteigerung herbeiführt.

Wenn die Reizung des centralen Ischiadicus-Stumpfes oder des verlängerten Markes in der That gleichzeitig mit der constant eintretenden arteriellen Drucksteigerung eine Herabsetzung der Stromgeschwindigkeit in den transarteriellen Gefäßbezirken zur Folge hat, wie es ja die verbreitete Annahme voraussetzt, so kann diese Circulationsänderung unmöglich Bedingung für die mit jenen Einwirkungen auf das Nervensystem verbundene Temperaturherabsetzung sein.

An diesen Schluss, welcher die Frage beantwortet, in deren Interesse die ganze Versuchsreihe des vorigen Paragraphen unternommen wurde, knüpft sich aber sofort die weitere Aufgabe zu erklären, wie denn die Abnahme der Stromgeschwindigkeit eine Tem-

peratursteigerung im Innern des Körpers herbeiführen könne? Der Grund scheint auf der Hand zu liegen.

Die Wärme bildenden chemischen Processe im Innern des Körpers werden bei Verlangsamung oder Unterbrechung der Circulation wenigstens für die erste Zeit nicht in sehr hohem Grade herabgesetzt oder gar unterbrochen. Dagegen wird die Wärmeableitung durch diejenigen Körpertheile, welche dieselbe ganz vorzugsweise vermitteln, durch die Haut und die ihr zunächst liegenden Gewebe und Organe, erheblich vermindert. So lange der Kreislauf sich im normalen Gange befindet, wird durch die fortwährende Bluterneuerung in der Haut dieser fortwährend Wärme zugeführt und dadurch ihre Temperatur auf einer gewissen Höhe über der des umgebenden Mediums gehalten. Hört die Blutdurchfuhr durch die peripherischen Körpertheile plötzlich auf oder vermindert sie sich auch nur erheblich, so sinkt hier natürlich die Temperatur mehr und mehr. Demgemäss wird die Ableitung der Wärme nach aussen, die sich ja proportional dem Temperaturunterschiede der Körperoberfläche und des umgebenden Mediums verhält, herabgesetzt werden. Bei gleichbleibender oder doch nur wenig sinkender Wärmeproduction im Innern muss sich daraus eine Temperatursteigerung in den tiefer gelegenen Körpertheilen ergeben.

Hierzu kommt aber noch ein anderes Moment von ganz vorzugsweise wesentlicher Bedeutung hinzu.

Die Abkühlung des lebenden Thierkörpers geschieht nicht, wie die einer leblosen warmen Masse, allein durch Leitung der Wärme von Schicht zu Schicht nach aussen; sie wird ganz wesentlich dadurch unterstützt, dass das an der Körperperipherie kälter gewordene Blut in den grossen Venen und dem Herzen sich dem wärmeren Blute, welches aus den tiefern Organen zurückkehrt, zumischt, so dass fortwährend eine Temperatúrausgleichung zwischen Blut von niedrigerer und von höherer Temperatur stattfindet. Dadurch wird in ähnlicher Weise für die Abkühlung des Thierkörpers gesorgt, wie durch fortwährendes Schütteln einer warmen Flüssigkeitsmasse, welches die Ausgleichung der Temperatur zwischen den erkalteten peripherischen und den wärmeren centralen Flüssigkeitstheilchen befördert. Wird die Geschwindigkeit der Blutströmung verlangsamt, so muss also aus doppeltem Grunde die Wärmeableitung nach aussen sinken: 1) weil die Hauttemperatur sinkt; 2) weil die Geschwindigkeit der

Temperaturausgleichung zwischen der Oberfläche und dem Innern des Körpers abnimmt.

In den hier eben besprochenen Verhältnissen scheinen mir die Bedingungen für die neuerdings so vielfach besprochene postmortale Temperatursteigerung zu liegen.

Dass man zur Erklärung derselben nicht besondere Einflüsse des Nervensystems heranzuziehen brauche, vielmehr mit der Annahme der Fortdauer Wärme bildender Processe bei erheblicher Verringerung der Wärmeableitung auskomme, dahin haben sich neuerdings schon mehrere Gelehrte (Ackermann, deutsches Archiv für klinische Medicin II, 3; Ad. Valentin, die postmortale Temperatursteigerung; Berner Inaugural-Dissertation Leipzig 1869) ausgesprochen. Dass aber gerade in dem Aufhören der Blutbewegung das wesentlichste Moment für die Verringerung der Wärmeabfuhr zu suchen sei, ist wenigstens nicht mit der Betonung hervorgehoben worden, welche dieser Umstand verdient. Im Innern des gestorbenen Körpers steigt die Temperatur aus demselben Grunde, aus welchem sie im lebenden Körper bei Unterdrückung des Blutlaufes in die Höhe geht: chemische Umsetzungen dauern fort, die Abfuhr der Wärme sinkt erheblich.

Bei Hunden ist die postmortale Temperatursteigerung ein constantes Phänomen. Bei kleineren Thieren, deren Wärme producirende Körpermasse in ungünstigerem Verhältnisse steht zu der Wärme ableitenden Oberfläche, wird, wie schon Valentin hervorgehoben, die verschlechterte Wärmeabgabe sich wesentlich in einer Verzögerung der Erkaltungsgeschwindigkeit geltend machen.

Beispiele der postmortalen Temperatursteigerung.

Versuch vom 10. Mai 1869.

Temp. in der Vena cava inferior 38,50.

Athmungssuspension, um das Thier zu ersticken. Ablesung alle 30 Sec.:
38,55—51—30—37,60—38—00.

Von jetzt ab sinkt der arterielle Druck, der bis dahin gestiegen, schnell:
37,1—55—50—48—50.

Herzstillstand, Tod: 37,54—60—63—67—69—72—72—75—80—80—82—87—89—90—93—95—96—98—38,0—01—01—02—05—05—09—09—10—10—12—13—15—15—17—17—18—19—19—20.

Nunmehr blieb die Temperatur 8 Min. lang constant und sank dann allmählig. Um 1^h 37' betrug sie 38,1°, um 2^h 50' 37,25° C.

Versuch vom 11. Mai 1869. Temperatur in der untern Hohlvene constant 40,60.

Athmungssuspension, Ablesung alle 15 Sec.: 40,50—52—50—42—31—28—38—38—35—39—32—30—18—12—10.

Herzstillstand, Tod; Ablesung alle 30 Sec.: 40,08—07—07—05—05—05—05—05—08—08—09—09—10—10—10—11—13—14—16—18—20—20—20—21—22—25—27—29—30—31—32—35—37—38—39—40—44—42—43—44—46—47—48—49—49—49—48—48—47—45—45.

12^h 47': 40,45; 1^h 2': 40,50; 1^h 4': 48; 5': 43; 7': 43; 8': 42; 9': 41.

In diesen beiden Beispielen war also die Temperatur des Blutes während der Erstickung schnell gesunken; darauf erfolgt nach dem Tode eine langsame, einen ziemlichen Zeitraum beanspruchende Temperatursteigerung, in dem ersten Beispiele ganz stetig, in dem zweiten unstetig, indem die Temperatur mehrmals zu sinken beginnt, um nach kurzer Zeit wieder ihren Gang in umgekehrtem Sinne zu ändern. Die postmortale Steigerung ist aber nicht immer von solcher Dauer und Grösse, wie in den beiden obigen Versuchen. Ich habe Fälle gesehen, in denen sie den Werth von 0,17 nicht übersteigt.

Dass sie mit den Hirnfunctionen in keiner unmittelbaren Beziehung steht, geht daraus hervor, dass sie nach vorgängiger Trennung des verlängerten Markes vom Rückenmarke nicht fehlt. In dem folgenden Versuchsbeispiele war jene Trennung ausgeführt. Die Temperatur in der v. cava inferior dicht über der rechten Nierenvene betrug constant 39,50° C. Als darauf das Thier durch Athmungssuspension getödtet wurde, sank die Temperatur während derselben nicht, wie bei intacten Centralorganen, sondern stieg vielmehr ein wenig und fuhr dann nach dem Tode eine Zeitlang zu steigen fort, wie folgende Zahlen lehren:

Während der Athmungssuspension in je $\frac{1}{4}$ Min.: 39,50—51—51—51—51—51—51—51.

Stillstand des Herzens. Ablesung alle 60 Sec.: 39,52—55—57—59—60—62—63—64—65—66—66—67—67—67—67—67—66—64—63—62—61—60.

11^h 25': 39,60; 35': 50; 45': 28.

§. 8. Aenderung der Temperatur durch Nervenreizung in Körpertheilen, deren Kreislauf unterbrochen ist.

Kehren wir nach diesen gelegentlichen Abschweifungen zu dem Gange unsrer Untersuchungen zurück.

Wir gingen von der verbreiteten Auffassung aus, dass die Reizung der vasomotorischen Nerven, indem sie allgemeine Verengung der kleinen Arterien veranlasst, die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Capillaren und Venen herabsetze.

Es wurde in den Versuchen des 6. Paragraphen auf verschiedenen Wegen eine Verlangsamung der Strömungsgeschwindigkeit erzielt, welche aber niemals ein Sinken, vielmehr ein Steigen der Körpertemperatur zur Folge hatte.

Diese Beobachtungen legten mir die Folgerung nahe, dass die Temperaturabnahme, welche bei Reizung der Empfindungsnerven oder des verlängerten Markes eintritt, überhaupt nicht von Aenderungen des Blutlaufs, sondern vielmehr von irgend welcher directen Einwirkung des Nervensystems auf die Temperatur herrühre. Das Bedenkliche dieses Schlusses war mir im höchsten Grade peinlich; da aber die bisherigen Erfahrungen zu demselben hinzudrängen schienen, schlug ich neue Wege zur Prüfung desselben ein.

Es wurde die Temperatur im Hinterkörper gemessen, tief unten in der untern Hohlvene, in der Lebervene oder im Mastdarm. Sodann wurde die Brustaorta comprimirt, um den Hinterkörper der Blutzufuhr zu berauben und unter diesen veränderten Verhältnissen eine jener Einwirkungen auf das Nervensystem geschehen zu lassen, deren Temperatur deprimirenden Einfluss wir oben kennen gelernt haben. Ich erwartete, ungläubig bezüglich directer Beeinflussung der Temperatur durch das Nervensystem, in den ihres Blutlaufes beraubten Theilen die Reizung der Empfindungsnerven resp. des verlängerten Markes unwirksam werden zu sehen. Meiner Voraussetzung wurde durch die bald gemachten Erfahrungen widersprochen. In einer grossen Mehrzahl von Fällen hinderte die Aortencompression den Eintritt der Temperaturerniedrigung nicht.

Versuch vom 14. Juni 1869. Messung in der vena cava inferior unterhalb der Einmündung der Lebervenen.

Vor der Schliessung der Aorta: 38,40—40—41—41—41—42.

Während des Aortenschlusses: 38,42—42—44—44—44—45.

Reizung des ischiadicus (XX) 38,45—47—(XVIII) 50—51— (XVI) 49—49— (XII) 42—42—42.

Nach der Reizung: 38,47—46—48.

Nach Oeffnung der Aorta: 38,50—48—48—49—49—48—48—49—49—49.

Nach einiger Zeit vor der Schliessung der Aorta: 38,42—42—41.

Während des Aortenschlusses: 38,41—40—41—38—40—41.

Reizung des Ischiadicus (XV) 38,38—36— (XII) 21—28— (VIII) 22—15.

Nach derselben: 38,0—28—31—31.

Nach Oeffnung der Aorta: 38,41—39—39 etc.

Versuch vom 23. Juni 1869. Messung in der untern Hohlvene unmittelbar über der Einmündung der rechten Nierenvene. Es waren zuerst einige Versuche gemacht worden, bei welchen wegen zu schwacher Curarisierung die Beobachtung störende Zuckungen eintraten.

Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden-druck.	Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden-druck.
	36,70	155	Oeffnung der Aorta	61	55
	72	155		81	95
	72	155		87	135
	72	155		89	140
Compression der Aorta	69	185	Compression der Aorta	36,80	185
	75	175		81	185
	85	175	Athmungssuspension	82	175
	89	175		82	175
Reizung des ischiadicus XII	89	185		80	175
	90	175		50	185
	91	175		20 (!)	225
VIII	90	190			
	89	190	Wiederaufnah. der Athmung	70	195
VI	88	185		72	195
IV	83	235	Oeffnung der Aorta	73	190
	82	195		69	195
Schluss der Reizung	84	195	nach einer kurzen Pause	61	165
	85	195		61	155

Versuch vom 27. Juni 1869. Thermometer in der vena cava inferior dicht über der Theilungsstelle in die beiden v. iliacae communes.

Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden-druck.	Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden-druck.
	37,59	125	Athmungssuspension	37,89	220
	59	120		88	210
	60	120		89	210
	61	120		90	210
	61	120		91	200
				96	180
Compression der Aorta	37,71	150		96	180
	81	175		75	180
	89	190		36,90	182
	91	190			
	95	190	Resp. aufgenommen	20	220
	96	190		49	220
	95	220		85	170
	90	240			
	92	240	Aorta geöffnet	36,50	170

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Aorta geöffnet	36,65 37,00 18 38 39 40 40 41 41	150 150 150 150 150 150 150 150 150	Athmung sus- pendirt	37,59 61 61 42 36,60 35,60 35,00 34,91	210 210 220 220 220 230 240 240
Compression der Aorta	37,41 46 50 55 59 61 62 64	210 200 200 200 200 200 200 200	Athmung wieder aufgenommen	35,00 65 85	240 230 230
			Aorta geöffnet	35,89 36,10 52 85 92 98	? 180 160 180 180 160
Athmung sus- pendirt	64 64 60 59	200 200 200 200		37,02 01 36,99 99	160 160 150 150

Versuch vom 18. Juni 1869. Temperaturmessung in einer Leber-
vene. An dem Hunde waren bereits anderweitige Versuche gemacht worden.

Aorta offen: 36,71—70—70—70—70—70.

Aorta geschlossen: 36,71—72—78—79.

Reizung des ischiadicus (XI) 36,79—75—74—71.

Schluss der Reizung: 36,71—71—71—70—70—70—70.

Nochmalige Reizung: 36,69—65—62.

Schluss: 36,62—62—62—62—62.

Reizung: 36,59—55—52.

Schluss: 36,52—53—58—59.

Reizung: 36,59—55—53—52.

Schluss: 36,52—52—53—55—57.

Oeffnung der Aorta: 36,57—58—59—59—59—60—60—60—61.

Gegenüber diesen Versuchsbeispielen kann ich hervorzuheben
nicht unterlassen, dass bei der während des Aortenverschlusses ein-
geleiteten Athmungssuspension die Temperatur nicht immer in so
erheblichem Grade, wie es dort hervortritt, sinkt. Ich habe Fälle
gesehen, in denen das Sinken nur geringfügig war, ja erst nach
längerem Steigen eintrat.

Versuch vom 1. Juli 1869. Messung in der untern Hohlvene.

Bei offner Aorta: 38,30 const.

Verschluss der Aorta: 38,31—32—37—39—39.

38,40—41—42—43—44—47—47—48—48—49—49—50—50 Suspension
der Athmung —50—50—50—50—50—50—50—50—46—46—46—47—44
—44—44—44—45—45—45—45—45*).

Athmung wieder aufgenommen: 45—47—47—42—40.

Nochmalige Suspension: 40—41—45—40—40—40—40—40 u. s. f.

Versuche, wie der letzte zeigen, dass der Erfolg der Athmungssuspension bei geschlossener Aorta in quantitativer Beziehung ein wechselnder ist. Kein Wunder! Die Aortencompression für sich erweckt eine Tendenz zur Temperatursteigerung, die Athmungssuspension wirkt in entgegengesetztem Sinne. Je nach dem Verhältniss dieser beiden Factoren wird sich das Endergebniss quantitativ ändern können.

Das ist für uns Nebensache. Das Wichtige der letzten Versuche liegt in dem Nachweise der Möglichkeit, dass in Körpertheilen, deren zuführende Gefässe geschlossen sind und in denen der Blutlauf unterbrochen ist — an irgend ergiebigen collateralen Zufluss ist bei der Einrichtung der Versuche schwerlich zu denken — in Folge der oft erwähnten Einwirkungen auf das Nervensystem die Temperatur sinken kann, ein Umstand, der wiederum auf die Annahme eines directen Einflusses des Nervensystems auf die Temperatur gewaltsam hinzuweisen scheint.

§. 9. Verhalten fiebernder Thiere.

Das Gewicht der obigen Thatsachen wurde noch durch die folgenden in nicht geringem Grade vermehrt.

Bekanntlich hat in der Pathologie die Ansicht hier und da Vertretung gefunden, dass die das Fieber charakterisirende Temperaturerhöhung abhinge von directen Einwirkungen des Nervensystems auf die Wärme bildenden Processe: entweder in dem Sinne, dass in Folge plötzlicher Steigerung der Thätigkeit gewisser die Wärmeerzeugung anregender Theile des Nervensystems, oder so, dass in Folge von Parese gewisser die Wärmebildung herabsetzen-

*) Es ist erstaunlich, wie lange bei Verschluss der Brustaaorta die Athmungssuspension vertragen wird, — offenbar, weil der in dem Blute noch vorhandene Sauerstoff jetzt nur einem kleinen Theile des Körpers zu Gute kommt, und zwar demjenigen, welcher gerade die unmittelbar lebenswichtigen Organe enthält. — Sollte nicht das Räthsel des langen Untertauchens der Seehunde u. s. f. durch einen Verschluss vieler arterieller Bahnen und die auf diese Weise bewirkte Aufsparung des Blutes für die lebenswichtigen Organe (Hirn, Herz) zu erklären sein?

der Theile (regulatorisches Wärmecentrum) die Wärmeproduction plötzlich zunehme.

Wenn es sich in der That bei den von mir mitgetheilten Versuchen, die eine plötzliche Temperatur-Abnahme bei Reizung sensibler Nerven oder des verlängerten Markes feststellen, um direct wirkende „Temperatur-Nerven“ handelte, so müssten diese im Sinne der zweiten Annahme thätig sein: ihre Reizung würde die Temperatur herabsetzen, das Fieber würde Folge einer Parese derselben sein.

Betrachtungen der Art, deren Lockerheit ich keineswegs verkenne, — aber ich war doch bei dem Fortgange meiner Versuche auf ein gewisses Umhertasten angewiesen — veranlassten mich, die früheren Versuche an fiebernden Thieren zu wiederholen.

Ihr Erfolg schien den hypothetischen „Temperatur-Nerven“ durchaus das Wort zu reden. Im Fieberzustande tritt bei Reizung der Empfindungs-Nerven zwar die gewohnte Drucksteigerung in den Arterien, aber nicht mehr die dieselbe im Normalzustande begleitende Temperaturherabsetzung ein.

Um Fieber zu erzeugen, wurde den Hunden am Tage vor dem Versuche Eiter unter die Haut gespritzt; ob mit dem gewünschten Erfolge, muss nach der Temperatur beurtheilt werden. Doch würde es unrichtig sein, hier den Massstab anzuwenden, an welchen sich die menschliche Pathologie bei Beurtheilung des Fieberzustandes hält. Die Temperatur im Mastdarm*) oder in der untern Hohlvene kann bei gesunden Hunden 38° C., selbst 39° überschreiten; ausgesprochenes Fieber darf man erst annehmen, wenn das Thermometer 40° C. zeigt.

Versuch vom 23. Juli 1869. Fiebernder Hund.

Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden-druck.	Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden-druck.
Thermometer in d.v. iliaca dextra	40,11	115	Reizung d. XVI ischiadicus	10	175
	11	113		11	165
	11	112	XV	12	185
	11	112	Schluss d. Reizung	14	170

*) Die Temperatur im Mastdarm halte ich für einen unzuverlässigen Massstab zur Beurtheilung der Innentemperatur. Sie schwankt ausserordentlich in verschiedenen Tiefen und bei verschiedenen Thieren.

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Schluss der Reizung	16 16 17 15 ? 08 08 08	165 145 135 125 122 122 115 115	Reizung der Gesichtshaut	10 10 15 15 16 18 18	195 195 185 215 185 177 185
Reizung des XIV ischiiadicus XII	08 09 15 16 17 19	165 150 170 165 155 145	Schluss	18 19 18 18 18	165 150 138 125 125
Schluss	19 16 14 14 14	135 125 118 118 118	Therm. in die v. iliaca comm. dextra ge- schoben.	15 17 18 08 05 06 05 05	115 115 104 101 100 100 100 100
Thermometer in den untersten Theil der v. cava inferior zurückgezogen	40,01 39,98 98 40,01 01 01	115 115 113 113 115 115	Reizung des ischiiadicus	09 17 21 22	145 140 143 135
Nach 5 M. const.	06	108	Schluss der Reizung	40,21 19 18 21 21	125 125 125 145 145
Reizung der IV Gesichtshaut II 0	40,06 06 08 08 09	150 160 210 210 198	Reizung der Gesichtshaut	21 24 26 26 26 26 25 25 25	165 180 200 216 234 238 238 238 230
Schluss der Reizung	40,09 11 14 14 14	184 155 145 135 133			
Therm. im Ni- veau der Nieren- vene	24 18 17 17 17 15 15 11 11 11	96 ? 95 93 92 92 92 92 92 92	Schluss der Rei- zung, Pause. Manometer neu eingesetzt	40,23 23 23	155 155 155
			Reizung des XVI ischiiadicus	26 26 26	145 150 165

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Schluss	40,37	130	Suspension der	90	185
Thermometer	37	130	Athmung	88	185
im Niveau der	34	115		88	170
Nierenvene	32	105		88	180
	31	105		91	180
	29	105		91	180
	28	110		98	210
	27	105		40,05	170
	26	105		39,98	190
	25	110		98	170
	25	110		98	165
	24	110		98	125
	24	110			
Reizung des XVI	23	190	Wiederaufnah.	39,98	220
ischiiadicus	23	185	der Athmung	40,11	250
	23	160		15	210
				15	165
				15	120
Schluss	23	145		16	110
	23	145		16	120
				16	120
Suspension der	40,23	120		15	105
Athmung	23	165		15	105
	15	170			
	06	170	Hautreizung	15	110
	39,97	180		13	138
	95	170		13	135
	94	190		14	135
	92	170		14	130
	92	190		13	130

Versuch vom 26. Juli 1869. Fieberndes Thier. Thermometer in der untern Hohlvene im Niveau der rechten Nierenvene.

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
	40,88	75	Reizung XVI	87	155
	88	75	des ischiadicus	88	175
	88	72	XII	88	185
			X	88	195
Reizung XXVI	89	152	VIII	88	170
des ischiad.	89	140			
XXII	89	155	Schluss der	85	145
	86	155	Reizung	78	135
XVI	88	180		77	130
	88	180		77	125
				77	130
Schluss der	88	165		77	125
Reizung	88	143		78	115
	87	135			
	87	135	Reizung der	40,84	190
	87	125	Gesichtshaut	85	170

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Reizung der Gesichtshaut	40,85 85 87 86 86	200 Mm. 200 180 180 155	Wiederauf- nahme der Athmung	40,55 57 57 60 58 58 58	145 Mm. 145 155 165 145 135 115
Schluss der Reizung	86 85 85	130 115 115	Nach 6 Minuten	40,78 78 78	83 84 88
Suspension der Athmung	40,85 85 85 86 87 87 85 82 78 78 77 72 68 66 61 58	115 115 115 135 135 145 160 170 173 175 180 185 190 200 195 160 145	Reizung der Gesichtshaut	85 86 86 86 86	200 180 170 175 175
			Schluss der Reizung	84 80 80 80 80 81 80	125 120 115 105 105 105 105

Aus diesen Beispielen geht hervor, dass bei fiebernden Hunden die Reizung der Empfindungsnerven wie die des verlängerten Markes ebenso wie bei gesunden eine starke Steigerung des arteriellen Druckes zur Folge hat, dass dagegen die Erregung der sensibeln Nerven nicht mehr Herabsetzung der Innentemperatur öfters sogar geringe Steigerung bedingt, während jene bei Athmungssuspension noch zu Stande kommt.

Wir dürfen daraus mindestens schliessen, dass die Temperaturänderungen nicht in unbedingtem Zusammenhange mit den Kreislaufsänderungen stehen, denn sonst müssten stets beide gleichzeitig auftreten.

§. 10. Kurze Zusammenfassung und Erörterung der bisherigen Ergebnisse.

Fassen wir behufs weiterer Ueberlegungen die bisherigen Beobachtungsergebnisse kurz zusammen.

1) Bei Reizung der sensibeln Nerven oder des verlängerten Markes tritt unter gleichzeitiger Steigerung des arteriellen Druckes Temperaturabnahme im Innern des Körpers ein.

2) Wenn die allgemeine Annahme richtig ist, dass bei Reizung

der gesammten vasomotorischen Nerven des Körpers eine Blutstauung in den Arterien und eine Verlangsamung der Stromgeschwindigkeit in den Capillaren und Venen stattfindet, so kann der letztere Umstand nicht Ursache der Temperaturherabsetzung sein. Denn eine auf andern Wegen herbeigeführte Abnahme der Geschwindigkeit des Blutstromes (Reizung des peripherischen Vagus-Endes, plötzliche starke Blutentziehung) bedingt nicht sowohl ein Sinken, als vielmehr ein Steigen der Temperatur.

3) Die Temperaturabnahme bei Reizung der Empfindungsnerven oder des verlängerten Markes kann im Hinterkörper (v. cava inferior, Lebervene) noch stattfinden, wenn die Aorta in der Brusthöhle geschlossen ist.

4) Bei fiebernden Thieren kann durch Reizung der Empfindungsnerven noch dieselbe arterielle Drucksteigerung wie im Normalzustande, dagegen nicht gleichzeitige Temperaturerniedrigung hervorgerufen werden.

Aus 3) und 4) scheint zu folgen, dass die Temperaturänderung nicht unbedingt abhängt von der unter gewöhnlichen Verhältnissen sie begleitenden Kreislaufsänderung.

Mit diesen Ergebnissen häuften sich die Schwierigkeiten für eine befriedigende Deutung des paradoxen Verhaltens der Temperatur auf fast entmuthigende Weise.

An welche Erklärung, die im Stande wäre anzuknüpfen an unsre bisherigen Vorstellungen von den Bedingungen, welche die Höhe der Innentemperatur des Thierkörpers bestimmen, durfte man noch denken?

Sollte es sich um eine plötzliche Herabsetzung der Wärme-production handeln?

Aber selbst eine solche einmal vorausgesetzt, so würde die Herabsetzung der Temperatur noch immer nicht erklärt sein. Denn damit diese an einem bestimmten Punkte im Innern des Körpers schnell sinkt, muss eine schnelle Fortleitung der Wärme von diesem Punkte aus stattfinden. Wie soll eine solche aber im Hinterkörper in jenen Versuchen zu Stande kommen, wo Circulation und Respiration unterbrochen sind? Unter diesen Verhältnissen ist ja die Abkühlung der innern Theile denselben Bedingungen unterworfen, wie nach dem Tode, d. h. die Wärmeableitung nach aussen erfolgt lediglich durch die Continuität der Gewebe von Schicht zu Schicht, indem jede mehr nach Innen gelegen wärmere Schicht Wärme abgibt

an jede mehr nach aussen gelegene warme Schicht. Wie die Verfolgung des Ganges der Innentemperatur im todten Körper lehrt, geschieht auf diese Weise die Temperaturabnahme mit ausserordentlicher Langsamkeit.

Ein Hund z. B., bei welchem die Temperatur in der untern Hohlvene nach dem letzten Herzschlage in $26\frac{1}{2}$ Min. von 40,08 auf 40,45° C. gelangt war, zeigte folgenden Gang der Erkaltung:

Zeit.	Stand des Thermometers.	Abkühlung pro 1 Min.
1 ^h 4'	40,48	0,05
5'	40,43	0,00
7'	40,43	0,01
8'	40,42	0,01
9'	40,41	0,01
45'	40,05	0,01

Bei einem zweiten Thiere stieg die Temperatur nach dem Tode in 19 Min. von 37,80 auf 37,90, blieb hier einige Zeit stehen, und sank dann wie folgt:

Zeit.	Stand des Thermometers.	Abkühlung pro 1 Min.
12 ^h 41'	37,88	0,0018
1 ^h 42'	37,77	0,008
3 ^h 9'	37,08	0,012
5 ^h 6'	35,59	

Dergleichen Beobachtungen nöthigen, so scheint es, die Folgerung auf, dass die schnelle Temperaturabnahme in dem Hinterkörper bei sistirter Circulation und Respiration unmöglich von einer plötzlichen Herabsetzung der Wärmeentwicklung herrühren könne. Denn nach dem Tode ist die Intensität der Wärme bildenden Processe gewiss noch mehr gesunken; die Ableitungsbedingungen sind in beiden Fällen die gleichen, und doch erkaltet der Körper so ausserordentlich langsam.

Wenn also von Seiten der Wärme-Entwicklung eine Aussicht zur Lösung des uns gestellten Räthsels nicht zu gewinnen war, so schien es ebenso unmöglich, zu einer solchen durch die Annahme einer plötzlichen Steigerung der Wärme-Ableitung zu gelangen. Wie in aller Welt sollte dieselbe zu Stande kommen, wie namentlich dann, wenn nach Unterdrückung der Circulation im Hinterkörper und der Respiration die Ableitung durch Haut und Lungen eine minimale geworden?

Ohne eine rettende Aussicht auf eine befriedigende physikalische Deutung wurde ich widerwillig zu dem misslichen Schlusse gedrängt, dass die oft erwähnten Einwirkungen auf das Nervensystem

unmittelbar irgend welche chemischen Vorgänge im Blute oder in den Geweben veranlassen müssten, in Folge deren Wärme zum Verschwinden gebracht würde. Dieser Schluss schien noch an bindender Kraft zu gewinnen durch gewisse Versuche mit künstlicher Abkühlung und Erwärmung der Versuchsthiere, die ich erst im dritten Capitel erwähnen werde, und so befand ich mich, als ich meine Beobachtungen auf der Naturforscherversammlung zu Innsbruck vorläufig mittheilte, in der peinlichen Lage bekennen zu müssen, dass es mir an jedem Anhaltspuncte für die Deutung derselben fehle.

Zweites Kapitel.

Von dem Verhalten des Blutdruckes und der Stromgeschwindigkeit in den Arterien und Venen bei Reizung der Empfindungsnerven und des verlängerten Markes.

§. 11. Neue Angriffspuncte.

Das Missvergnügen, einen befriedigenden Aufschluss über die Ursachen der paradoxen im ersten Kapitel mitgetheilten Temperaturphänomene nicht zu besitzen, hielt mich vor einem Jahre von einer ausführlichen Mittheilung meiner Beobachtungen ab. Ich trug mich Monate lang mit dem Gedanken an jene Erscheinungen herum, ohne den Muth zu neuen Angriffen des Problems zu gewinnen, bis ich im Winter beim schriftlichen Zusammenstellen der früheren Resultate darauf aufmerksam wurde, dass einem Theile meiner bisherigen Schlussfolgerungen eine genau genommen keineswegs streng bewiesene Annahme zu Grunde lag.

Wenn die vasomotorischen Nerven, sei es direct vom verlängerten Marke, sei es indirect von den sensibeln Nerven aus in energische Thätigkeit versetzt werden, steigt bekanntlich der mittlere arterielle Druck. Bezold erklärte früherhin diese Erscheinung aus einer Vergrößerung der Triebkräfte des Herzens. Den Gedanken, dass es sich um eine Stauung des Blutes in den Arterien, herbeigeführt durch Zuschnürung ihrer Enden, handeln könnte, wies er zurück. Denn er beobachtete bei Halsmarksreizung an durchschnittenen Aesten der vena brachialis und cruralis, dass jede Drucksteigerung im Aortensysteme begleitet war von einer Beschleunigung des Blutausflusses aus den Venen (Untersuchungen über die Innervation des Herzens. Leipzig 1863 S. 225).

Als jedoch später Ludwig und Thiry die Verengerung der kleinen Arterien bei Reizung des Halsmarkes als allgemeinen sich über den ganzen Körper ausbreitenden Vorgang erkannten und die

arterielle Drucksteigerung auch noch nach Zerstörung sämtlicher zum Herzen von aussen herantretender Nerven beobachteten, gaben sie für die Beobachtungen Bezolds eine andre Erklärung, jenes Ansteigen des Druckes als Folge einer Abflusshemmung deutend. In der bahnbrechenden Abhandlung (Wiener Sitzungsberichte, 18. Febr. 1869) giebt Ludwig für die Bezold'schen Beobachtungen an den Venen eine mit jener Auffassung in Einklang stehende Erklärung: »Den Versuch, welchen v. Bezold vorschlägt, kann man entweder an einer grösseren dem Herzen nahe gelegenen Vene oder an einer kleineren anstellen. Die Beobachtung der grösseren Venen empfiehlt sich darum, weil ihr Strom aus einer grösseren Anzahl einzelner zusammenfliesst; indem er das Mittel aus allen diesen Theilstömen giebt, wird sein Resultat davon unabhängig sein, ob die eine oder andre Arterie von der Reizung unberührt blieb. Dieser Beobachtungsort ist aber auch aus andern Gründen ungünstig. So lange die grossen Venen geschlossen bleiben, wird in ihnen während der Rückenmarksreizung der Blutdruck im Allgemeinen erhöht sein, und zwar darum, weil sich das Blut in ihnen anhäuft, das die Arterien bei ihrer Verengerung ausgetrieben haben, um so mehr, weil sich dasselbe nur bis in das Herz, nicht aber jenseits desselben weiter verbreiten kann. . . . Daraus folgt, dass mit dem Steigen des Druckes in der Aorta, beziehungsweise der Verschliessung ihrer Aeste der Abfluss aus einer angestochenen Vene für kurze Zeit stärker werden muss. . . . Wir sind also auf den Versuch an einem kleinen Venenstamme angewiesen. Insofern ein solcher seinen Inhalt nicht aus anastomosirenden Venen sondern nur aus einem Bezirke von Capillaren bezieht, ist der Versuch allerdings von den eben besprochenen Fehlern frei, aber er beweist dann natürlich nur für den Zustand der Arterie, welche in jenen Bezirk führt. Man darf deshalb das, was man an einem einzelnen Gefässe gefunden, nicht sogleich für den Strom in allen übrigen als gültig ansehen« u. s. f.

Diese Kritik der Bezold'schen Schlüsse und die positiven Beobachtungen, welche Ludwig in jener Arbeit anführte, machten überall einen schlagenden Eindruck und so trat man allgemein, und zwar auch von Bezold selbst, auf Ludwig's Seite.

Indess wurden mir durch meine Wärmebeobachtungen gewisse Zweifel rege; ich sagte mir, dass einigen der Ludwig'schen Aufstellungen die Unterlage directer Beobachtungen fehle; und so machte ich mich im Interesse der Deutung meiner Temperaturbeobachtungen

daran, den Einfluss der Reizung der vasomotorischen Nerven auf Druck und Geschwindigkeit in den Venen der Untersuchung zu unterziehen.

Die Versuche dieses Abschnittes habe ich in Gemeinschaft mit den Studirenden Th. Block und G. Stetter angestellt, welche sich an allen Experimenten auf das Eifrigste und Wirksamste theiligten.

§. 12. Bei Reizung der vasomotorischen Nerven steigt mit dem Drucke in den Arterien gleichzeitig der Druck in den Venen.

In den nachfolgenden Versuchen wurde der arterielle Druck in der carotis auf gewöhnliche Weise, der Druck in den Venen mittelst eines nicht mit Quecksilber, sondern mit kohlensaurem Natron gefüllten Manometers gemessen, theils in der vena jugularis externa, theils in der vena cava inferior. In jene wurde das Manometer mittelst einer gewöhnlichen, möglichst weiten T-Canüle eingesetzt. Von einer directen Einführung einer Canüle in die untere Hohlvene konnte natürlich nicht die Rede sein. Ich verfuhr hier so, dass ich eine v. cruralis bloßlegte, unterband, oberhalb des Unterbandes öffnete und von hier aus eine mit kohlensaurem Natron gefüllte und mit dem Manometer durch einen Gummischlauch in Verbindung gesetzte grade, möglichst weite Glasröhre bis in die v. cava inferior vorschob, was ohne alle Schwierigkeit gelingt. Es liegt wohl auf der Hand, dass man auf diese Weise nicht dieselbe Druckgrösse misst, wie wenn das Manometer durch eine T-Canüle mit der Hohlvene in Verbindung gesetzt werden könnte. Aber in jedem Falle steht der hier gemessene Druck in Beziehung zum Seitendrucke, mit diesem steigend und fallend. Und gerade den Sinn der Druckänderungen in der Vene kennen zu lernen war für mich das Wichtige; ich konnte auf diesen Annäherungsversuch nicht verzichten, weil ich ja sehr viele Temperaturmessungen gerade in der untern Hohlvene gemacht hatte.

Wählt man die in die Hohlvene von der cruralis aus vorgeschobene Glasröhre zu eng, so entstehen in derselben leicht Gerinnungen, deren Gegenwart sich sofort daran merklich macht, dass die für gewöhnlich erheblichen respiratorischen Druckschwankungen im Manometer klein werden oder selbst ganz aufhören. Kleinere Gerinnsel kann man entfernen, wenn man mit dem die Glasröhre mit dem Manometer verbindenden Gummischlauche eine Seitenröhre in Verbindung setzt, um von dieser aus nach Abklemmung des Ma-

nometers kohlenaures Natron mit grösserem Drucke in die Glasröhre einzutreiben.

Der möglichsten Kürze wegen lege ich die Resultate dieser Beobachtungen in einigen nach den unmittelbaren Versuchsergebnissen entworfenen Curven-Beispielen vor.

Die Curve III bezieht sich auf einen Versuch, in welchem gleichzeitig der Druck in der v. jugularis externa (T-Canüle) und in der art. carotis gemessen wurde. Die schwarz ausgezogene Curve giebt den Carotiden-Druck in Mm. Hg, die punctirte Curve den Venendruck in Mm. kohlen. Natronlösung. R und S bezeichnen Beginn und Schluss der Reizung des nv. ischiadicus durch die Ströme des Magnetelectromotors, die neben R stehenden arabischen Ziffern die Entfernung der secundären Rolle des Magnetelectromotors von der primären.

Die römischen Ziffern I, II u. s. f. bezeichnen Zuckungen des noch nicht ganz vollständig curarisirten Thieres, N den Eintritt der völligen Narcose.

Die Zeichen * und ↑ bedeuten Beginn und Ende einer Athmungssuspension.

P deutet Versuchspausen an.

Die beiden über einander stehenden Curven zeigen nun auf den ersten Blick, dass gleichzeitig mit dem Mitteldruck in der Carotis auch der Druck in der v. jugularis externa in Folge der Reizung des nv. ischiadicus oder der Athmungssuspension steigt und sinkt.

Dasselbe lehrt die Curve IV, welche sich auf die untere Hohlvene und die art. carotis bezieht; es wurden hier nur Athmungssuspensionen gemacht, deren Beginn und Ende durch dieselben Zeichen wie oben angegeben ist. Der gleichsinnige Gang der beiden Druckcurven ist auch hier unverkennbar ausgesprochen. Die letzte Suspension wurde so lange fortgesetzt, dass die Wiederaufnahme der Athmung das Thier nicht retten konnte, weil das Herz versagte: die Folge davon drückt sich in dem stetigen Sinken des arteriellen und Steigen des venösen Druckes aus.

Als eine ganz besonders auffallende und interessante Erscheinung muss ich das Auftreten von Venenpulsen während der Athmungssuspension hervorheben. Sie wurden sowohl an der Hohlvene als an der jugularis sichtbar und die ihnen entsprechenden Druckschwankungen des Manometers nahmen um so mehr an Grösse zu, je länger die Suspension dauerte und je höher damit der absolute

Druck in den Venen stieg. Die Stellen, an denen sie ganz besonders stark hervortraten, sind in der Curve durch das Zeichen + angedeutet.

Endlich verweise ich auf die — noch in anderer Beziehung später ausführlicher zu erläuternde Curve V, in welcher bei electricer Reizung des verlängerten Markes ganz analoge Phänomene hervortreten. Das unmittelbare Ergebniss der obigen Beobachtungen besteht also darin, dass bei — directer oder reflectorischer — Reizung der vasomotorischen Nerven der arterielle und venöse Druck in gleichem Sinne sich ändern, d. h. steigen und (nach der Reizung) sinken. Der Beginn des Sinkens des venösen Druckes tritt oft erst ein wenig später ein, als das Sinken des arteriellen Druckes, weil bei beginnender Erschlaffung der kleinen Arterien zunächst grössere Blutmengen zu den Venen übergeführt werden. Dass das Steigen des Venendruckes im Sinne der obigen Ausführungen von Ludwig aufzufassen sei, wird wohl schon durch den analogen Gang der arteriellen und venösen Druckcurve einigermaßen zweifelhaft. Ganz unverträglich aber mit Ludwig's Auffassung sind die in dem folgenden Paragraphen auseinander zu setzenden Beobachtungen über die Geschwindigkeit des Blutstromes bei Reizung der vasomotorischen Nerven.

§. 13. Bei Reizung der vasomotorischen Nerven nimmt während der arteriellen und venösen Drucksteigerung die Stromgeschwindigkeit im Gefässsystem erheblich zu.

Um von den etwaigen Aenderungen der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes in den Venen während der Reizung der vasomotorischen Nerven eine annähernde Vorstellung zu bekommen, beobachtete ich zuerst nach dem Vorgange von Bezolds eröffnete kleinere Venen. Ganz kleine Venenstämmchen sind für diese Untersuchung wenig geeignet, weil sie nach der Freilegung in einiger Ausdehnung bald platt zusammen fallen und ganz blutleer werden, ein Uebelstand, von welchem grössere Stämmchen in der Regel frei bleiben. Wenn man ein solches am Rumpfe oder den Extremitäten — sehr geeignet sind auch die Zweige niederer Ordnung der v. jugularis am Halse — in einiger Länge freilegt, unterbindet und an der peripherischen Seite der Ligatur eröffnet, so kann man bei Reizung des ischiadicus oder des verlängerten Markes das sonderbare Schauspiel erleben, das Blut in stark beschleunigtem Strome, „ja oft mit dem Herzschlage isochronen grossen Pulsationen aus der Oeffnung

strömen zu sehen. In günstigen Fällen spritzt das Blut fussweit, wie aus geöffneten Arterien *).

Derartige Wahrnehmungen konnten jedoch nicht genügen, um die Beschleunigung des Blutstromes über allen Zweifel festzustellen. Es war nothwendig, die mittlere Stromgeschwindigkeit in grösseren Venenstämmen während der Reizung der vasomotorischen Nerven auf unmittelbarem Wege zu controlliren. Wir führten die Messung an der v. cruralis und jugularis externa mittelst Ludwigs Stromuhr aus. Das Instrument, von welchem ich mehrere Exemplare in verschiedener Grösse habe anfertigen lassen, wurde ganz nach den von Ludwig gegebenen Regeln angewandt, mit der einzigen Abweichung, dass ich statt des durch Schütteln mit warmem Wasser gereinigten Olivenöls frisch gepresstes Mandelöl anwandte, welches sich vortrefflich bewährte.

Wenn die Geschwindigkeitsmessung in der v. jugularis vorgenommen wurde, geschah gleichzeitig die Druckmessung in der art. cruralis; bei Benutzung der v. cruralis für die Geschwindigkeit wurde die art. carotis für die Druckbestimmung verworthen. Die Zeitdauer zwischen den einzelnen Drehungen der Stromuhr wurde in den ersten Versuchen mittelst der Uhr bestimmt; in den spätern zog ich es vor, nach Ludwigs Vorgange jede Drehung durch einen — bei mir mit dem Marey'schen Pneumographen in Verbindung gesetzten — Signalapparat auf dem Kymographion unter der Druckcurve zu markiren. Das constante Resultat dieser Versuche bestand nun darin, dass während der durch die Reizung der vasomotorischen Nerven — herbeigeführt durch electriche Erregung des verlängerten Markes — veranlassten arteriellen Drucksteigerung die Stromgeschwindigkeit in den genannten Venen sehr erheblich steigt, nach Beendigung der Reizung beim Absinken des Druckes wieder sinkt. Leider ist es mir der Gerinnungen in der Stromuhr wegen nie geglückt, den Versuch so lange fortzusetzen, bis die Geschwindigkeit auf die vor der Reizung bestandene Grösse gesunken war, aber doch so weit, dass die zwischen den Uhdrehungen verfliessenden Zeiträume an Länge wieder erheblich zunahmen. Die Gerinnung kommt natürlich um so schwieriger zu Stande, je schneller das Blut in der Stromuhr wechselt; es ist deshalb vorthellhaft, sich an Kugeln von relativ gerin-

*) Die Erscheinung trat nicht ein an den Venen der gld. submaxillaris und des plex. pampiniformis.

gem Rauminhalte zu halten, weil in grössern der Blutwechsel zu langsam geschieht.

Die Geschwindigkeitszunahme tritt allmählig mit dem Steigen des Druckes ein und dauert nicht bloss während der Reizung fort, sondern auch nach derselben so lange, bis der Druck wieder merklich gesunken ist, was nicht sofort mit dem Schlusse der Reizung der Fall ist. In mehreren Fällen stieg nach Schluss der Reizung die Geschwindigkeit sogar noch etwas über den Werth, welchen sie während derselben erreicht hatte, offenbar weil die verengten kleinen Arterien beim Beginne der Erweiterung grösseren Blutmengen den Abfluss aus den ausserordentlich stark gespannten grösseren Arterien in die Venen gestatten.

Zur Erläuterung des Gesagten diene die Original-Curve vom 11. Juli 1870 (No. VI). Diese Tafel enthält zwei Umgänge des Kymographion-Cylinders, jeder einer Minute entsprechend. Die verzeichneten Druckcurven sind an sich verständlich. Die unterhalb gezeichneten Linien \wedge bezeichnen die Umdrehungen der Stromuhr; die Zahlen, mit welchen sie versehen sind, die Zeitfolge der Drehungen. Von den Doppellinien trifft immer die linke mit der Drehung zusammen, sie entspricht dem Ansteigen des Zeichenhebels an dem Signalapparate, die rechte dem Sinken desselben. Verfolgt man die Drehungssignale von 1 bis 4, so hat man in den Abscissenstrecken 1—2, 2—3, 3—4 die Zwischenzeiten zwischen den Drehungen vor der Reizung. Bei 4 begann die Reizung, mit welcher der Druck sofort zu steigen und die Drehungszeit sich zu verkürzen beginnt. Das Signal 6 ist leider auf die Naht des Bogens gefallen. Bei 8 wurde die Reizung geschlossen; der Druck hält sich noch eine Zeitlang auf dem Maximum und sinkt dann sehr allmählig. Von dem Signal 24 ab nehmen die Zwischenzeiten zwischen den Drehungen mit dem stärkeren Sinken des Druckes merklich zu; aber weder Druck noch Geschwindigkeit sind am Ende des zweiten Cylinderumganges auf ihre Ausgangsgrössen gesunken.

Aehnliche Versuche über die Stromgeschwindigkeit habe ich auch an den Arterien angestellt, die zu wesentlich demselben Ergebnisse führen. Curve VII bezieht sich auf eine Geschwindigkeitsmessung in der art. cruralis und Druckmessung in der art. carotis. Die Trommel hat drei Umgänge gemacht, die der Druckcurve entsprechende Abssc. ist fortgelassen, was, da es nur auf die Aenderungen des Druckes, nicht auf seine absolute Grösse ankommt, völlig gleich-

gültig ist. Am Ende des ersten Umganges, bei 1, ist das erste Geschwindigkeits-Signal, bei 3 beginnt die Reizung der medulla, durch welche anfangs der vagus stark afficirt wird; bei 8 wurde die Reizung geschlossen. Verfolgt man die den Drehungssignalen entsprechenden Zahlen, so ist wiederum ohne Weiteres klar, dass mit steigendem Drucke die Geschwindigkeit zunimmt, mit sinkendem Drucke abnimmt.

Nach diesen Erfahrungen ist also erwiesen, dass bei Reizung der vasomotorischen Nerven des Körpers Druck und Geschwindigkeit in den grossen Gefässstämmen steigen, — entgegen der bisher allgemein gültigen Annahme, nach welcher die mechanischen Folgen jener Erregung in einer Blutstauung in den Arterien unter gleichzeitiger Steigerung des Druckes in dieser Gefässprovinz und Abnahme der Geschwindigkeit auf der gesamten Strombahn bestehen sollten.

§. 14. Einige Bemerkungen zu den in den letzten Paragraphen mitgetheilten Resultaten.

Die oben mitgetheilten Erscheinungen sind einer weiteren Besprechung und Erklärung bedürftig, die jedoch vorläufig auf gewisse, noch nicht ganz zu beseitigende Unsicherheiten stösst.

Diese liegen ganz vorzugsweise begründet in der Angabe von Ludwig und Thiry, dass bei Reizung des Halsmarkes die kleinen Arterien des Körpers, so weit diese von jenen Forschern freigelegt und beobachtet wurden, sich auf ein Minimum, selbst bis zum völligen Verschwinden des Lumens, contrahiren. Damit erscheint das Ergebniss des §. 13 unvereinbar, denn eine allgemeine Verschlüssung oder auch nur sehr hochgradige Verengerung müsste die Stromgeschwindigkeit in dem gesammten Gefässsystem herabsetzen. Wenn dieser Folgerung die Erfahrung widerspricht, so werden die Beobachtungen von Ludwig und Thiry eine gewisse Einschränkung erfahren müssen.

Es wäre erstens denkbar, dass sich nur ein Theil der Arterien verschlüsse, ein anderer — activ oder passiv — erweiterte¹⁾. Der Verschluss einer gewissen Zahl von Stromcanälen würde die allge-

1) Die vorliegende Arbeit wurde Ende August der Redaction eingesandt. Mitte September war Prof. Ludwig so freundlich, mir eine Arbeit von Hafiz mitzutheilen, welche nachweist, dass die Muskelarterien bei Reizung des Halsmarkes sich nicht schliessen.

meine Steigerung des mittleren Druckes verständlich machen: die Abnahme des Rauminhaltes der Gefässe bei unverändertem Blutvolumen muss eine Zunahme der mittleren Spannung herbeiführen. Die Stromwiderstände werden in dem Maasse steigen, als das gesammte Strombett durch Verödung einer grössern oder geringern Zahl von Canälen sich verengt. Da aber gleichzeitig die vom Herzen entwickelten Triebkräfte wachsen, wird jene Widerstandszunahme, wenn das Wachstum der Triebkräfte schneller geschieht als das der Widerstände, überwunden und das Blut auf den frei gebliebenen Bahnen mit beschleunigter Geschwindigkeit vorwärts getrieben werden können. — Sollten, was allerdings wenig wahrscheinlich, die Angaben Sucquet's sich bestätigen, nach denen an sehr vielen Orten des Körpers neben den Capillaren noch directe vasa arterioso-venosa von grösserm Umfange den Zusammenhang zwischen Arterien und Venen vermitteln, so würde man vielleicht daran denken können, dass das Blut bei Zunahme des Widerstandes auf der Capillarbahn sich hauptsächlich auf jenen directen Wegen aus den Arterien in die Venen ergösse.

Man könnte ferner zweitens auf den Gedanken kommen, dass eine so hochgradige Verengerung, wie sie Ludwig und Thiry an einzelnen freigelegten Arterien bei Reizung des Halsmarkes beobachteten, unter gewöhnlichen Verhältnissen gar nicht oder doch nur ganz vereinzelt Platz greife, dass vielmehr die Gesammtheit der kleinen Gefässe, wenn gleichzeitig von dem vasomotorischen Centro aus erregt, eine nur mässige Lumenverengerung erfahre. Diese würde die Drucksteigerung, und die gleichzeitige Verstärkung der Herzthätigkeit die Möglichkeit der Strombeschleunigung verständlich machen.

Endlich drittens wäre es vielleicht nicht ganz undenkbar, dass bei Erregung des verlängerten Markes die kleinen Arterien sich nicht sowohl tonisch contrahirten, als vielmehr in der von Bezold und Gscheidlen¹⁾ angenommenen Weise nach peristaltischem Modus Bewegungen machten, durch welche sie das Blut von der arteriellen Seite nach der venösen mit beschleunigter Geschwindigkeit hinüberschaften. Da hierbei immer eine Verengerung des Raumes in dem Gebiete der kleinen Gefässe gegenüber dem Raumvolumen

1) Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium in Würzburg II. Heft S. 347.

während des unthätigen Zustandes Platz greifen muss, würde die Erhöhung des mittleren Druckes nicht unerklärt bleiben.

Ueber diese Möglichkeiten wird die Zukunft entscheiden müssen. Es lag nicht im Plane meiner diesmaligen Arbeit, jenen wichtigen Verhältnissen weiter nachzugehen, als es zur Gewinnung eines aussichtsvollen Standpunctes für die Deutung der von mir beobachteten Temperaturerscheinungen nothwendig war. Und so weit dürfte die Untersuchung jetzt gediehen sein.

Drittes Kapitel.

Erklärung des Verhaltens der Innentemperatur bei Reizung der Empfindungsnerven oder des verlängerten Markes aus den Veränderungen des Kreislaufs. — Schlussbemerkungen.

§. 15. Die Temperaturabnahme unter gewöhnlichen Verhältnissen.

Bei der Besprechung der möglichen Ursachen, von welchen das Sinken der Innentemperatur bei Reizung der Empfindungsnerven abhängen könnte, haben wir im ersten Abschnitte die Veränderungen des Kreislaufs in erster Linie berücksichtigt, aber freilich von einer Voraussetzung ausgehend, die, bisher allgemein als zutreffend erachtet, sich nunmehr als unzureichend erwiesen hat.

Wir glaubten, dass während der Steigerung des arteriellen Druckes die Geschwindigkeit des Blutstromes in der Gefäßbahn sinken müsse. Wir wiesen nach, dass ein Sinken der Geschwindigkeit zur unmittelbaren Folge ein Steigen der Temperatur habe; wir schlossen daraus, dass die Circulationsänderung, welche die Temperaturherabsetzung begleite, nicht die Ursache der letzteren sein könne.

In diesem auf falscher Voraussetzung beruhenden Schlusse wurden wir bestärkt durch die Erfahrung, dass

1) die Temperaturherabsetzung unter den oft besprochenen Bedingungen auch noch zu Stande komme in dem Hinterkörper während des Verschlusses der aorta thoracica descendens;

2) bei fiebernden Thieren dieselbe Aenderung der Circulation bei Reizung der sensiblen Nerven eintrete, wie bei normalen Thieren, die begleitende Temperaturherabsetzung aber fehle.

Es schien somit Alles darauf hinzuweisen, dass die Aenderung der Temperatur und des Kreislaufes trotz ihrer unter gewöhnlichen

Verhältnissen vollkommen zeitlichen Coexistenz Nichts mit einander zu schaffen hätten.

Nachdem ich nun aber gefunden, dass die mittlere Geschwindigkeit des Blutstroms in den Gefässen während der arteriellen Drucksteigerung nicht ab-, sondern vielmehr erheblich zunimmt, war ich von Neuem auf die Ueberlegung angewiesen, ob darin ein die Temperaturherabsetzung erklärendes Moment liegen könne.

Ich sehe hier vorläufig von den Erfahrungen beim Aorten-Verschlusse und beim Fieber ab und halte mich an den einfachen, von allen Verwicklungen freien Fall, dass bei einem normalen Thiere, sei es das verlängerte Mark, sei es der nv. ischiadicus gereizt werde.

Wie bereits im ersten Abschnitte erörtert, ist die stete Erneuerung der Blutmassen in den peripherisch gelegenen Körpertheilen ein für den Wärmeverlust des Körpers vorzugsweise bedingendes Moment. Durch die Mischung des von der Peripherie zurückkehrenden abgekühlten Blutes mit dem warmen Venenblute der innern Organe wird der Wärme-Verlust für das Innere des Körpers ausserordentlich viel schneller vermittelt, als durch die blosse Leitung der Wärme von Innen nach Aussen durch die Continuität der Gewebsschichten.

Demnach muss die Abkühlung des Körper-Innern abhängen 1) von der Blutmenge, welche in jedem Augenblicke von der Körper-peripherie nach dem Innern zurückkehrt; 2) von dem Grade der Abkühlung, welche das Blut an der Peripherie erlitten.

Man kann, wie mir scheint, von vornherein nicht übersehen, wie sich nun die Verhältnisse gestalten werden, wenn sich die Circulation beschleunigt. Die von den peripherischen Theilen nach dem Innern zurückkehrenden Blutmassen werden wachsen, ebenso die die innern Organe durchströmenden Blutquanta. Da aber das Blut jetzt die peripherischen Theile schneller durchströmt, wird dasselbe auch weniger Wärme verlieren, als bei langsamerem Laufe, ebenso in den höher temperirten innern Organen weniger Wärme aufnehmen. Was nun das endliche Gesamtergebniss aller dieser durch Beschleunigung des Blutlaufs herbeigeführten Veränderungen für die Temperatur des Innern sein müsse, lässt sich von vornherein mit Bestimmtheit nicht sagen.

Ein deutlicher Fingerzeig liegt freilich in den schon oben im ersten Abschnitte erwähnten Versuchen, in denen (durch Reizung des Vagus, durch plötzliche starke Blutentziehungen) die Blutgeschwindigkeit herabgesetzt wurde: hier sahen wir die Temperatur

steigen. Danach ist zu vermuthen, dass bei steigender Stromgeschwindigkeit die Innentemperatur sinken müsse.

Thatsächlich wird diese Schlussfolge durch die folgenden Beobachtungen unterstützt.

I. Wenn man einem Thiere sehr grosse Blutentziehungen macht, so dass der Blutdruck erheblich sinkt, wird dem entsprechend die Stromgeschwindigkeit erheblich verlangsamt, was zur nächsten Folge ein Steigen der Innentemperatur hat. Hat man die Wirkung der Ischiadicus-Reizung vor der Blutentziehung untersucht und vergleicht man damit die Temperatur herabsetzende Wirkung jener Reizung nach geschehener Blutentziehung, so stellt sich in der Regel heraus, dass die Temperatur bei gleicher Reizung jetzt stärker heruntergeht als früher. Die relative Aenderung des Kreislaufes durch die vasomotorische Erregung ist aber nach der Blutentziehung viel grösser als vor derselben, denn der Druck in den Arterien steigt, wenn schon sein absoluter Werth viel geringer ist, doch relativ viel mehr, — vorausgesetzt dass seine absolute Grösse nicht durch eine gar zu copiose Blutentleerung auf ein gar zu geringes Maass heruntergebracht ist.

Wenn demnach die Temperaturherabsetzung steigt mit der Grösse der durch die Reizung herbeigeführten Kreislaufsänderung, so liegt darin doch offenbar eine Unterstützung für die oben ausgesprochene Auffassung, dass eine Beschleunigung der Circulation eine Beschleunigung der Abkühlung des Körpers zur nächsten Folge hat.

II. Die Folgen der Circulations-Beschleunigung für die Temperatur im Innern des Körpers ändern sich mit der Temperatur der Körperperipherie; sie werden um so auffallender, je mehr hier die Temperatur von der des Innern verschieden ist.

a) Versuche mit Abkühlung der Körperoberfläche.

Derartige Versuche habe ich zuerst im Sommer 1869 an fiebernden Thieren angestellt, aber, wie ich später gefunden, in nicht ganz zweckentsprechender Weise. Ich bedeckte Brust, Bauch und Hinterextremitäten des auf den Rücken gebundenen Thieres mit Leincompressen, die in Eiswasser getaucht waren, und Eisstücken. Dies Verfahren führt jedoch lange nicht so energische Abkühlung herbei, als wenn man das ganze Thier in Wasser von 14—18°C. versenkt; bei der letztern Weise wird das Fell viel besser durchnässt und damit seine Wärmeleitungsfähigkeit viel mehr gesteigert. Wenn man nun die Temperatur des im kalten Vollbade befindlichen Thieres etwa

in der v. cava inferior beobachtet, so bemerkt man ein stetiges Sinken, das sich aber jedesmal bei Reizung des nv. ischiadicus¹⁾ erheblich beschleunigt. Was unter gewöhnlichen Umständen in mäßigem Grade geschieht, geht jetzt, bei beträchtlicher Abkühlung der Körperperipherie, in sehr viel auffallenderer Weise vor sich.

b) Versuche mit Erwärmung der Körperoberfläche.

Zur Herbeiführung dieses Zweckes wurden die Thiere in Vollbäder von warmem Wasser versenkt. Seit das hiesige physiologische Institut im Besitze einer Leitung für warmes Wasser ist, welche dasselbe in mehreren Zimmern in beliebiger Menge (Temp. über 40° C.) liefert, hatten diese früherhin sehr unbequemen Versuche keine technischen Schwierigkeiten mehr. Um das Badewasser bei einer längeren Versuchsreihe auf annähernd gleicher Temperatur zu erhalten, bedarf es natürlich mehrfacher Zufuhr warmen Wassers.

Die Ergebnisse dieser Versuche ändern sich, je nachdem die Temperatur des Badewassers unter der Temperatur des Innern des Körpers bleibt oder über dieselbe hinausgeht.

Wählt man die Badetemperatur etwas niedriger als die Innentemperatur des Körpers, aber der letzteren gleichwohl nahe (etwa um 1—2° C. tiefer), so steigt die Körpertemperatur wegen der ausserordentlichen Verringerung der Wärmeabgabe im Allgemeinen in die Höhe. Bei Reizung des ischiadicus oder des verlängerten Markes

1) Die Reizung des nv. ischiadicus in dem Bade wurde in folgender Weise bewerkstelligt. Das centrale Stück des durchschnittenen und in genügender Länge frei gelegten Nerven wurde an einen Seidenfaden gebunden und durch den horizontalen Schenkel einer ziemlich weiten T-förmigen Glasröhre gezogen, darauf das Ende dieser Röhre durch einen Kork geschlossen. In der Röhre ging der Nerv durch zwei Platin-Ringe, die mit zwei in dem verticalen Schenkel befindlichen Zuleitungsdrähten für die Ströme des Magnet-electromotors in Verbindung standen. Diese Drähte waren jeder in einem langen Gummischlauche geborgen, beide Schläuche in der Oeffnung des verticalen Schenkels wasserdicht befestigt. Die Glasröhre, welche den Nerven enthielt, wurde in die zur Freilegung des letzteren angelegte Schenkelwunde dicht eingenäht, zuerst durch Aneinandernähen der Muskeln, sodann des Felles, so dass zu dem Nerven kein Wasser dringen konnte. Die Gummischläuche leiteten die Drähte isolirt über die Wasseroberfläche. Die ganze Vorrichtung ist in ihrem wesentlichen Theile einem schon vor längerer Zeit von du Bois-Reymond angegebenen Apparate (Vorrichtungen und Versuchsweisen Tab. II Fig. 11) nachgebildet.

(durch Athmungssuspension) wird die Geschwindigkeit des Ansteigens verringert oder selbst die Temperatur ein wenig herabgesetzt, aber doch viel weniger als unter gleichen Bedingungen ausserhalb des Bades. Solche Beobachtungen waren es, die in mir früherhin den Gedanken unterstützten, es möchte die Herabsetzung der Temperatur bei jenen Eingriffen auf das Nervensystem mit der Circulation Nichts zu schaffen haben; ich glaubte, dass bei einer so hohen Temperatur der Umgebung die Wärmeabgabe an der Peripherie verschwindend klein sein müsse. Aber sie ist doch nicht gleich Null geworden und deshalb bei beschleunigter Blutzufuhr von den peripherischen Theilen her immer noch ein Sinken der Innentemperatur denkbar.

Anders wenn man dem Badewasser eine (um 2—3° C.) höhere Temperatur giebt, als sie der Thierkörper im Innern besitzt. Unter diesen Umständen steigt die Innentemperatur mit ausserordentlicher Geschwindigkeit in die Höhe, so dass es schwer wird, zu sichern Thermometer-Ablesungen zu gelangen. Ueberdiess kann man die Thiere nicht lange in einem so heissen Bade halten, ohne dass die Erregbarkeit des Nervensystems zu sinken beginnt. Die Beobachtungen unter so misslichen Umständen können also nur fragmentarische sein. Man sieht in der ersten Zeit nach dem Einsenken des Thieres in das warme Wasser bei der Reizung des ischiadicus die Temperatur zwar weiter steigen, aber oft mit geringerer Geschwindigkeit als in den Reizungspausen. Es erklärt sich dies Verhalten daraus, dass es doch einer gewissen Zeit bedarf, bis die peripherischen Körpertheile in einiger Tiefe die Temperatur des umgebenden warmen Wassers annehmen. Bevor dies geschehen, wird das bei der Reizung dieselben in schnellerem Tempo durchströmende Blut noch immer im Sinne einer Temperaturverminderung auf die innern Theile einwirken und deren Temperatursteigerung entgegen wirken. Erst wenn die Thiere so lange in dem heissen Bade verweilt haben, bis die hohe Aussentemperatur in einige Tiefe eingedrungen ist, wird das den peripherischen Theilen zuströmende Blut sich stärker erwärmen und so bei der Reizung wegen seiner beschleunigten Stromgeschwindigkeit ein beschleunigtes Ansteigen der Innentemperatur veranlassen, was ich in der That wiederholt gesehen habe. Kühlt dann das Badewasser allmählich unter die Innentemperatur ab, so tritt wieder das umgekehrte Verhalten ein.

Zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Folgen, welche die Ischiadicus-Reizung für die Innentemperatur hat, von der Tem-

peratur der Umgebung diene statt vieler Worte und Zahlentabellen die Tab. VII. Die mittlere Curve A giebt die Temperatur-Aenderung in der untern Hohlvene, während der Hund sich unter gewöhnlichen Verhältnissen befand. Die Abscissen-Abtheilungen bedeuten wie immer die Zeit von 15 Sec., R und S bezeichnet Beginn und Schluss der Reizung des Nerven. Jede Reizung führt eine erhebliche Herabsetzung der Temperatur herbei. —

Sodann wurde der Hund in Wasser von 39,82° C. versenkt; das Verhalten unter diesen veränderten Umständen giebt die obere Curve B. Die Temperatur steigt allmählig in die Höhe, die erste Reizung veranlasst beschleunigtes Steigen. Bei C war die Temperatur auf 38,62° C., also unter die Temperatur im Innern gesunken. Die Reizung hat jetzt ein geringes Sinken zur Folge.

Schliesslich wurde das Thier in Wasser von 16° C. gebadet. (S. die untere Curve D). Die Innentemperatur sinkt schnell, bei der Reizung mit erheblich beschleunigter Geschwindigkeit. Nach Schluss der Reizung steigt, wie unter gewöhnlichen Bedingungen, die Temperatur in der Regel wieder etwas an.

Nach diesen Beobachtungen steht also der Einfluss der Reizung des *nv. ischiadicus* auf die Innentemperatur in Abhängigkeit von der Temperatur des Mediums, in welchem sich das Versuchsthier befindet. Ist diese Temperatur niedriger als die Innentemperatur, so findet bei der Reizung jedesmal eine plötzliche Herabsetzung der letzteren statt, und zwar um so energischer, je weiter die Innen- und die Aussentemperatur von einander entfernt sind. (Gewöhnliche Zimmertemperatur, kaltes Bad, warmes Bad unter Körpertemperatur.) Ist die Temperatur des umgebenden Mediums höher, (hoch temperirtes warmes Bad), so kann beschleunigte Erhöhung der an sich schon steigenden Körpertemperatur zur Beobachtung kommen.

Die in diesem Paragraphen zur Sprache gebrachten Thatsachen, ganz besonders die letzthin erwähnten, scheinen ohne alle Frage nachzuweisen, dass das früherhin so paradox aussehende Phänomen der Temperaturherabsetzung bei directer oder indirecter (reflectorischer) Erregung des Gefässnervencentrums sich hinreichend aus der damit verbundenen Aenderung der Stromgeschwindigkeit des Blutes erklärt. Die letztere gewinnt eine bisher nicht hinreichend gewürdigte Bedeutung für die Regulirung der Innentemperatur.

Nunmehr aber drängen sich einige der früher mitgetheilten Erfahrungen in den Vordergrund, welche mit der jetzt gewonnenen

Deutungsweise vorläufig unvereinbar erscheinen. Es erhebt Widerspruch die Beobachtung, dass auch bei geschlossener Brusttaorta die Temperatur in der untern Hohlvene sinkt, wenn ein Empfindungsnerv oder das verlängerte Mark gereizt wird; es erhebt Widerspruch die Thatsache, dass bei fiebernden Thieren jene Einwirkungen auf das Nervensystem zwar die gleiche Circulations-, aber nicht die gleiche Temperaturänderung veranlassen.

Diese Widersprüche müssen gelöst werden, bevor wir uns bei unserer obigen Auffassung für beruhigt erklären können.

§. 16. Erklärung der Versuche in der untern Hohlvene bei geschlossener Brusttaorta.

Bei dem im vorigen Paragraphen gewonnenen Standpunkte konnte eine Lösung des Widerspruchs, auf welchen zuletzt aufmerksam gemacht worden ist, nur erwartet werden durch Untersuchung der Frage, ob in der untern Hohlvene trotz des Verschlusses der Brusttaorta bei Reizung des nv. ischiadicus oder des verlängerten Markes noch irgend welcher Blutwechsel eingeleitet werden kann. Zur Beantwortung derselben führte ich in die untere Hohlvene von der v. cruralis aus in der früher geschilderten Weise ein Manometer ein.

Der Druck in der v. cava inferior ändert sich bei Verschluss der aorta nicht immer in gleichem Sinne (vergl. Tab. V.)*).

Ist zur Zeit der Beobachtung der Druck in den Arterien sehr hoch, in den Venen verhältnissmässig gering, so hat Verschliessung der Aorta als nächste Folge eine Drucksteigerung in der v. cava inferior (s. C. A. I—III); ist der arterielle Druck niedriger, der venöse relativ höher, so sinkt unmittelbar nach Verschluss der Aorta der Druck in der untern Hohlvene (C. A. V—VI).

Die Verschiedenheit der Wirkung je nach dem absoluten Werthe des arteriellen Druckes lässt sich bei genauerer Ueberlegung recht wohl erklären.

Wenn bei bestehender starker Spannung der Arterien und verhältnissmässig geringer der Venen (C. A. I—III, wo die Arterien-Curve erheblich über der Venen-Curve liegt) plötzlich ein sehr grosser Theil der Schlagaderverästlung verschlossen wird, werden die noch offenen Arterien, weil bereits unter hohem Drucke stehend, vom

*) In der Tafel bedeutet: CA und OA. Compression resp. Oeffnung der Aorta; die beigesetzten römischen Ziffern bezeichnen die Nummer der Compression. — B und S sowie * und † haben die frühere Bedeutung. † bedeutet starke Venenpulse, 1, 2, 3 bedeutet Zuckungen.

Herzen aus nicht viel mehr Blut, als sie bereits enthalten, aufnehmen können, das Herz also nur wenig Blut aus den grossen Venen nach der arteriellen Seite hinüber zu schaffen im Stande sein. Dagegen werden die verschlossenen Abschnitte der arteriellen Bahnen, weil im Augenblicke der Schliessung in hoher Spannung befindlich, einen beträchtlichen Theil des in ihnen enthaltenen Blutes in die Venen über-treiben. So muss es zu einer Drucksteigerung in den letzteren kommen.

Ist dagegen die Spannung der Arterien gering und der Venen im Verhältniss zu jener hoch (C. A. V—VII, wo Arterien- und Venen-Curve einander sehr nahe liegen), so wird nach Verschluss der Brust-aorta der noch offene Theil des Arteriensystems noch relativ viel Blut von dem Herzen, also indirect von den grossen Venen her aufnehmen, aus der aorta abdominalis dagegen in die untere Hohl-vene des geringeren Druckunterschiedes wegen weit weniger Blut nach-dringen als im ersten Falle. Deshalb wird in der untern Hohlvene wenigstens zunächst der Druck sinken.

Wie dem auch sei, bei Reizung des ischiadicus steigt in beiden Fällen der Hohlvenendruck, woraus folgt, dass in dieses Gefäss neues Blut eindringt. Die peripherischen, unterhalb der Verschlussstelle der Aorta aus dieser entspringenden Arterienveräst-lungen werden natürlich noch immer Blut enthalten, welches sie bei Erregung der vasomotorischen Nerven durch Zusammenziehung ihrer Muskeln in die Capillaren treiben, so dass sie diese zur Ent-leerung ihres Blutes in die Venen zwingen. Damit ist aber die Mög-lichkeit einer Temperaturherabsetzung in der untern Hohlvene gegeben.

Die Athmungssuspension hat bei geschlossener Brust-aorta zunächst immer ein Sinken des Druckes in der v. cava inferior zur Folge.

Die Erklärung hierfür liegt darin, dass bei der künstlichen Respiration jede Lufteinblasung eine erhebliche Drucksteigerung in der Brusthöhle und damit einen Rückstau des Blutes nach der untern Hohlvene veranlasst, welcher natürlich mit Suspension der Respiration fortfällt. Damit muss aber der Mitteldruck in der Vene heruntergehn. Im Verlaufe der Suspension steigt der Druck in der Vene nicht jedesmal in die Höhe (s. C. II u. C. III), aber es kann doch ein Ansteigen vorkommen (C. V), was natürlich wiederum auf Entleerung von Blut von der Peripherie her in die Venen schliessen lässt. Dass öfters das Ansteigen des Druckes in der Vene während der Suspension nicht beobachtet wird, stimmt mit der früheren Er-

fahrung überein, dass die Suspension durchaus nicht immer Temperaturherabsetzung (sc. bei geschlossener Aorta) zur Folge hat.

Nach diesen Ermittlungen, welche die Möglichkeit eines Blutwechsels in der untern Hohlvene bei geschlossener Brust-aorta in Folge von Reizung des ischiadicus oder des verlängerten Markes ausser Zweifel setzen, wird auch die unter diesen Verhältnissen beobachtete Temperaturherabsetzung verständlich und auf jenen Blutstrom zurückführbar; sie verliert dadurch ihren früher so räthselhaften Anschein.

§. 17. Ueber die Versuche an fiebernden Thieren.

Es bleibt nun noch übrig zu versuchen, ob auch die früher mitgetheilten Beobachtungen an fiebernden Thieren mit unsrer jetzt gewonnenen Auffassung der Temperaturphänomene in Einklang zu bringen sind. Der Leser erinnert sich, dass im Fieberzustande bei Reizung der Empfindungsnerven zwar die gewohnte arterielle Drucksteigerung in nicht geringerem Maasse, als im Normalzustande eintrat, dass aber die für gewöhnlich dieselbe begleitende Temperaturherabsetzung im Innern des Körpers fehlte. Bei Athmungssuspension dagegen wurde die letztere, wenn schon nicht immer, doch zu wiederholten Malen beobachtet.

Wenn die beiden Bedingungen, von welchen die Temperaturherabsetzung bei der Reizung der Empfindungsnerven abhängt, in 1) der Beschleunigung der Circulation, 2) dem erheblichen Temperaturunterschiede der innern und der peripherischen Theile des Körpers, in welchen letzteren das Blut wesentlich kühler ist als im Innern, gegeben sind, so muss das negative Resultat bei fiebernden Thieren offenbar darin seinen Grund haben, dass eine dieser beiden Bedingungen nicht mehr erfüllt ist.

Die Circulations-Aenderung tritt, nach Ausweis des in die Carotis eingeführten Manometers, in derselben Weise ein wie beim fieberfreien Zustande. Danach wird der Verdacht nahe gelegt, dass die zweite Bedingung, nämlich der niedrigere Grad der Temperatur in den peripherischen Körpertheilen gegenüber den innern, nicht mehr in demselben Maasse erfüllt ist, wie im gesunden Zustande, d. h. also, dass die Temperatur der peripherischen Theile derjenigen der innern sich mehr nähert, als unter normalen Verhältnissen.

Diese Vermuthungen finden nun in der Erfahrung ihre volle Bestätigung.

Wenn man ein fieberndes Thier von aussen her abkühlt, so

tritt nach einiger Zeit bei Reizung der Empfindungsnerven die im normalen Zustande gewohnte Temperatur-Reaction im Innern des Körpers wieder ein; sie hört auf, wenn die künstliche Abkühlung unterbrochen wird.

Zur Zeit, als ich die hierher gehörigen Versuche anstellte, bediente ich mich zum Zwecke der Abkühlung noch des schon oben erwähnten unvollkommenen Hilfsmittels, einen Theil der Körperoberfläche (Brust, Bauch, Oberschenkel) mit in Eiswasser getauchten Lappen und Eisstücken zu bedecken. Hat man die kalten Umschläge eine Zeit lang einwirken lassen, so erlangt die Reizung der Empfindungsnerven auf die Innentemperatur ihre gewohnte Einwirkung. Hüllt man das Thier nach Entfernung der Eisumschläge in eine wollene Decke, so schwindet die Wirkung der Reizung allmählig wieder vollständig.

Versuch vom 27. Juli 1869. Fieber durch Eiterinjection am Tage vorher erzeugt. Temperaturmessung in der untern Hohlvene im Niveau der Nierenvene; Druckmessung in der carotis.

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
	40,0	130	Schluss	39,97	140
	0	130		97	140
	0	130			
	0	130	Reizung des ischiadicus	98	160
				98	185
Reizung XXIV des ischiadicus	40,01	165		98	160
XX	01	175			
XX	00	175	Schluss	97	145
XVI	38,99	185		97	135
	98	185		98	130
Schluss	98	155	Reizung der Gesichtshaut	40,02	200
	97	145		04	180
	97	?		05	185
	97	145		05	175
	97	145			
	97	145	Schluss	04	140
	97	140		04	125
	97	145		04	125
Reizung der Gesichtshaut	94	210	Bedeckung von Brust, Bauch, Oberschenkeln mit eiskalten Umschlägen	40,04	150
	98	515		04	130
	98	210		04	130
	98	210		04	130
				05	130
Schluss	39,98	160		03	125
	98	145		03	125
	97	140			

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Reizung XVI des ischiadicus	40,04	150		39,16	120
	00	170		15	120
X	00	170		14	120
Schluss	00	145	Hautreizung	39,13	190
	00	150		11	170
	39,99	125		11	170
	98	125	Schluss	10	155
	98	125		08	140
	98	110		05	130
	97	115		04	130
	97	115			
	95	115			
	94	114	19 Min. Pause	38,26	120
	93	105		23	120
	93	105		21	120
				19	120
Reizung der Gesichtshaut	92	185		17	120
	89	170			
	89	155	Hautreizung	17	175
	90	155		17	200
				18	190
Schluss	90	135	Schluss der Reizung	16	170
	88	125		10	130
	88	130		05	135
	88	130		01	120
	87	125			
	86	115			
	85	115	2 Min. Pause	37,87	120
	82	112		86	120
	79	112		86	120
	76	123		85	120
	72	?			
	70	?	Hautreizung	85	160
	67	?		84	175
	65	?		84	175
	62	?		83	165
	60	?		84	145
Reizung der Gesichtshaut	39,59	175	Schluss der Reizung	37,82	160
	57	180		81	135
	57	180		79	125
	57	180			
Schluss	57	?	Pause 3 Min.	37,48	90
	51	130		47	95
	48	125		46	95
	47	125		?	?
				43	115
				42	115
4 Min. Pause	39,25	120		39	115
	22	120			
	18	120	Hautreizung	37	170
	17	120		31	175

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Hautreizung	34	170	Nachdem die letzten Rei- zungen in immer verstärkter Weise Tempera- turherab- setzung zur Folge gehabt, werden die Eis- umschläge ent- fernt und der Hund in eine Wattdecke ein- gehüllt		
Schluss	34	160			
	34	140			
	30	140			
	28	125			
	27	125			
	24	120			
	22	110			
	21	115			
	18	110			
	17	115			
	17	115			
	14	115			
	14	105			
Hautreizung	14	165	11 ^h 15'	36,77	
	05	170	28'	36,56	
	06	160	34'	36,65	
	06	160	37'	36,68	
	06	160	Von 11 ^h 38' ab alle 15 Sec.	36,71	120
Schluss	07	125		71	110
	05	125		71	110
	05	115	Reizung des ischiadicus	36,72	135
	04	115		74	150
	01	115		74	160
	36,98	115		71	170
				71	160
Reizung XVI des ischiadicus	37,01	135			
	36,98	135	Schluss	70	130
XII	97	155		67	120
X	95	160		67	120
VIII	94	175		68	120
	93	160		68	115
Schluss	36,93	125		68	115
	90	130		67	120
	87	130		67	120
	87	120	Hautreizung	36,74	180
	87	120		68	175
	87	120		67	170
	85	120		67	170
	84	120			
	83	120	Schluss der Reizung	68	145
Hautreizung	36,84	170		68	130
	70	160		67	130
	67	160		67	130
	67	160	Reizung d. Haut	69	180
Schluss	75	140		68	175
	77	130		68	160
				68	170

Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchs- bedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Schluss	68	150	Hautreizung	36,77	
	68	140		77	
	68	130		77	
	68	130			
	68	130	Schluss	71	
	68	120		65	
	68	120		64	
				63	
Hautreizung	68	185			
	69	175	Reizung	66	
	69	175		66	
				65	
Schluss	68	150		65	
	68	140			
Pause 16 Min.	36,85	?	Schluss	64	
				61	
				60	
Reizung der Haut	85	180		59	
	85	190		58	
	85	196		57	
	83	192		56	
	81	184		54	
	82	180		52	
	84	174		?	
				?	
Schluss	84	145		?	
	84	140		?	
	84	140		46	
	84	136		46	
	84	136			
	84	130	Hautreizung	46	
				47	
				45	
				44	
				44	
Nachdem die Reizung der Empfindungs- nerven ihre Ein- wirkung auf die Temperatur verloren, wird das Thier wieder mit Eisumschlä- gen bedeckt. In der Carotis Ge- rinsel, deshalb von jetzt ab nur Temperaturab- lesungen					
	36,83			44	
	81		Schluss	38	
	82			36	
	81			35	
	80			34	
	77			32	
	77			28	
	77			27	
	77			24	
				19	
				18	
				17	
				16	
				14	
				08	
				07	
			Hautreizung	07	

Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.	Versuchsbedingungen.	Temperatur in der v. cava inferior.	Carotiden- druck.
Hautreizung	06 05 05 05		Hautreizung	49	
			Schluss	35,50 48 47 46 44 38 36 38 42 41 40	
Schluss	01 35,96 95 95 95 94 94 92 87 85 84 83 81		Hautreizung	37 28 24 21	
Hautreizung	80 78 77 76		Schluss	26 28 27 25 25 24 21 19	
Schluss	76 76 74 70 68 67 67 67 66 64		Hautreizung	18 16 10 06 04	
			Schluss	14 15 12 12	
Pause 2 Min.	35,58 57 56 55				
Hautreizung	55 55 51 49		Die Wirkung der Reizung auf die Temperatur ist also in vollem Maasse wieder eingetreten.		

Versuche, wie der eben mitgetheilte, sind mehrfach angestellt worden. Sie zeigen, dass bei fiebernden Thieren die Ursache, weshalb die Reizung der Empfindungsnerven zwar die gewöhnliche Circulationsänderung, aber keine Herabsetzung der Körpertemperatur herbeiführt, in der relativ hohen Temperatur der peripherischen

Körpertheilen liegt. Wird diese künstlich herabgesetzt — was bei dem obigen Versuche nur langsam durch kalte Umschläge, in andern Beobachtungen viel schneller durch kalte Vollbäder geschah — so tritt die Wirkung der Erregung wieder in vollem Masse hervor.

Dass in der That beim Fieber die ppherischen Körpertheile im Verhältnisse zu den innern wärmer sind, als im Normalzustande, haben mich spätere mit Herrn Heinrich Körner angestellte Versuche gelehrt *). Wir haben die Temperatur des Blutes im linken Herzen thermoelectrisch verglichen mit der Temperatur zwischen den grossen Adductoren des Oberschenkels, durch welche die Thermo-nadel bis auf den Knochen eingesenkt wurde oder in der v. iliaca comm. Bei gesunden Thieren war hier die Temperatur meist niedriger, bei drei fiebernden höher als im linken Herzen. Danach muss die Wärmeproduction in den Muskeln im Fieberzustande weit lebhafter sein als im gesunden Zustande.

Somit wäre es gelungen, auch für das Verhalten fiebernder Thiere eine Erklärung zu gewinnen, welche mit unserer Auffassung der Temperaturherabsetzung im Innern des Körpers bei Erregung der vasomotorischen Nerven — auf directem oder indirectem Wege — vollkommen in Einklang steht. Die von uns gefundene Beschleunigung der Circulation führt im Normalzustande ein Sinken der Temperatur herbei, weil beschleunigte Zufuhr relativ kalten Blutes von der Körperperipherie her bewirkt. Beim Fieber fehlt jener Einfluss, weil das Blut in den peripherischen Organen relativ weniger kalt ist als im Normalzustande.

Es bleiben nur noch zwei von mir gemachte Wahrnehmungen übrig, deren Deutung nicht ohne Schwierigkeiten ist.

Während bei fiebernden Thieren die Reizung der Empfindungsnerven ohne Folgen für die Innentemperatur war, führte die Athmungssuspension mehrmals eine merkliche Herabsetzung derselben herbei.

Um hierfür wenigstens eine Vermuthung zu gewinnen, ist im Auge zu behalten, dass bei der Athmungssuspension zu der Reizung der vasomotorischen Nerven mit ihren hämodynamischen Folgen

*) Die Dissertation von Herrn Körner: »Beiträge zur Temperaturtopographie« liegt bereits zur Hälfte druckfertig vor und wird nach dessen Rückkehr aus dem Feldzuge veröffentlicht werden.

noch eine Sauerstoffverarmung des Blutes hinzutritt. Dadurch wird die Wärmeproduction vermindert werden, während die Ableitung wegen der Beschleunigung der Circulation steigt. So scheint der temperaturherabsetzende Einfluss derselben auf complicirteren Bedingungen als der blossen Circulationsbeschleunigung zu beruhen. —

Schliesslich kann ich die mehrmals gemachte Beobachtung nicht unerwähnt lassen, dass bei fiebernden Thieren die ursprünglich vermiste Einwirkung der sensibeln Reizung auf die Temperatur wenigstens für einige Zeit wieder hervortrat, nachdem ihnen starke Dosen Chinin injicirt worden waren. Es mag nur angedeutet werden, dass diese Erscheinung vielleicht auf der in neuerer Zeit vielfach angenommenen Herabsetzung des Stoffwechsels durch jenes Alkaloid beruht. Die verminderte Wärmebildung würde dann in ähnlicher Weise, wie bei der Sauerstoffentziehung, mit der Beschleunigung der Abkühlung durch die Erhöhung der Stromgeschwindigkeit zusammenwirken, um das Sinken der Innentemperatur herbeizuführen. Doch sei dieser keineswegs erledigte Punct fernerer pharmakodynamischen Untersuchungen empfohlen.

§. 18. Schlussbemerkungen.

Die vorliegende Abhandlung wirft mehr Fragen auf, als sie beantwortet. Ich habe bis jetzt auf die Inangriffnahme einer Reihe interessanter Aufgaben, welche sich, wie der Leser gewiss gesehen haben wird, im Laufe der Untersuchung stellten, verzichten müssen, weil mir zunächst die Pflicht oblag, eine Erklärung für das paradoxe Verhalten der Innentemperatur bei Reizung der Empfindungsnerven zu ermöglichen.

Die Thatsache, dass bei Reizung der Empfindungsnerven sowie des verlängerten Markes nicht bloss der Druck in den Arterien und Venen steigt, sondern auch die Stromgeschwindigkeit in beiden Gefässbezirken zunimmt, bedarf einer weiteren Verfolgung, bei welcher zunächst die in §. 14 angedeuteten Gesichtspuncte die Richtung der fernerer Forschung bestimmen dürften.

Ebenso liegt in der Thatsache, dass die Innentemperatur des Thierkörpers in so verschiedener Weise durch die Geschwindigkeit des Blutstromes beeinflusst wird, die Aufforderung zu fernerer Untersuchungen auf dem Gebiete des Wärmehaushaltes des Organismus. Niemand wird übersehen, dass in dem ganzen obigen Aufsätze nur die ersten und nächsten Folgen der Strombeschleunigung für die

Innentemperatur hervorgehoben sind. Da nach den bahnbrechenden Untersuchungen über die Vorgänge der Gewebeathmung, welche wir Ludwig's Institute verdanken, der Nachweis geliefert ist, dass mit der Beschleunigung der Durchfuhr arteriellen Blutes durch die Capillaren der Organe der Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäurebildung steigt, wird auch die Wärme-Entwicklung mit der Zeit merklich in die Höhe gehn müssen. Auf die Innentemperatur des Körpers hat mithin die Geschwindigkeit des Blutstromes einen zweifachen, nach entgegengesetzter Richtung gehenden Einfluss: bei Vergrösserung derselben wird die Temperatur zunächst sinken, aber diesem Sinken durch die Vermehrung des Stoffumsatzes eine Grenze gesetzt werden. Auf diese Weise wird sich bei verschiedenen Graden der Geschwindigkeit die Constanz der Temperatur von selbst reguliren, indem mit dem Wechsel der Geschwindigkeit zwei Einflüsse, von denen der eine die Temperatur herabzusetzen, der andere sie zu steigern strebt, eine Aenderung in entgegengesetztem Sinne erfahren. Die Compensation, von welcher wir hier sprechen, kommt im Leben gewiss oft genug in Betracht.

Bei grosser körperlicher Anstrengung wird das Blut durch das schneller pochende Herz mit vermehrter Geschwindigkeit umhergetrieben. Dass selbst bei anhaltender Muskelthätigkeit die Temperatur doch im Ganzen nur wenig steigt, wird zum Theil in der Beschleunigung des Blutlaufes seinen Grund haben, welche abgesehen davon, dass sie dem vermehrten Sauerstoffbedürfnisse der Muskeln gerecht wird, die überschüssig entwickelte Wärme durch Beschleunigung der innern Abkühlung entfernen hilft. Freilich giebt es hier eine Grenze: denn wenn durch zu gewaltsame Anstrengung die Temperatur der Muskeln in zu ungewöhnlich hohem Maasse steigt, wird sie sich allmählig der der innern Organe nähern und damit ein ähnlicher Zustand wie beim Fieber eintreten, insofern als das von der Peripherie des Körpers zurückkehrende Blut, weil nicht mehr wesentlich kälter, auch nicht mehr zur Abkühlung des Venenblutes im Innern des Körpers dienen kann. So sahen Billroth und Fick ebenso wie Leyden bei ihren Versuchen über den Tetanus die Temperatur im Rectum zunächst sinken und erst in späterer Folge steigen. Ich selbst habe in zwei Versuchen, in denen die Hunde beim Fesseln aussergewöhnliche Anstrengungen zu ihrer Befreiung gemacht hatten, die gewohnte Einwirkung der Reizung der Empfindungsnerven auf die Innentemperatur auffallend gering ausfallen sehen. —

Wie weit die besprochenen Vorgänge für die Theorie des Fiebers verwerthbar sind, wie weit dieselben für die Therapie (Hydrotherapie, Anwendung äusserer Hautreize u. s. f.) in Betracht kommen, muss ich auf diesem Gebiete Vertrauteren zur Erwägung anheimstellen. —

Es kann nicht fehlen, dass in den in dieser Arbeit gegebenen Entwicklungen gar Mancher Anklänge an eigene Ideen wiederfindet. Wenn diese Blätter es erreichen, bisweilen hier und da wohl aufgetauchte, aber, weil des erfahrungsmässigen Beweises ermangelnd, unsicher und vereinzelt gebliebene Gedanken durch die vorgeführten Versuchsreihen zu ergänzen und zu innerem Zusammenhange zu verknüpfen, so ist damit ihr Zweck vollständig erfüllt. —

II.

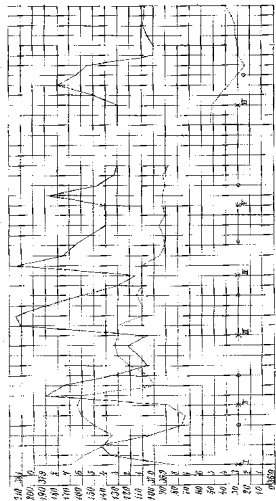
Experimentelle Beiträge zur Physiologie der Magendrüsen.

Von

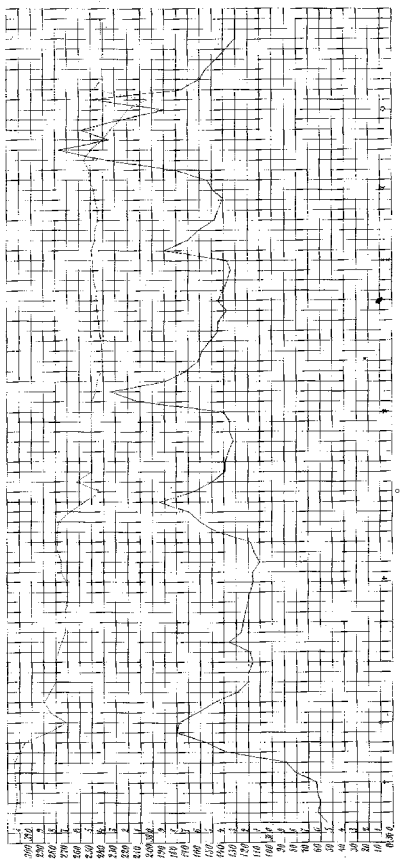
Albert von Brunn und Dr. Wilhelm Ebstein.

Bekanntlich hat Heidenhain (Schultze's Archiv f. mikr. Anat. 1870 S. 368) gezeigt, dass in den sog. Labdrüsen ausser den sog. Labzellen (Belegzellen H.) noch eine zweite Art von Zellen (Hauptzellen H.) vorhanden sei und hat es bereits wahrscheinlich gemacht, dass den letzteren die Pepsinbildung zuzuschreiben sei. Diese Ansicht Heidenhains fand ihre Bestätigung in der Arbeit Ebsteins (über den feineren Bau und die physiolog. Funktionen der sog. Magenschleimdrüsen; ebendas. S. 515), welcher nachwies, 1) dass auch das Infus der keine Belegzellen führenden sog. Magenschleimdrüsen in hohem Grade das Vermögen besitzt, Eiweisskörper zu lösen und 2) dass die Drüsenzellen der Pylorusdrüsen identisch mit den Hauptzellen der sog. Labdrüsen sind. Diese Identität dokumentirt sich nicht nur in ihrem gleichen äusseren Habitus, ihrem gleichen Verhalten gegenüber verschiedenen Reagentien und Tinctionsfüssigkeiten, sondern insbesondere durch Veränderungen, welche beide in gleicher Weise während der Verdauung erfahren. Die Kenntniss der Veränderungen dieser beiden Zellenarten im thätigen Zustande führten zu der Vermuthung, dass der Pepsingehalt der Magendrüsen in Abhängigkeit von dem ver-

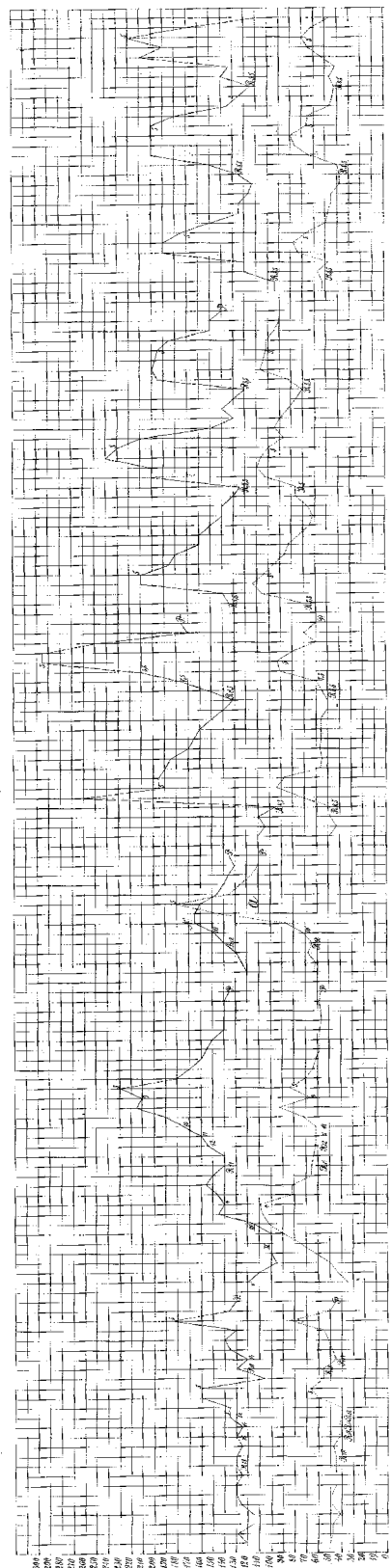
I



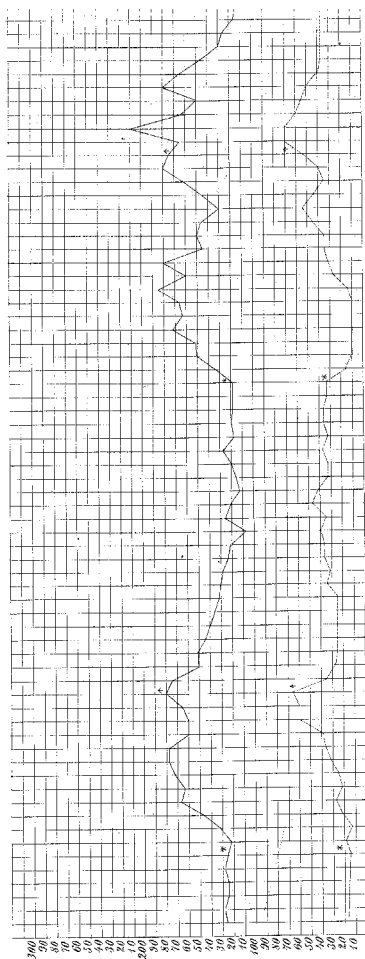
II



III



IV



V

