Ueber den Einfluss des Centralnervensystems auf die thierische Wärme.

Von

Dr. Franz Riegel,

Privatdocent und I. Assistent an der medic. Klinik zu Würzburg.

Schon seit Langem hat das Gesetz der Wärmeconstanz der Menschen und der höheren Thiere die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen, und dieselben veranlasst, auf experimentellem Wege den feineren Vorgängen dieser Wärmeregulation nachzuforschen. Abgesehen von einzelnen älteren unbeachtet gebliebenen Beobachtungen, waren es insbesondere die bekannten Experimente Claude Bernard's über den Einfluss des Halssympathicus auf die Blutvertheilung und die Temperatur, die der bereits früher wiederholt ausgesprochenen Vermuthung, dass diese regulatorischen Einrichtungen unter dem Einflusse des Nervensystems stehen, einen sicheren Boden gewannen. Durch diese Beobachtungen war wenigstens insoferne ein Einfluss des Nervensystems auf die wärmeregulatorischen Vorgänge erwiesen, als hiermit gezeigt wurde, dass von diesem aus die glatten Muskelfasern der Gefäße bald zur Contraction, bald zur Erweiterung gebracht und damit veränderte Strömungen erzeugt werden konnten. Diese That-sachen eines regulatorischen Apparates für die Wärmeabgabe genügten indess nicht, um das Gesetz der Wärmeconstanz bis auf seine feineren Details erklären zu können. Manche That-sachen sprachen mit Entschiedenheit dafür, dass das Nervensystem nicht nur in der Weise einen Einfluss ausüben könne, dass es die Wärmeabgabe regulire; man sah sich bald zu der Annahme gedrängt, dass auch die Wärmeproduction von ihm aus beherrscht und regulirt werde. Schon frühzeitig wurde darum der Weg des Experimentes von den Forschern betreten und aus den so gewonnenen Resultaten bald die Existenz eines excitocalorischen, bald die eines moderirenden Centrums, bald wieder beider gefolgert.

Fast alle früheren Beobachter hatten übereinstimmend die Thatsache gefunden, dass die Durchtrennung des Rückenmarks einen sehr beträchtlichen und allmähig zum Tode führenden Temperaturabfall erzeugt. Dieser Abfall erschien um so verstärkter und trat um so rascher ein, je höher oben das Rückenmark vom Gehirn getrennt wurde.

Diesen experimentellen Beobachtungen standen indess einige klinische Beobachtungen entgegen, die zeigten, dass Verletzungen des Rückenmarks eine Vermehrung der Wärmebildung resp. Erhöhung der Körpertemperatur zur Folge hatten. Dahin gehören insbesondere die Fälle von Brodie, Billroth, Simon, Naunyn, Quincke u. A. In all' diesen Fällen wurde nach Quetschung des Rückenmarks eine bis zum Tode andauernde beträchtliche Steigerung der Körpertemperatur beobachtet.

Eine gegenseitige Annäherung dieser an Thieren erhaltenen physiologischen Resultate und der eben erwähnten pathologischen Erfahrungen wurde durch die in neuerer Zeit angestellten Experimente erreicht. Ich erwähne vorerst der Experimente von Tscheschichin¹⁾, dem es zuerst gelungen war, durch Verletzung gewisser Theile des Centralnervensystems eine beträchtliche Erhöhung der Körpertemperatur zu erreichen. Ich hebe hier nur die wichtigsten der Schlussfolgerungen hervor, die von ihm aus seinen an Kaninchen angestellten Experimenten gezogen wurden:

„Das Rückenmark, indem es die Centren des Blutumlaufs und Athmens in sich schliesst, wirkt mittelbar auf den organischen Chemismus ein und folglich auf die thierische Wärme.

Das Durchschneiden des Rückenmarks hat im Gefolge eine Verzögerung des Blutumlaufs und eine Ueberfüllung der Venen mit Blut, in Folge deren die Wärmeausstrahlung sich steigert und die allgemeine Temperatur sinkt.

Indem man den thierischen Körper in schlechte Wärmeleiter einhüllt und auf diese Weise den Wärmeverlust durch die äussere Oberfläche des Körpers verringert, kann man das beschleunigte Sinken der inneren Temperatur verzögern oder ihm vorbeugen; und umgekehrt, je kühler das Medium, in welchem der thierische Körper nach der Durchschneidung des Rückenmarks sich befindet, desto schneller kühlt derselbe ab.

Da die Ursache, welche die vermehrte Ausstrahlung der Oberflächenwärme bedingt, in der Paralyse der Gefässe und in der Ueberfüllung derselben mit Blut enthalten ist, so verzögern alle Mittel, wodurch diese Paralyse aufgehoben wird, die Ausstrahlung der Wärme.

1) Zur Lehre von der thierischen Wärme, von Dr. J. Tscheschichin. Archiv f. Anatomie, Physiologie und wiss. Medicin, herausgegeben von Reichert und DuBois-Reymond 1866.

Die Durchschneidung des verlängerten Markes in der Schädelhöhle an der Stelle, wo letzteres mit der Brücke zusammengrenzt, hat heftige fieberhafte Erscheinungen im Gefolge.

Physiologische Experimente und klinische Thatsachen bestätigen das Vorhandensein von Moderationencentren im Gehirn.“

Während demnach die Versuche mit Rückenmarksdurchschneidung ihm den früheren Beobachtern analoge Resultate ergeben hatten, insoferne, als er gleichfalls hiernach jedesmal ein continuirliches und beträchtliches Sinken der Körpertemperatur beobachtete, fand er bei Verletzung bestimmter Theile des Gehirns eine plötzliche und sehr beträchtliche Temperaturerhöhung. Er glaubte sich darum zu der Annahme auf die Wärmebildung moderirend einwirkender Centra im Gehirn berechtigt; diese entfernt, würde dann das Rückenmark in übermässiger Weise Wärme produciren. Normaler Weise würde dieses Centrum demnach insoferne ein Hemmungscentrum darstellen, als seine Thätigkeit die übermässige Wärmebildung hemmen, während sein Ausfall zu excessiver Temperaturerhöhung führen würde.

Diese von Tscheschichin zuerst gefundene Thatsache wurde von ihm bald darauf auf die Fieberlehre übertragen und definirte er in einer kurze Zeit nachher erschienenen Arbeit ¹⁾ das Fieber folgendermassen: „Das Fieber ist eine krankhafte Steigerung der Thätigkeit der Spinalcentra, in Folge einer Affection (Schwächung, Paralyse) der moderirenden Theile des Gehirns, wobei eine Reihe chemischer Processe sich bis zu einer Höhe steigert, die bei normaler Gehirnfunction nie erreicht wird.“

Den Umstand, dass er bei Rückenmarksdurchschneidungen hingegen stets Temperaturabfall beobachtete, erklärte er aus den Erscheinungen des veränderten Kreislaufs, insbesondere aus der erhöhten Wärmeausstrahlung durch die oberflächlichen Gefässe. Von dieser letzteren hatte er sich direct durch vergleichende Messung der inneren und äusseren Temperatur überzeugt. Brachte er hingegen die Thiere in Verhältnisse, welche die Wärmeausstrahlung verhindern, so verlor das Thier nicht nur weniger Wärme an der äussern Oberfläche, sondern dieselbe erwärmte sich unter diesen Umständen sogar bis zu einem gewissen Grad; ungeachtet dessen

1) Zur Fieberlehre, von Dr. J. Tscheschichin. Deutsches Archiv f. klinische Medicin, Band II, 1867.

sank die innere Temperatur stetig, wenn auch viel langsamer, doch deutlich genug, um für eine gleichzeitige Verminderung der Wärmeproduction zu sprechen. Tscheschichin fasste darum diesen Temperaturabfall als das Resultat einer in Folge der Rückenmarksdurchtrennung bewirkten vermehrten Wärmeausstrahlung und der verminderten Wärmebildung auf.

Die Versuche Tscheschichin's über das moderirende Wärmecentrum wurden von Lewizky ¹⁾ im Jahre 1869 wiederholt. Gleich nach der Durchtrennung des Gehirns am Pons Varoli beobachtete Lewizky Krämpfe, die in einzelnen Fällen bald nachliessen, in andern bis zum Tode andauerten. Die wenigsten seiner Versuchsthiere (auch L. stellte seine Versuche nur an Kaninchen an) lebten nach der Durchschneidung noch 1—1½ Stunden.

Im Gegensatze zu Tscheschichin beobachtete er nach der Durchtrennung niemals die von ersterem angegebene Temperaturerhöhung. Im Gegentheil sank in der Mehrzahl der Fälle die Temperatur vom Augenblicke der Durchschneidung bis zum Tode. Verfasser beobachtete nur in solchen Fällen eine Steigerung der Rectumtemperatur, wo Krämpfe aufgetreten waren und hält darum die Existenz dieser wärmeregulatorischen Centra nicht für erwiesen.

Auf Anregung und unter Leitung Heidenhain's ²⁾ haben ferner in neuester Zeit L. Bruck und A. Günter diese Versuche auf's Neue aufgenommen. Auch diese Versuche wurden gleichfalls an Kaninchen angestellt. Im Ganzen stellten die Verfasser 23 Versuche an, von denen 11 ein positives, 12 ein negatives Resultat ergaben. Unter 7 Durchschneidungsversuchen an der Grenze zwischen Varolsbrücke und verlängertem Marke fanden sie nur 2 Mal Erhöhung der Körpertemperatur, sonst stets stetiges Sinken. Ebenso wirksam als die Durchschneidung fanden sie die Verletzung des Gehirns in der Gegend des hinteren Randes des pons und des vorderen Randes des verlängerten Markes durch einen ein-

1) Ueber den Einfluss des schwefelsauren Chinins auf die Temperatur u. Blutcirculation, von Dr. P. Lewizky. Virchow's Archiv, Bd. 47. 3. u. 4. Heft 1869.

2) Versuche über den Einfluss der Verletzung gewisser Hirntheile auf die Temperatur des Thierkörpers; angestellt von L. Bruck und A. Günter. Mitgetheilt von R. Heidenhain. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie. 3. Jahrg. 1870, p. 578.

fachen Nadelstich. Von 11 solchen Versuchen waren 5 von einem sehr entschieden positiven Erfolge.

Heidenhain glaubt aus der Thatsache, dass die Temperatur nach der Verletzung der oben erwähnten Hirntheile nicht bloß im Innern des Körpers, sondern auch an der Körperperipherie in die Höhe geht, den Schluss ziehen zu dürfen, dass diese Steigerung nicht auf einer Verminderung der Wärmeabgabe, sondern auf einer Vergrößerung der Wärmeerzeugung beruht.

Er hält ferner die Annahme von Tscheschichin, dass die Temperatursteigerung Folge der Abtrennung hypothetischer moderatorischer Hirncentra sei, für unhaltbar. Er hält darum, weil ein einfacher Stich von sicherer Wirkung ist, als die Durchschneidung, weil wiederholte Stiche ein wiederholtes Steigen zu veranlassen im Stande sind, die Anschauung für sehr nahe liegend, dass es sich bei den in Rede stehenden Erscheinungen nicht sowohl um eine Trennung des Zusammenhanges, als vielmehr nur um eine traumatische Reizung der getroffenen Hirntheile und ihrer nächsten Nachbarschaft handle. Demnach fand er auch, dass die electriche Erregung dieses Punktes eine schnelle Temperatursteigerung herbeizuführen im Stande ist.

Von den neueren Arbeiten über diesen Gegenstand sind endlich insbesondere noch die Experimente von Naunyn und Quincke¹⁾ anzuführen. Die Versuche der Verfasser wurden fast ausschliesslich an möglichst grossen Hunden angestellt, und die Continuitätstrennung des Rückenmarks meistens nicht durch Schnitt, sondern durch Quetschung wegen der dabei viel geringeren Blutung bewirkt. Die Verfasser gingen bei Anstellung ihrer Experimente von der Annahme aus, dass durch die Trennung des Rückenmarks möglicherweise gleichzeitig eine Steigerung der Wärmeproduction und eine vermehrte Wärmeausstrahlung auf der Haut verursacht werde, und dass das meist beobachtete schnelle Absinken der Temperatur der Thiere vielleicht lediglich durch übermässige Wärmeabgabe auf der Körperoberfläche bedingt sei. Es muss darum um so leichter ein Ueberwiegen der Wärmeabgabe erfolgen, d. h. also ein Temperaturabfall eintreten, je kleiner das Thier

1) Ueber den Einfluss des Centralnervensystems auf die Wärmebildung im Organismus von B. Naunyn u. H. Quincke. Reichert's u. DuBois-Reymond's Archiv 1869, Heft 2 und 5.

ist, da mit der Kleinheit der Thiere die Oberfläche im Verhältniss zur Körpermasse wächst.

Die vermehrte Wärmeausstrahlung auf der Körperoberfläche vermögen aber Einwickelungen mit Wolle, Watte und dgl. nur unvollkommen auszugleichen. Die Verfasser erwärmten daher die die Thiere umgebende Atmosphäre auf 26—30° C., indem sie dieselben in einen mit Glaswänden versehenen und bis zu diesen Graden erhitzten Kasten brachten. Sie beobachteten in allen ihren Experimenten als unmittelbare Folge der Trennung des Rückenmarks vom Gehirn eine oft sehr erhebliche Herabsetzung der Temperatur, die sie auf die Lähmung der vasomotorischen Nerven und den durch die Erweiterung der Hautgefässe bedingten starken Wärmeverlust zurückführen. Wurden die Thiere nun in den Wärmekasten gebracht, so sank die Temperatur noch kurze Zeit hindurch, um dann zu steigen und ihr Maximum, in vielen Fällen sehr hohe Grade, meist im Augenblicke des Todes, zu erreichen.

Um den etwaigen Einwand zu beseitigen, dass der Aufenthalt in dem Wärmekasten bereits die Temperatursteigerung hervorgerufen habe, stellten die Verfasser zwei Controlversuche in der Weise an, dass sie die Thiere ohne eine solche Rückenmarksverletzung in den erwähnten Wärmekasten brachten. Hier stieg die Temperatur nicht nur nicht, sondern fiel im Gegentheil selbst um ein Geringes.

Dass auch die Verwundung als solche nicht Ursache der Temperaturerhöhung gewesen, zeigen sie an direct angestellten Controlexperimenten. Um endlich zu zeigen, dass auch die nach der Rückenmarksdurchschneidung eintretende Erschwerung der Respiration nicht die Ursache der beobachteten Temperatursteigerung sein könne, brachten die Verfasser einen Hund, dessen Respiration durch festes Einwickeln in leinene Binden stark beeinträchtigt war, in den Wärmekasten; auch hier trat keine Steigerung der Wärme ein; dieselbe sank im Gegentheil. Die Verfasser nehmen darum an, dass in Folge der Trennung des Rückenmarks vom Gehirn in der Höhe des 5. bis 7. Halswirbels eine vermehrte Wärmebildung im Organismus Statt hat und dass im Rückenmarke Nervenfasern verlaufen, durch welche ein die Oxydationsprocesse und die Wärmebildung moderirender Einfluss auf die Organe des Körpers ausgeübt, durch deren Trennung also eine excessive Wärmeentwicklung ermöglicht werde. In Uebereinstimmung mit dieser

Annahme fanden dieselben auch, dass die Temperaturerhöhung um so schneller eintritt und um so höhere Grade erreicht, je höher oben die Durchtrennung Statt hat.

Aus der gleichen Zeit stammt endlich noch die vorläufige Mittheilung von Fischer¹⁾, der gleichfalls nach Rückenmarksverletzungen Temperatursteigerung auftreten sah, die er auch experimentell bestätigen konnte. Dagegen sah er Temperaturabfall in zwei Fällen von Verletzungen des Halstheils, in denen die Vorderstränge erhalten waren, und auch bei Thieren blieb die Temperatursteigerung aus, wenn ähnliche Verletzungen angebracht wurden. Fischer schliesst hieraus, dass in den Vordersträngen des Rückenmarkhalstheils ein Wärmeregulationscentrum bestehe, dessen Lähmung eine Temperatursteigerung bewirke.

Diese der Neuzeit entstammenden experimentellen Untersuchungen zeigen alle übereinstimmend, dass das Centralnervensystem einen mächtigen Einfluss auf die Wärmeverhältnisse des Thierkörpers hat. In welcher Weise dieser Einfluss Statt hat, darüber geben indess die Experimente der einzelnen Forscher sehr entgegengesetzte Resultate. Während Tscheschichin bei Verletzung gewisser Hirntheile stets Temperaturerhöhung beobachtet haben wollte, haben die viel zahlreicheren Versuche von Lewitzky und Heidenhain zu ganz entgegengesetzten Resultaten geführt. Insbesondere haben die Heidenhain'schen Versuche es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die zuweilen in Folge dieser Verletzungen beobachtete Temperatursteigerung nur einer traumatischen Reizung der erwähnten Hirntheile ihre Entstehung verdanke. Die Existenz eines Hemmungscentrums vorausgesetzt, hätte man ferner erwarten dürfen, dass die Durchschneidung auch tieferer Rückenmarkspartien eine Temperaturerhöhung erzeuge, da für die unterhalb der Schnittstelle gelegenen Wärmeherde nun dieser moderirende Einfluss des Gehirns hinwegfiel und sie darum in excessiver Weise Wärme bilden mussten. Es liesse sich dann allerdings immer noch denken, dass trotz Temperaturabfalls eine vermehrte Wärmeproduction nach der Rückenmarksdurchschneidung Statt habe, dass aber durch die gleichzeitige Lähmung der vasomotorischen Nerven, insbesondere derer der Haut, die Wärmeabgabe so überwiege, dass

1) Ueber den Einfluss der Rückenmarksverletzungen auf die Körperwärme. Centralblatt für die med. Wissenschaften 1869, Nr. 17.

als Gesamteffect schliesslich trotz vermehrter Wärmeproduction ein Temperaturabfall resultire.

Ein solcher Gedankengang lag auch den Naunyn-Quincke'schen Experimenten zu Grunde und glauben die Verfasser durch ihre Versuche die Existenz dieses hemmenden Centrums nachgewiesen zu haben. Diese Resultate von Naunyn und Quincke haben in neuerer Zeit durch die Versuche von Binz¹⁾ eine Bestätigung gefunden. Binz suchte zu eruiiren, von welchen Systemen des thierischen Organismus aus die temperaturerniedrigende Wirkung einiger Arzneimittel, speciell des Chinin und Alcohol, ausgehe. Er suchte bei diesen Versuchen darum auch den Antheil des moderirenden Wärmecentrums bei der antipyretischen Chininwirkung zu constatiren und stellte vorher einige Normalversuche in dem bereits früher erwähnten Wärmekasten an, wobei er, wie Naunyn und Quincke, eine nicht unbeträchtliche Temperaturerhöhung nach der Halsmärgdurchschneidung beobachtete. Controlversuche wurden von ihm nicht angestellt und hält auch Binz nach seinen Versuchen das Vorhandensein eines wärmehemmenden Centrums für eine sichergestellte Thatsache.

Wie diese kurze Schilderung der neuesten Arbeiten über den Einfluss des Centralnervensystems auf die Wärme des Thierkörpers ergibt, haben gerade die jüngsten Forschungen sehr differente Resultate ergeben; die Existenz des durch die Versuche von Tscheschichin, Naunyn, Quincke, Binz und Fischer sehr wahrscheinlich gemachten Hemmungscentrums ist durch die aus der gleichen Zeit stammenden Versuche von Lewitzky, und insbesondere durch die neuesten Versuche Heidenhain's wieder zweifelhaft geworden. Der Umstand, dass Heidenhain's und Lewitzky's Versuche sich nur auf die früher erwähnte Stelle im Gehirn erstreckten, während die Versuche von Naunyn und Quincke u. A. sich auf Durchschneidungen vom 7. Halswirbel an nach abwärts bezogen, kann nicht die directe Vergleichung dieser verschiedenen Resultate hindern; denn nur der Grad der Temperatursteigerung kann und muss sich je nach der Höhe des Schnitts ändern, da ja hier wie dort für den vom Hemmungscentrum ausgeschalteten Theil des Rückenmarks dieser hemmende Einfluss entfallen muss.

1) Ueber die antipyretische Wirkung von Chinin und Alcohol von C. Binz. Virchow's Archiv Bd. XL., 1. u. 2. Heft.

Bei solchen Differenzen war eine erneute experimentelle Prüfung dieser Frage gewiss dringendes Bedürfniss. Um so mehr musste aber eine Lösung dieser Frage angestrebt werden, als die in neuerer Zeit mit besonderer Vorliebe discutierte Fieberfrage ohne vorherige Lösung der Frage nach der Art und Weise, wie die normale Wärmeregulation zu Stande kommt, kaum um einen ernstlichen Schritt gefördert werden konnte.

Ich habe seit Ende des Sommers vorigen Jahres, wenn auch mit Unterbrechungen, eine grosse Reihe diese Frage betreffender Experimente angestellt, die allerdings noch nicht die vollkommene Lösung dieser Frage erzielen; indess glaube ich hierbei manche für die Wärmeregulation nicht unwesentliche neue Punkte gefunden zu haben, die mitzutheilen der Zweck der folgenden Zeilen ist.

Meine Versuche wurden alle an Hunden angestellt, wobei ich stets Sorge getragen habe, möglichst grosse und kräftige Thiere zu den Versuchen zu verwenden.

In Nachfolgendem werde ich nur den kleinsten Theil meiner Versuche, und zwar insoweit es zum Verständnisse dieser Vorgänge unumgänglich nothwendig erscheint, mittheilen. Ich kann indess es nicht vermeiden, wenigstens einige dieser Versuche in extenso anzuführen. Die Mehrzahl der von den Forschern angestellten Versuche sind nur so fragmentarisch mitgetheilt, dass eine genauere Einsicht in den Gang der Temperaturänderungen, noch viel weniger in das gleichzeitige Verhalten der Respiration etc. nicht möglich ist. Gerade die Art und Weise und die Raschheit, mit der diese Aenderungen erfolgen, erscheinen aber hier von besonderem Interesse. Ein Theil dieser Versuche ist auch, um die vermehrte Wärmeabgabe zu hindern, nach der von Naunyn und Quincke angegebenen Versuchsweise, d. h. in einem Wärmekasten angestellt worden. Ich habe mich hierbei einer ähnlichen Vorrichtung bedient, wie sie bereits früher von Ackermann¹⁾ bei seinen Erwärmungsversuchen verwendet wurde. Im späteren Verlaufe sah ich mich allerdings zu Abänderungen dieses Versuchsmodus, der die Compensirung des vermehrten Wärmeverlustes durch die äussere Haut anstrebte, genöthigt. Die dann benützten Versuchsmodificationen werde ich im weiteren Verlaufe erst beschreiben.

1) Die Wärmeregulation im höheren thierischen Organismus, von Prof. Ackermann. Deutsches Archiv f. klin. Medicin, Bd. II, 1867.

Bei der Anstellung meiner Versuche bin ich in der Weise vorgegangen, dass ich zuerst die Resultate der früheren Forscher bezüglich des nach solchen Verletzungen statthabenden Wärmeverlustes zu controliren bestrebt war. Je nach den im weiteren Verlaufe sich aufdrängenden Fragen bin ich dann zu verschiedenen Versuchsmodificationen und zu weiteren Controlversuchen übergegangen. Bei der Beschreibung meiner Versuchsergebnisse glaube ich darum auch am besten in der Weise vorzugehen, dass ich aus je einer Reihe von Versuchen einen auswähle und die Versuche selbst in der Reihenfolge folgen lasse, in der sie je nach den sich gerade aufdrängenden Fragen in verschiedener Modification angestellt wurden.

Ich bemerke noch, dass die Mehrzahl der Rückenmarksverletzungen in der Gegend des 5. bis 7. Halswirbels angebracht wurden.

Dass die Thermometer, die bei den Versuchen zur Verwendung kamen, genau mit dem Normalthermometer verglichen waren, erscheint fast unnöthig, noch speciell zu erwähnen.

Vorerst stelle ich hier einen einfachen Versuch einer Rückenmarksdurchschneidung in der Höhe des 6. Halswirbels voran, um den Gang des nach dieser Verletzung eintretenden Temperaturabfalls zu zeigen.

Versuch Nr. I.

Gelber, langhaariger, dichtbehaarter, mittelgrosser, junger Pinscher. Derselbe wird chloroformirt, aufgebunden und von allen Seiten dicht mit Watte bedeckt; ausserdem erhält derselbe noch um 10 h. 45 m. eine subcutane Morphinumjection. Nachherige Rectummessung, noch bevor eine weitere Verletzung stattgefunden hatte:

Zeit	Rectumtemperatur	Zeit	Rectumtemperatur	Zeit	Rectumtemperatur
10 h 50 m.	39,0 ° C.	11 h 10 m.	38,45 ° C.	11 h 30 m.	38,3 ° C.
— „ 55 „	38,9 „	— „ 15 „	38,4 „	— „ 35 „	38,25 „
11 „ — „	38,7 „	— „ 20 „	38,3 „	12 „ — „	38,0 „
— „ 5 „	38,6 „	— „ 25 „	38,3 „	— „ 7 „	38,2 „

Nun wird nach Abtragung eines Theils des Wirbels mit der Knochenzange das Mark in der Höhe des 6. Halswirbels zerquetscht, wobei momentan Zuckungen auftreten. Blutung gering, wird mit Penghawar Yambee gestillt. Sofort nach der Durchtrennung voll-

ständige Extremitätenlähmung; die Athmung gleichmässig, diaphragmal.

Zeit	Rectumtemperatur	Zeit	Rectumtemperatur	Zeit	Rectumtemperatur	Zeit	Rectumtemperatur	Zeit	Rectumtemperatur
h. m.	° C.	h. m.	° C.	h. m.	° C.	h. m.	° C.	h. m.	° C.
12 10	37,9	12 51	35,55	1 39	34,50	2 30	33,85	6 25	32,40
11	37,8	52	35,52	40	34,50	35	33,80	30	32,36
12	37,7	53	35,49	41	34,50	40	33,75	Der Versuch wird nun bis zum andern Morgen ausgesetzt. Der Hund ist sehr dicht, wie bisher in Watte eingehüllt. Am andern Morgen (22. IX.) früh 7 h. 30 m.	
13	37,6	54	35,42	42	34,48	45	33,70		
14	37,5	55	35,40	43	34,45	3 8	33,52		
15	37,4	1 0	35,30	44	34,45	18	33,50		
16	37,25		35,27	45	34,42	28	33,40		
17	37,1	2	35,25	46	34,42	38	33,35		
18	36,95	3	35,23	47	34,40	45	33,32		
19	36,8	Wieder		48	34,40	50	33,30		
20	36,7	Defécation.		49	34,39	55	33,28	7 30	29,80
21	36,65	1 8	34,9	50	34,39	4 0	33,23	8 15	29,00
22	36,6	9	34,86	51	34,37	5	33,20	9 50	28,30
23	36,5	10	34,80	52	34,32	10	33,20	10 0	28,30
24	36,4	11	34,76	53	34,30	15	33,20	15	28,25
25	36,35	12	34,73	54	34,30	20	33,20	Ein in den Gehörgang möglichst tief eingeführter Thermom. zeigt 27,05 ° C. Oesophagus = 27,2	
26	36,3	13	34,70	55	34,25	25	33,20		
27	36,25	14	34,69	56	34,22	30	33,20		
28	36,20	15	34,65	57	34,22	35	33,20		
29	36,18	16	34,62	58	34,20	40	33,20		
30	36,17	17	34,60	59	34,20	45	33,20		
Defécation, daher das Thermometer entfernt und von Neuem eingeführt wurde.		18	34,60	2 0	34,20	50	33,15	10 40	28,1
		19	34,60	1	34,20	55	33,10	11 0	28,0
		20	34,58	2	34,20	5 0	33,03	35	27,85
		21	34,58	3	34,20	5	33,0	55	27,63
		22	34,56	4	34,20	10	33,0	12 15	27,50
		23	34,52	5	34,20	15	33,0	30	27,40
		24	34,51	6	34,20	20	32,95	2 0	27,00
		25	34,50	7	34,18	25	32,92	15	26,95
		26	34,50	8	34,16	30	32,88	30	26,88
		27	34,50	9	34,14	35	32,82	45	26,78
12 36	36,0	28	34,48	10	34,12	40	32,80	3 0	26,70
37	35,96	29	34,48	11	34,10	45	32,72	15	26,62
38	35,90	30	34,46	12	34,10	50	32,70	30	26,60
39	35,85	31	34,42	13	34,08	55	32,65	45	26,50
40	35,80	32	34,40	14	34,05	6 0	32,60	4 0	26,43
41	35,78	33	34,40	15	34,02	5	32,60	34	26,35
42	35,74	Defécation.		16	34,0	10	32,53	45	26,33
43	35,72	1 37	34,50	20	33,95	15	32,50	5 0	26,30
44	35,70	38	34,50	25	33,90	20	32,44	15	26,20
45	35,67							30	26,10

Der Hund, der die ganze Zeit mit Watte gut bedeckt gewesen war, wurde nun, in gleicher Weise zugedeckt, sich selbst überlassen; des andern Morgens früh 7 Uhr fand man ihn todt, bereits todtstarr.

Die Obduction ergab eine vollständige Durchtrennung des Rückenmarks in der Höhe des 6. Halswirbels mit Erweichung der

die Durchtrennungsstellen unmittelbar begrenzenden Rückenmarkspartien. Das übrige Rückenmark zeigte sich vollkommen intact.

Für die Richtigkeit der von früheren Beobachtern bereits constatirten Thatsache, dass die Durchschneidung des Rückenmarks hoch oben stets von einem sehr beträchtlichen Temperaturabfall gefolgt sei, glaube ich keine weiteren Beispiele anführen zu müssen.

Wie ich ¹⁾ in einer früheren Arbeit bereits gezeigt habe, hat schon das Aufbinden der Thiere einen mässigen Temperaturabfall zur Folge; auch von dem Morphinum ²⁾ und Chloroform ³⁾ ist mit Sicherheit nachgewiesen, dass deren Einverleibung bei Hunden stets einen Temperaturabfall erzeugt. Obwohl beide Ursachen, Aufbinden und Narcotisirung durch die erwähnten Stoffe, in dem beispielsweise angeführten Versuche eingewirkt haben, so lässt sich doch dieser so erzeugte Abfall leicht von dem durch die Rückenmarksdurchschneidung hervorgebrachten unterscheiden. Dieser in Folge der erwähnten Eingriffe statthabende Temperaturabfall erreicht stets nur eine gewisse Höhe, um dann allmähig wieder zur Ausgangstemperatur zurückzukehren. Auch in unserem vorliegenden Falle sehen wir bereits unmittelbar vor der Durchschneidung des Rückenmarks eine Tendenz zum Wiederaansteigen. Es unterscheidet sich aber auch der durch diese Reize erzeugte Abfall von dem durch die Rückenmarksverletzung hervorgebrachten durch seine beträchtlich geringere Intensität. Vergleichen wir z. B. die ersten 30 Minuten, die vom Momente der Narcotisirung an verstrichen, mit den ersten 30 Minuten unmittelbar nach der Durchschneidung, so haben wir im ersteren Falle nur einen Abfall von 0,7 ° C., und im zweiten Zeitabschnitt innerhalb der gleichen Zeit einen solchen von 2,1 ° C. Dieser Abfall war trotz sonst unveränderter äusserer Bedingungen eingetreten und war auch durch dichte Umhüllung mit Watte nicht hintangehalten worden.

Auch weiterhin sehen wir trotz sorgfältiger Watteeinwicklung einen continuirlichen Temperaturabfall, der bis zum Tode des Thieres andauert; derselbe ist auch, wie sich aus der Betrachtung der

1) Riegel, Ueber den Einfluss des Nervensystems auf den Kreislauf und die Körpertemperatur. Pflüger's Archiv für die ges. Physiologie, Bd. IV. 1871.

2) Beiträge zur Lehre vom Fieber, von E. Albert u. S. Stricker. Wiener med. Jahrbücher 1871.

3) Untersuchungen über den Einfluss des Chloroforms auf die Wärmeverhältnisse des thierischen Organismus und auf den Blutkreislauf von J. Scheinsson, Dorpat 1868.

mitgetheilten Curve ergibt, in den späteren Zeiten nach der Rückenmarksdurchschneidung etwas geringer, als in den Anfangszeiten derselben.

Durch diesen und ähnliche Versuche konnte nur der bereits bekannte Satz bestätigt werden, dass die Rückenmarksdurchschneidung die Körpertemperatur erniedrigt. In welcher Weise dieses geschieht, konnte aus solchen Versuchen nicht ersehen werden. Man konnte ebensowohl diesen Abfall nur auf Rechnung einer vermehrten Wärmeabfuhr, durch Lähmung der vasomotorischen Nerven bedingt, setzen, als auch auf eine solche mit gleichzeitig verminderter Wärmeproduction, als auch, wie insbesondere Naunyn und Quincke annahmen, auf vermehrte Wärmeabfuhr bei gleichzeitig vermehrter Wärmeproduction.

Ich habe, um der Ursache dieses Temperaturabfalls näher zu kommen, verschiedene Versuchsmodificationen eingeschlagen, auf die ich weiterhin noch zurückkommen werde.

Vorerst stellte ich eine Reihe von Versuchen in der Weise an, dass ich nach dem Vorgange von Naunyn und Quincke die Thiere nach der Durchschneidung in den oben erwähnten auf 20—30 ° C. erwärmten Kasten brachte. Der Kasten war auf der einen Seite mit einem Glasfenster versehen, um von hier aus das Thier, insbesondere dessen Respiration leichter beobachten zu können. Das gegitterte Hundebrett stand auf einer Zinkplatte, die von unten aus durch eine oder mehrere Gasflammen erwärmt werden konnte. Ein in das Innere des Kastens versenkter und nach aussen überragender Thermometer gestattete jederzeit die Temperatur des Wärmekastens genau zu beobachten.

Bevor ich indess die Thiere nach durchschnittenem Rückenmark in diesen erwärmten Raum brachte, war es wünschenswerth, Controlversuche in der Art vorzunehmen, dass ich die Thiere ohne einen solchen Eingriff, aber unter sonst möglichst gleichen Bedingungen in einen derartig erwärmten Raum brachte. Ich theile vorerst einige derartige Versuche mit.

Versuch Nr. II.

Kleiner, junger, grauschwarzer Hund; derselbe wird chloroformirt, aufgebunden und erhält, um ihn leichter in Narcose erhalten zu können und etwaigen stärkeren Muskelactionen vorzubeugen, noch eine subcutane Morphinumjection.

Unmittelbar nach dem Aufbinden 3 h. 20 m. beträgt seine Rectumtemperatur 38,7° C.

Das Thier wird nun in den Wärmekasten gebracht, dessen Luft von unten durch eine Gasflamme erwärmt wird.

Zeit	Rectum-temperatur	Temperat. im Wärmekasten	Zeit	Rectum-temperatur	Temperat. im Wärmekasten
h. m.	° C.	° C.	h. m.	° C.	° C.
3 25	38,62	19,5	4 40	39,68	29,6
30	38,6	25,2	45	39,72	30,0
35	38,70	27,2	50	39,80	29,6
40	38,78	27,5	55	39,80	30,0
45	39,0	28,0	5 0	39,80	28,3
50	39,0	29,1	Die Flamme wird ausgelöscht; das Thier bleibt aber wie bisher im Wärmekasten.		
55	39,18	29,5			
4 0	39,30	28,0			
5	39,40	27,8			
10	39,47	29,3	5 5	39,80	29,2
15	39,50	29,0	10	39,80	27,2
20	39,52	29,4	15	39,70	28,5 *)
25	39,60	29,8	20	39,60	27,0
30	39,62	28,9	25	39,50	25,7
35	39,62	29,2	*) Das Thier beginnt zeitweise unruhig zu werden.		

Versuch Nr. III.

Junger, langhaariger Pinscher; derselbe erhält zuerst eine subcutane Morphiuminjection, wird dann chloroformirt und aufgebunden. Unmittelbar nach dem Aufbinden, 3 h. 10 m. Nachmittags, beträgt die Temperatur desselben in der Vagina 38,62° C. Das Thier wird nun in den Wärmekasten gebracht.

Zeit	Temperatur der Vagina	Temperatur d. Wärmekastens	Zeit	Temperatur der Vagina	Temperatur d. Wärmekastens
h. m.	° C.	° C.	h. m.	° C.	° C.
3 20	38,60	22,5	4 35	39,60	31,6
25	38,55	24,0	40	39,70	32,8
30	38,50	25,2	45	39,90	33,5
35	38,50	26,5	50	40,10	33,7
40	38,58	27,6	55	40,30	33,8
45	38,60	27,2	5 0	40,50	33,0
50	38,70	26,7	Die Flamme wird ausgelöscht; der Hund verbleibt wie bisher in seinem Kasten.		
55	38,80	27,0			
4 0	38,88	28,5			
5	39,0	29,0			
10	39,1	29,8	5 5	40,70	32,0
15	39,25	30,4	10	40,95	30,9
20	39,35	30,8	15	41,05	30,1
25	39,45	30,2	20	41,00	29,7
30	39,50	30,5	25	41,00	29,8
			30	40,98	28,9

Zeit			Zeit		
Temperatur der Vagina			Temperatur der Vagina		
Temperatur des Wärmekastens			Temperatur d. Wärmekastens		
h. m.	° C.	° C.	h. m.	° C.	° C.
5 35	40,95	27,2	6 5	40,6	—
40	40,95	26,2	10	40,4	—
45	40,90	26,2	15	40,3	—
50	40,84	25,8	20	40,2	—
55	40,75	25,7	25	40,08	—
6 0	40,70	25,7	28	40,00	—
Der Hund wird nun aus dem Kasten entfernt und wird, noch aufgebunden, fortgemessen.			30	39,95	—
			32	39,90	—

In dem letzten der beiden angeführten Versuche überschritt die Temperatur des Wärmekastens vorübergehend 30° C., aber auch bei einer Temperatur des Wärmekastens von unter 30° C. sehen wir in diesem wie auch in dem ersten Versuche eine beträchtliche Temperaturerhöhung.

Aus diesen beiden Versuchen — und ich werde im weiteren Verlaufe noch mehr analoge anführen — geht hervor, dass auch ohne Rückenmarksdurchschneidung der blosse Aufenthalt in einem solchen auf 25—30° C. erwärmten Raume genügt, ein normales Thier um ein Beträchtliches zu erwärmen. So sehen wir im ersten der beiden angeführten Versuche bereits innerhalb einer Stunde bei einer Temperatur zwischen 25,2 bis 29,8° C. im Kasten eine Erwärmung des Thieres um 1,0° C. eintreten. Auch im zweiten Versuche sehen wir in der ersten Stunde bereits eine Erwärmung des Thieres um 1,0° C., obwohl auch hier kein weiterer Eingriff stattgefunden hatte. Ich kann darum aus den eben mitgetheilten Versuchen den von Naunyn und Quincke ausgesprochenen Satz, wenigstens als allgemeingültig, nicht bestätigen, dass nämlich der Aufenthalt in einem so erwärmten Raume an und für sich nicht geeignet ist, eine Temperatursteigerung bei einem normalen Thiere hervorzubringen. Im Gegentheil geht aus den beiden erwähnten, wie auch aus mehreren später folgenden Versuchen hervor, dass der Aufenthalt in diesem Raume auch normale Thiere zu erwärmen vermag, und zwar, wie obige Beispiele zeigen, auf eine sehr beträchtliche Temperaturhöhe.

Dass das subcutan injicirte Morphinum und das Chloroform keine Temperatursteigerung hervorzurufen im Stande sind und demnach auch nicht Ursache der hier beobachteten Temperaturerhöhung gewesen sind, glaube ich nicht weiter durch Control-

versuche nachweisen zu müssen. Von beiden Stoffen ist wiederholt im Gegentheil nachgewiesen worden, dass sie die Körpertemperatur erniedrigen.

Dass auch nicht Muskelkrämpfe und Zuckungen an dieser Temperaturerhöhung die Schuld getragen haben, brauche ich gleichfalls nicht specieller hervorzuheben. Um letztere mit Sicherheit auszuschalten, hatte ich die erwähnten Narcotica vorher gereicht, obschon diese, wie bekannt, eher geeignet waren, die Temperatur herabzusetzen. Wenn nun trotzdem eine Erhöhung eintrat, so glaube ich diese mit um so grösserer Sicherheit auf den Aufenthalt im Wärmekasten zurückführen zu können. Ohnedies wurden in den erwähnten Versuchen nicht die mindesten Muskelzuckungen, die etwa eine Temperaturerhöhung hätten hervorrufen können, an den Thieren wahrgenommen.

Durch diese Versuche war indess keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, dass es sich trotzdem bei der Rückenmarksdurchschneidung um eine wirkliche vermehrte Wärmeproduction handeln könne. Es erschien darum nothwendig, an einem und demselben Versuchsthier das Experiment in der Weise anzustellen, dass dasselbe zuerst ohne Durchschneidung längere Zeit hindurch bei der gleichen Temperaturhöhe beobachtet wurde und dann wieder unter ganz analogen Verhältnissen nach der Rückenmarksdurchschneidung. Handelte es sich wirklich um eine gleichzeitige Vermehrung der Wärmeproduction, dann durfte unter solchen Bedingungen, unter denen bereits das normale Thier sich erwärmte, nach der Durchschneidung eine raschere Erhöhung der Temperatur erwartet werden. Die Erhöhung als solche konnte nunmehr nicht als absolut beweisend für vermehrte Wärmeproduction gelten.

Einen Theil dieser nun folgenden Versuche stellte ich gleichfalls im Wärmekasten an. Um mich indessen vor dem Vorwurfe zu bewahren, als sei vielleicht wegen der relativ ungleichmässigen Vertheilung der Wärme in einem solchen Raume vom Thermometer nicht der wirklich höchste Grad der Erwärmung dieses Raumes angezeigt worden, stellte ich mehrere Versuche in einem eigens zu diesem Zwecke erwärmten kleinen Zimmer an. Diese mühseligen Versuche ¹⁾, bei denen ich viele Stunden und oft Tage und Nächte

1) Bei vielen dieser Versuche hat Herr Dr. Rosenberger mich auf's freundlichste unterstützt.

lang in einem sehr hoch temperirten Zimmer das Versuchsthier beobachtete, glaube ich wohl in dieser Hinsicht als vollkommen fehlerfrei bezeichnen zu dürfen. Das Thermometer, das die Wärme des Raumes wiedergab, war hierbei in nächster Nähe des Versuchsthiere angebracht.

Um endlich auch den Einfluss auszuschalten, den das Binden der Thiere auf die Wärmebildung und Wärmeabgabe hervorruft, habe ich viele Versuche so angestellt, dass ich die Thiere gar nicht aufband, sondern narcotisirte und auf den Tisch, der mit einer Unterlage von Watte bedeckt war, legte, wobei ein Wärter das Thier stets beobachtete, um einer etwaigen plötzlichen Bewegung desselben vorzubeugen. Ich glaube auch auf diesen Factor insoferne ein Gewicht legen zu dürfen, als durch das Festbinden an den Extremitäten der Kreislauf und möglicherweise die Innervation der Extremitäten nicht unwesentliche Veränderungen erleiden. Durch das Legen der Thiere auf den Tisch, wobei sie nur vom Wärter leicht mit der Hand fixirt wurden, glaubte ich auch diesem Uebelstande mit Sicherheit vorzubeugen. Sicher waren die Versuchsthiere jetzt unter den normalen möglichst nahestehenden Verhältnissen. Ich theile nun vorerst einen derartigen Versuch mit.

Versuch Nr. XI.

Erwärmungsversuch mit nachträglicher Rückenmarksdurchschneidung.

Langhaariger Königshund; derselbe wird Abends 6h. 30m. auf den Tisch gelegt, ohne gebunden zu werden, blos leicht mit der Hand fixirt und gestreichelt. Temperatur im Rectum jetzt 39,3° C. bei einer Zimmertemperatur von 14° R. Der Hund erhält nun eine subcutane Morphinumjection. Erbrechen fast unmittelbar nach der Morphinumjection.

a. Einfache Erwärmung.

Das Thermometer wird um 6h. 50m. von Neuem eingeführt. Der Hund ist bereits ziemlich betäubt.

Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
b. m.	° C.	° R.		b. m.	° C.	° R.	
6 54	38,7	14	48	7 30	38,1	14	24
7 0	38,7	14	unzählbar	35	38,0	15	24
10	38,4	14		40	37,9	16	24
15	38,2	13	unregelmässig	45	37,88	17	24
20	38,1	13	„	50	37,8	17,5	22

Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.	
7 55	37,8	17,5	22	8 50	38,17	22	unzählbar
8 0	37,7	18	20	55	38,15	22	„
5	37,6	18	20	9 0	38,18	23,15	„
10	37,6	18,5	20	5	38,2	22	
15	37,6	19	22	10	38,2	21	
20	37,6	20	22	15	38,2	21	
25	37,75	20	22	20	38,3	21	
30	37,85	21	24	25	38,3	21	
35	37,9	21	72	30	38,4	21	
40	38,05	21	—	35	38,4	21	
45	38,12	21	120	40	38,4	21	

Derselbe Controlversuch wurde in gleicher Weise an den beiden folgenden Tagen wiederholt. Vor der Mittheilung der Resultate, die die Rückenmarksdurchschneidung ergab, füge ich hier noch den einen dieser Controlversuche, in dem die Zimmertemperatur zuweilen eine beträchtliche Höhe erreichte, im Auszuge ein.

b. Erwärmung.

Nachmittags 3 h. 30 m. wird der Hund, gleichfalls ungebunden, wieder gemessen. Der Hund ist ganz ruhig, wehrt sich nicht im Geringsten. 3 h. 30 m. beträgt die Rectumtemperatur 38,0° C. bei einer Zimmertemperatur von 18° R. Um 4 h. 0 m. subcutane Morphiuminjection. Von 6 h. 20 m. an Messungen des ungebunden auf dem Tische liegenden Hundes.

Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.	
6 20	37,0	19	48	8 15	38,4	27	
30	37,0	22	20	30	38,9	27	
40	37,1	27	16	45	39,9*)	26	
7 0	37,6	29	22	9 0	39,9	25	*) Der Hund war plötzlich sehr unruhig geworden.
15	37,85	26,5		30	40,0	26	
30	38,0	27	128	10 0	40,0	26	
45	38,12	28		30	40,2	24	
8 0	38,25	29		11 0	40,4	24	

Da die Resultate des dritten Controlversuches ganz analoge waren, so theile ich denselben nicht weiter mit und wende mich sofort zu den Resultaten, die die Rückenmarksdurchschneidung ergab.

c. Rückenmarksdurchschneidung mit Erwärmung.

Nachmittags 2 h. 45 m. Temperatur des unaufgebundenen Thieres

im Rectum $38,3^{\circ}$ C. Das Thier erhält, wie auch in den Controlversuchen, eine subcutane Morphinumjection und wird dann wieder frei gelassen.

Abends 6 h. 10 m. Temperatur des unaufgebundenen Thieres, bevor irgend ein weiterer Eingriff vorgenommen wurde, im Rectum $36,0^{\circ}$ C. bei einer Zimmertemperatur von $22,5^{\circ}$ R. Der Hund wird nun chloroformirt, dann der Dornfortsatz des 6. Halswirbels abgetragen und das Mark zwischen 5. und 6. Halswirbel durchschnitten. Die Blutung dabei sehr gering, wird auch hier wie in allen sonstigen Versuchen mit Penghawar Yambée gestillt. (Gerade bei derartigen Versuchen, bei denen eine möglichst geringe Blutung von besonderer Bedeutung ist, dürfte dieses Mittel zum allgemeinen Gebrauche sich sehr empfehlen.) Um 6 h. 30 m. ist die Operation beendet. Vollständige Extremitätenparalyse. Sehr verlangsamte diaphragmale Respiration seit der Durchschneidung. Die Wunde wird wieder vernäht. Der Hund liegt nur unten auf Watte, ist von oben nicht zugedeckt, um die Zimmertemperatur leichter auf die Körperperipherie einwirken zu lassen.

Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.		
7 0	36,2	23	20	11 30	36,2	22	Das Zimmer war Nachts fortge- heizt worden.	
15	36,25	22		45	36,3	23		
30	36,25	21	16	12 0	36,4	23		
45	36,15	20	16	15	36,4	23		
8 0	36,1	20	16	30	36,5	23		
15	36,0	20		45	36,5	23		
30	35,8	21		1 0	36,6	23		
45	35,8	24		15	36,7	23		
9 0	35,8	24		30	36,7	23		
15	35,8	23		45	36,7	23		
30	35,7	23		2 0	36,7	22		
45	35,65	21	16	Am 8. XII. früh				
10 0	35,7	25,5	16	6 0	37,5	18		
15	35,8	26	16	15	37,6	18		
30	36,0	27	16	30	37,7	18		
45	36,2	24		45	37,7	19		
11 0	36,2	23		Der Hund stirbt.				
15	36,2	22						

Die Obduction ergab Folgendes: Der Dornfortsatz des 6. Halswirbels fehlt, daselbst eine Lücke im Wirbelbogen, darin das zerquetschte Halsmark sichtbar. Bei genauerer Präparation ergibt sich, dass das Rückenmark zwischen 5. und 6. Halswirbel getrennt und daselbst vollständig zerquetscht und erweicht ist. Auf- und

abwärts von dieser Stelle ist das Rückenmark und seine Häute vollständig normal.

Diesem Versuche schliesse ich hier sofort einen analogen, im Wärmekasten angestellten, an.

Versuch Nr. XV.

Erwärmungsversuch mit nachträglicher Rückenmarksdurchschneidung.

a. Erwärmung.

Sehr grosser, junger, grauer Pudel; derselbe zeigt, frei gemessen, ohne gebunden zu sein, im Rectum bei gewöhnlicher Zimmertemperatur Nachmittags 2 h. 15 m. $39,6^{\circ}\text{C}$. Er wird dann chloroformirt und erhält eine subcutane Morphiuminjection. Er wird nun aufgebunden und unter den Wärmekasten gesetzt. Die Temperaturmessungen werden in der bereits früher erwähnten Weise vorgenommen. Gleichzeitig wird die Temperatur des Wärmekastens und die Zahl der Respirationen in der Minute notirt.

Zeit	Rectum- temperatur	Temperat. d. Wärmekast.	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Temperat. d. Wärmekast.	Respirationen in der Minute
h. m.	$^{\circ}\text{C}$.	$^{\circ}\text{C}$.		h. m.	$^{\circ}\text{C}$.	$^{\circ}\text{C}$.	
2 45	39,3	20,5		3 55	39,35	27,3	124
50	39,3	21,1	28	4 0	39,35	28,0	128
55	39,3	21,8	80	5	39,35	28,1	140
3 0	39,2	22,2	44	10	39,38	28,1	128
5	39,15	22,8	28	15	39,4	28,0	120
10	39,12	23,2	28	20	39,5	28,1	140
15	39,12	23,5	24	25	39,6	28,5	152
20	39,18	23,8	24	30	39,7	29,0	160
25	39,2	24,1	24	35	39,85	30,2	180
30	39,2	24,6	22	40	39,98	30,4	192
35	39,2	26,3	32	45	40,05	30,5	188
40	39,25	26,9	60	50	40,08	30,3	160
45	39,3	26,5	80	55	40,08	30,1	168
50	39,3	27,0	80	5 0	40,1	29,0	192

b. Durchschneidung.

Derselbe Hund zeigt am folgenden Tage Nachmittags 2 h. 30 m., frei gemessen, im Rectum $37,6^{\circ}\text{C}$. Er wird, wie gestern, chloroformirt, erhält dann eine subcutane Morphiuminjection, worauf er in gleicher Weise, wie Tags zuvor, aufgebunden wird. Das Rückenmark wird zwischen 5. und 6. Halswirbel nach Abtragung des Dornfortsatzes mittelst eines speciell zu diesem Zwecke construirten Meissels durchtrennt; die Blutung dabei mässig, wird mit Penghawar Yambec gestillt. Der Hund wird sodann, wie gestern, in den Wärmekasten gebracht.

Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Temperat. im Wärmekasten ° C.	Respirationen in der Minute	Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Temperat. im Wärmekasten ° C.	Respirationen in der Minute
3 15	36,85	20,6	14	5 45	37,2	28,3	12
20	36,8	21	14	50	37,23	29,0	
25	36,75	21,7	14	55	37,3	29,3	
30	36,71	22,2	12	6 0	37,4	30,4	16
35	36,7	22,7	12	5	37,5	30,0	
40	36,68	23,1	12	10	37,6	29,6	16
45	36,65	23,5	12	15	37,7	29,2	
50	36,6	23,9	12	20	37,8	29,4	16
55	36,58	24,2	12	25	37,9	29,0	16
4 0	36,55	24,4	12	30	37,95	28,8	
5	36,5	24,9	12	35	38,0	28,5	16
10	36,5	25,1	12	40	38,08	28,3	16
15	36,53	25,8	12	45	38,1	28,2	16
20	36,55	26,3	12	50	38,0	28,2	
25	36,55	26,5	12	55	38,0	28,2	
30	36,58	26,7	12	7 0	38,0	28,15	
35	36,65	26,8	12	5	37,95		
40	36,68	26,7	12	10	37,9		
45	36,72	27,0	12	15	37,5		
50	36,79	27,2	12	20	37,15		
55	36,82	27,4	12	25	37,1		
5 0	36,88	27,4	12	30	36,9		
5	36,9	27,5	12	35	36,8		
10	36,92	27,5	12	40	36,8		
15	36,98	27,6	12	Nun wird statt des bisherigen Thermometers für die Nacht ein Maximumthermometer eingeschoben. Der Hund bleibt ganz unverändert im Wärmekasten liegen.			
20	36,98	27,6	12				
25	37,0	27,6	12				
30	37,05	27,8	12				
35	37,1	28,0					
40	37,15	28,1					

Des andern Morgens, früh 7 h. 30 m., ist die Temperatur des Maximumthermometers noch dieselbe, wie des Abends, da dasselbe eingelegt wurde = 36,7° C. Der Hund war todt und bereits todtstarr.

Die Obduction ergab vollständige Durchtrennung und Zerquetschung des Marks an der Grenze des 6. Halswirbels.

Werfen wir nun einen kurzen Blick auf die beiden vorstehenden Versuchsreihen, in denen die Thiere zuerst in den erwärmten Raum ohne Verletzung, dann nach der Rückenmarksverletzung gebracht wurden, so zeigt sich keineswegs, wie man dies bei der Annahme einer in Folge der Rückenmarksdurchtrennung veranlassten vermehrten Wärmeproduction hätte erwarten dürfen, eine stärkere Erhöhung nach geschehener Durchtrennung, als ohne solche.

Nehmen wir den ersten der beiden angeführten Versuche, so steigt in demselben ohne Rückenmarksverletzung bei einfachem

Aufenthalt in einem auf 20—23,15 ° R. erwärmten Raume innerhalb einer Stunde die Körpertemperatur um 0,6 ° C., nachdem dieselbe während der ersten Stunde unter dem Einflusse der angewandten Narcotica erst noch etwas gefallen war. Umgekehrt sehen wir dann bei demselben Versuchsthier nach der Durchschneidung bei einer selbst noch etwas höheren Zimmertemperatur von 20—24,5 ° R. nicht nur keine Erhöhung, sondern im Gegentheil den Abfall 3 Stunden hindurch andauern. Trotz hochgradig verlangsamter Athmung tritt in diesem zweiten Falle die Erhöhung erst bei einer Temperatur der umgebenden Luft von 25,5—27 ° R. ein.

Auch die zweite oben mitgetheilte Versuchsreihe bietet ähnliche Verhältnisse. Auch hier waren die äusseren Bedingungen bei der einfachen Erwärmung die gleichen, wie bei der nachherigen Durchschneidung des Halsmarks. Im Gegensatze zu dem ersten der mitgetheilten Versuche war hier das Thier auf ein gewöhnliches Hundebrett aufgebunden und unter den Wärmekasten gesetzt worden. Ich werde indess im weiteren Verlaufe dieser Arbeit noch mehrere Versuche mittheilen, die in der Weise angestellt wurden, dass die Thiere nicht aufgebunden und in den Wärmekasten verbracht, sondern frei in einem gleichmässig erwärmten Zimmer beobachtet wurden. Auch in diesem zweiten Versuche sehen wir nach der Durchschneidung keineswegs eine raschere Erwärmung eintreten, als ohne diese; indess ist in dem einfachen Erwärmungsversuch der Gang der Temperatur in den einzelnen Zeitabschnitten kein gleichmässiger; in den ersten Momenten tritt noch ein geringer Abfall ein, der aber einer allmäligen Erhöhung in dem Masse Platz macht, als die Temperatur des Wärmekastens sich mehr und mehr erhöht. Nach diesem primären kurzdauernden Abfall sehen wir die Körpertemperatur von 39,12 ° C. in einer Stunde und 45 Minuten bis 40,1 ° C. steigen. Das Steigen erfolgt hier langsamer, wie in dem ersterwähnten Versuche; aber auch die Athmung zeigt hier insofern Veränderungen, als sie bereits frühzeitig eine sehr beträchtliche Zahl erreicht, um zuletzt auf einer andauernden Beschleunigung zu beharren.

In dem unter ganz gleichen Bedingungen später angestellten Durchschneidungsversuche sehen wir die Körpertemperatur viel längere Zeit trotz höherer Temperatur des Wärmekastens fallen, und erst später, als die Temperatur des Kastens nahezu um 30 ° C. schwankte, sich gleichfalls allmähig erhöhen. Die bei dieser hohen

Temperatur der Umgebung beobachtete Erhöhung der Körpertemperatur war auch jetzt immer noch geringer, als die bei blosser Erwärmung beobachtete, und fiel dann auch weiterhin die Temperatur sehr rasch wieder ab.

Eine wesentliche Differenz dieser beiden Versuche liegt ferner in der Zahl der Respirationen; während bei einfacher Erwärmung die Respirationszahl bis nahezu 200 Athmungen in der Minute betrug, sehen wir nun nach erfolgter Durchschneidung des Halsmarks bei der nahezu gleichen Temperatur des Wärmekastens die Athmung zwischen 12—16 einzelnen Athmungen in der Minute schwanken. Es erschien darum nöthig, genau den Einfluss, den die Frequenz der Athmung auf die Körpertemperatur ausübt, zu studiren.

Von vorneherein dürfte sich schwer bestimmen lassen, wie die Athmung auf die Körperwärme einzuwirken vermag; indess dürfte der Umstand, dass beim Hunde die Athmung normaler Weise in viel grösserer Breite als beim Menschen schwankt, dafür sprechen, dass in der wechselnden Zahl und Tiefe der Athmungen eine der regulatorischen Einrichtungen zur Erhaltung der Wärmeconstanz gegeben ist. Diese Annahme gewinnt um so grössere Wahrscheinlichkeit, wenn wir erwägen, dass die Haut durchaus nicht beim Hunde jene wichtige Rolle für die Wärmeregulation spielt, als beim Menschen. Schon die beträchtliche Dichte der Haare, der Mangel der Schweissdrüsen und dergleichen Factoren mehr beim Hunde sprechen zu Gunsten der Annahme, dass ausser den regulatorischen Vorgängen in der Haut noch weitere regulatorische Einrichtungen bestehen.

Ich sah mich darum veranlasst, vorerst Untersuchungen in der Weise anzustellen, dass ich genauer, als dies bisher zumal mit Rücksicht auf die Frage nach der Wärmeregulation geschehen war, den Einfluss, den die Zahl und Tiefe der Athmungen auf die Körpertemperatur ausübt, beobachtete.

Ich theile vorerst einige zum Zwecke der Lösung dieser Frage angestellte Versuche hier mit.

Versuch Nr. XVII.

Erwärmungsversuch mit und ohne Chloroformnarcose.

Mässig junger, mittelgrosser, langhaariger Spitz; derselbe wird Abends 6 h. Om., ohne gebunden zu sein, im Rectum gemes-

sen, wobei er nur von einem Wärter leicht fixirt und dabei gestreichelt wird. Zimmertemperatur zu dieser Zeit = 16° R. Die Temperatur des Hundes im Rectum = $38,72^{\circ}$ C. Der Hund wird nun chloroformirt und dann, ohne gebunden zu sein, frei auf dem Tische liegend, gemessen.

Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.	
6 15	38,7	16	24	9 5	37,8	26	Die Respiration
20	38,65	17	Hund ruhig	10	37,7	26	wird wieder
25	38,6	19	24	15	37,7	26	schneller
30	38,6	20	100	20	37,7	26	192
35	38,65	21,5	164	25	37,6	26	200
40	38,55	22,5	168	30	37,6	26	
45	38,5	23		35	37,6	26	140
50	38,52	24	160	40	37,6	26	
55	38,52	24	204	45	37,6	25	228
7 0	38,4	23,5	136	50	37,5	25	224
5	38,28	23,5	132	55	37,5	24,2	224
10	38,15	24	184	Der Hund wird nun, um den Einfluss			
15	38,0	24	220	der verlangsamten Respiration zu			
20	37,85	25,4	200	beobachten, chloroformirt und bei			
25	37,75	25,6	192	der bisherigen Zimmertemperatur eine			
30	37,73	26	180	Zeit lang in der Narcose erhalten.			
35	37,65	26	180	9 56	37,5	24,1	24
40	37,62	25,5	192	10 0	37,7	24	24
45	37,5	25		5	37,75	24	24
50	37,5	25		10	37,8	24	26
55	37,4	25		15	37,9	24	32
8 0	37,4	25		20	38,0	24	24
5	37,4	25		25	38,05	24,8	32
10	37,4	25 *	Das Thier athmet	30	38,15	26	28
15	37,5	25	wiederlangsam	35	38,2	26,7	28
20	37,6	25	u. gleichmässig	40	38,3	26,8	28
25	37,6	25		45	38,4	26,7	30
30	37,6	25		50	38,45	26,5	32
35	37,7	25		55	38,44	26	32
40	37,7	25		11 0	38,5	26	56
45	37,7	25		5	38,4	26	120
50	37,7	25		10	38,3	26	128
55	37,7	26	Ruhige Respiration	15	38,2	26	Die Respiration be-
9 0	37,8	26		20	38,2	26	schleunigt, unzähl-
							bar.

Dieser Versuch zeigt anfangs, trotz ziemlich hoher Temperatur der umgebenden Luft, einen continuirlichen Temperaturabfall des Versuchsthiers. Betrachten wir zugleich die Athmung, so zeigt sich, dass dieselbe zu dieser Zeit sehr beträchtlich beschleunigt war. Trotzdem sich nun im weiteren Verlaufe nichts in den äusseren Versuchsbedingungen änderte, und auch die Zimmertemperatur stets fast auf der gleichen Höhe geblieben war, so bemerken wir

von 8 h. 15 m. an eine plötzliche Tendenz zur Steigerung. Achten wir aber auch hier wieder auf die Zahl der Athmungen, so finden wir zu der gleichen Zeit eine plötzliche Verlangsamung der Athmung. Wieder sehen wir dann nach einiger Zeit trotz völligen Gleichbleibens der Aussentemperatur und aller sonstigen Versuchsbedingungen einen Temperaturabfall beim Thiere eintreten und geht auch dieser Temperaturabfall wieder mit einer sehr beträchtlichen Beschleunigung der Respiration einher. Als das Thier nun endlich nochmals Chloroform erhielt, um auf solche Weise eine Verlangsamung der Athmung zu erzeugen, trat sofort wieder eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung des Versuchsthiere ein. Dieselbe betrug sogar bei dem letztmaligen Ansteigen in 1 h. 4 m. einen ganzen Grad C.

Nach all' dem dürfte wohl kein Zweifel bestehen, dass diese verlangsamte Respiration Mitursache der Temperaturerhöhung gewesen ist. Es dürfte durch diesen Versuch mindestens die früher ausgesprochene Vermuthung, dass auch die Athmung für die Wärmeregulation eine wichtige Rolle spielt, sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen haben. Bei der grossen Breite der Schwankungen für die normale Athmung scheint in dieser gerade einer der wichtigsten regulirenden Factoren für die Wärmeconstanz gegeben zu sein. Ist das Ineinandergreifen der regulatorischen Vorgänge der Haut und der Athmung gestört, dann muss es zu Störungen des Gleichgewichts und damit zu wesentlichen Temperaturänderungen kommen.

Dieser Versuch erklärt ferner, warum es trotz hoher Temperatur der Umgebung bei schwacher oder fehlender Narcose beim normalen Thiere nicht zu einer Temperaturerhöhung kommen kann. Auch bei dieser hohen Temperatur der umgebenden Luft trat in Folge der hierdurch veranlassten Athmungsbeschleunigung keine Erwärmung des Thieres ein; sofort aber trat eine solche ein, als die Athmung künstlich verlangsamt wurde.

Wenn demnach in den früher angeführten Versuchen dasselbe Versuchsthier bei einfacher Erwärmung, wobei die Athmung eine noch immer schnellere war, als nach der Durchschneidung des Halsmarks, sich viel rascher erwärmte, als das gleiche Versuchsthier nach durchschnittenem Marke, so dürfte dieser Umstand gewiss nicht die Annahme einer vermehrten Wärmeproduction in Folge des Wegfalls eines im Gehirne gelegenen Hemmungscentrums sehr wahrscheinlich machen. Denn die Rückenmarksdurchschnei-

dung hat constant, wie alle meine Versuche zeigen, eine beträchtliche Respirationsverlangsamung zur Folge und diese ist, wie ich eben zeigte, viel mehr geeignet, eine Erhöhung, als einen Abfall zu erzeugen. Wenn trotz dieser günstigeren Erwärmungsbedingungen nach der Durchschneidung sogar ein Abfall oder doch eine langsamere Erwärmung eintrat, als ohne diese, so dürfte dies kaum zu Gunsten einer in Folge dieser Durchschneidung vermehrten Wärmeerzeugung sprechen. Bevor ich indess näher auf diese nach der Durchschneidung geänderten Wärmeverhältnisse eingehe, will ich hier zum besseren Verständniss dieser Vorgänge noch einige weitere Versuche einschalten.

Versuch Nr. XVIII.

Erwärmungsversuch mit und ohne Narcose, dann Rückenmarksdurchschneidung.

Junger, kräftiger, langhaariger, ziemlich grosser Pudel; derselbe zeigt Mittags 12 h. 20 m. frei, unaufgebunden gemessen, im Rectum 39,32 ° C. Er erhält nun eine subcutane Morphinum-injection. Frei auf dem Tische liegend wird der Hund nun fortgemessen, dabei Zimmertemperatur und Respiration beobachtet.

Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Zeit	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.	
12 30	39,2	21	140	2 15	38,3	27	134
35	39,3	22	242	20	38,36	27	32
40	39,2	24	284	25	38,43	26,5	36
45	39,1	25,5	300	30	38,5	26,4	30
50	39,08	26	192	35	38,58	26,2	36
55	39,1	27	200	40	38,58	26,2	—
1 0	Defäcation			45	38,6	25,2	28
5	39,03	26,3	186	50	38,7	25	28
10	39,03	26	152	55	38,84	24,8	28
15	38,95	25,8	208	3 0	38,95	24,5	24
20	38,91	25,6	184	5	39,02	24,4	20
25	38,8	25,3	184	10	39,1	24	20
30	38,7	24,9	208	15	39,15	23,9	20
35	38,65	24,5	180	20	39,15	23,4	24
40	38,56	24,3	144	25	39,16	23	80
45	38,51	23,8	160	30	39,15	22,8	144
50	38,45	23,4	160	35	39,2	22,8	80
55	38,4	23,2	56	40	39,34	22,3	60
2 0	38,38	24	104	45	39,38	22,2	52
5	38,38 ¹⁾	25,6	144	50	39,36	21,9	120
10	38,3	26,3	160	55	39,3	21,8	156

1) Der Hund wird nun bis zu voller Narcose chloroformirt, um den Einfluss der verlangsamten Athmung auf die Körpertemperatur zu beobachten.

Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute	Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute
4 0	39,2	21,5	192	4 40	38,5	23,3	144
5	39,0	21,3	180	Der Hund wird nun, da er unruhig wird, freigelassen und erst um 5 h. 45 m. wieder gemessen.			
10	38,9	21,2	220				
15	38,8	21,5	188	5 45	37,1	26	24
20	38,7	22,4	164	50	37,2	27	24
25	38,7	23	96	55	37,35	27	28
30	38,68	23,3	144	6 0	37,5	29	28
35	38,6	23,4	112				

Nach Abtragung des Dornfortsatzes des 6. Halswirbels wird nun das Rückenmark mit dem Meissel in der Höhe des 6. Halswirbels zerquetscht. Die Blutung gering. Operation um 6 h. 18 m. beendet.

Nach Durchschneidung des Halsmarks.

Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute
6 25	38,0	27	28
30	38,05	26	28
35	38,1	26	28
40	38,12	26	28
45	38,14	25,2	26
50	38,2	25	24
55	38,23	24,8	26
7 0	38,25	24,5	22
5	38,3	24	22
10	38,35	23,8	22
15	38,38	23,6	24
20	38,38	23,3	22
25	38,4	23,2	22
30	38,42	23,2	24
35	38,42	23,2	24
40	38,48	23	24
45	38,52	23	24
50	38,61	23	24

Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute	Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute
7 55	38,62	23	20	8 30	38,91	22,8	24
8 0	38,68	23	20	35	38,93	23	24
5	38,72	23	24	40	38,98	23	20
10	38,80	23	24	45	39,0	23,2	20
15	38,83	22,8	24	50	39,02	23,5	24
20	38,88	22,8	24	55	39,11	23,8	20
25	38,9	22,8	24	9 0	39,13	23,8	24

Z e i t	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Z e i t	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.	
9 5	39,2	23,8	20	1 30	38,7	22	16
10	39,23	23,8	20	2 0	38,8	22	12
15	39,23	23,2	20	30	39,0	22	16
20	39,25	22,7	20	3 0	39,0	25	16
25	39,25	22,5	20	30	39,4	24	12
30	39,25	22,5	20	4 0	39,7	23	16
35	39,25	22	20	30	39,8	22	16
40	39,25	21,8	20	5 0	40,0	25	16
45	39,25	21,8	20	30	40,5	24	20
50	39,25	21,6	20	6 0	40,6	23	24
55	39,25	21,6	20	30	40,7	23	20
10 0	39,28	21	20	7 0	40,6	22	20
12 15	40,0	22,7	20	30	40,7	23	20
30	39,97	22,4	24	8 0	40,6	23	20
45	39,86	22,2	28	30	40,7	22	20
1 0	39,81	21,8	24	9 0	40,7	21	20
31. XII. früh				30 ¹⁾	40,6	21	20
4 15	37,85	18	16	10 0	39,6	20	20
30	37,85	20	20	30	39,7	21	20
45	37,87	22	20	11 0	39,8	22	16
5 0	38,01	22	20	30	39,9	22	16
15	38,12	22	20	12 0	40,0	22	20
30	38,22	22,3	20	30	40,1	21	16
45	38,3	23,7	20	1. I. 72. früh.			
6 0	38,36	24	20	1 0	40,1	21	16
15	38,51	24	20	30	40,1	23	16
30	38,75	24	20	2 0	40,3	24	20
45	38,8	24	20	30	40,4	24	20
7 0	38,9	23,7	24	3 0	40,5 ²⁾	23	20
15	38,98	22,8	16	30	40,3	23	16
30	39,0	22	16	4 0	40,3	22	16
45	39,0	21,7	20	30	40,4	22	16
8 0	39,0	22	16	5 0	40,4	23	16
15	39,0	23	20	30	40,3	23	20
30	39,0	24	20	6 0	40,3	23	20
45	39,1	23	20	30	40,4	23	20
9 0	39,1	22	20	7 0	40,5	23	24
30	39,0	22	16	30	40,3	23	28
10 0	38,9	21	16	8 0	40,0	22	28
30	38,8	20	12	30	40,1	23	16
11 0	38,7	21	12	9 0	40,4	23	28
30	38,7	21	12	30	40,5	22	20
12 0	38,6	20	16	10 0	40,7 ³⁾	22	20
30	38,6	20	12	30	40,8	21	24
1 0	38,6	21	12	11 0	40,7	23	24

1) Der Hund säuft Wasser. Plötzlicher Temperaturabfall um einen ganzen Grad!

2) Der Hund säuft etwas Wasser.

3) Da noch zuweilen Spuren von Zuckungen am l. Vorderfuss vorhanden sind, so wird um 10 h. 0 m. nochmals das Mark zerquetscht.

Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute	Zeit h. m.	Rectum- temperatur ° C.	Zimmer- temperatur ° R.	Respirationen in der Minute
11 30	40,9	23	24	12 0	40,5	22	24
12 0	40,9	22	24	30	40,2	16	24
30	40,9	22	24	1 0	39,7	14	24
1 0	40,9	23	24	30	38,7 ²⁾	14	24
30	40,95	22,3	24	2 0	38,2	14	18
2 0 ¹⁾	40,8	22	22	30	38,0	14	20
30	40,57	18,5	24	3 0	37,9	14	20
3 0	40,2	18	24	30	37,8	13	18
30	39,75	17,2	20	4 0	37,6	13	18
4 0	39,3	17	20	30	37,4	12	16
30	38,9	16	24	5 0	37,3	12	16
5 0	38,6	16	24	30	37,0	12	18
30	38,1	15	20	6 0	36,7	12	16
6 0	37,9	15	16	30	36,5	11	16
30	37,7	15	18	7 0	36,3	11	16
7 0	37,6	15	18	30	36,5	21	16
30	37,7	20	20	8 0	36,7	21	20
8 0	37,9	23	18	30	37,2	22	18
30	38,3	22,2	18	9 0	37,8	23	20
Um 8 h. 30 m. wird 1 Gran Mor-				30	38,4	23	18
phium subcutan am Kopfe injicirt,				10 0	38,8	22	20
um dessen nunmehrigen Einfluss auf				30	39,4	25	20
d. Körpertemperatur zu beobachten.				11 0	40,0	24	20
8 45	38,4	22	22	12 30	40,9	20	16
9 0	38,4	22	28	3. I. 72 früh			
30	38,6	24	28	3 0	40,4	16	20
10 0	38,8	24	28	4 30	39,7	16	18
30	39,0	24	24	6 0	39,4	14	18
11 0	39,2	22	28	7 0	39,2	14	18
2. I. 72 früh				8 0	38,9	13	18
1 0	39,1	21	24	9 0	38,6	12	18
30	39,2	21	24	10 0	38,2	12	18
2 0	39,2	21	24	11 0	37,8	12	18
4 30	39,7	21	24	12 0	37,6	12	18
5 0	39,8	23	24	1 0	37,3	14	16
30	40,0	23	24	2 0	37,1	14	16
6 0	40,2	23	24	3 0	37,0	14	16
30	40,2	22	24	4 0	36,9	14	18
7 0	40,2	22	24	5 0	36,7	14	20
30	40,2	23	22	6 0	36,2	14	16
8 0	40,3	23	24	30	35,5	12	16
30	40,5	22	26	7 0	34,75	12	20
9 0	40,6	21,5	26	30	34,3	14	20
30	40,6	22	26	8 0	33,9	16	20
10 0	40,6	22	24	30	33,7	16	20
30	40,5	22	24	9 0	33,4	17	20
11 0	40,4	22	24	30	33,18	16,5	20
30	40,4	22	24	10 0	33,02	19,5	20

1) Unter der Zunge 40,7° C.

2) Hund säuft Wasser. Starker Abfall!

Z e i t	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute	Z e i t	Rectum- temperatur	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° R.		h. m.	° C.	° R.	
10 30	33,1	22	20	2 0	34,4	19	20
11 0	33,3	25	20	4 0	34,4	17	18
30	33,8	26	24	6 0	31,8	15	20
12 0	34,1	23	20	7 0	31,1	14	

Der Hund stirbt. Die Obduction ergab eine vollständige Durchtrennung und Zerquetschung des Halsmarkes in der Höhe des 6. Halswirbels.

Ich habe diesen Versuch, wobei mehrere Tage lang continuirlich Tag und Nacht die Ablesungen vorgenommen wurden, ausführlicher, wenn auch noch nicht mit all' den Zahlen, die notirt wurden, mitgetheilt, um zu zeigen, wie sich nach durchschnittenem Rückenmark der Gang der Temperatur ganz nach den umgebenden Verhältnissen richtet.

Bereits die früheren Versuche haben zum Theil gezeigt, dass, wenn man ein Thier tief narcotisirt, durch Erhöhung der umgebenden Temperatur dessen Körpertemperatur rasch auf eine nicht unbedeutliche Höhe gebracht werden kann. Man ist indess nur bis zu einem gewissen Grade im Stande, die Thiere in so tiefer Narcose zu erhalten, dass die erhöhte Temperatur der Umgebung nicht reflectorisch eine beschleunigte Athmung auslöst. So lange dies, und je vollständiger es gelingt, ein normales unverletztes Thier mit ruhiger, langsamer Respiration zu erhalten, um so leichter ist man im Stande, durch Veränderung resp. Erhöhung der umgebenden Temperatur dessen eigene Temperatur zu erhöhen. Es ist darum, wie es scheint, in der verschiedenen Modification der Zahl der Athemzüge ein wichtiger Regulator des thierischen Wärmehaushalts gegeben.

Wir können uns ferner wohl vorstellen, dass reflectorisch von der Haut aus das Athmungscentrum sehr häufig erregt wird und dass auf solchem Wege eine wichtige Abzugsquelle überschüssiger Wärme geschaffen wird. Diese Annahme einer reflectorischen Erregung der Athmung von der Hautnervenperipherie aus und eines wichtigen hiermit gegebenen regulatorischen Apparates erhält eine sichere Stütze durch die Beobachtung, dass nach Durchschneidung des Rückenmarks selbst bei hoher Temperatur der umgebenden Luft eine solche Beschleunigung der Athmung nicht mehr ausgelöst werden kann. Besteht in Wirklichkeit die eben angenommene

Wärmeregulation durch die Athmung in Folge einer Erregung der Hautnervenperipherie, dann müssen wir annehmen, dass deren Bahn durch das Rückenmark zum Athmungscentrum geht und dieses in reflectorischer Weise erregt.

Für eine derartige Erregung sprechen auch einige an normalen Thieren oben mitgetheilte Versuche, in denen die Körpertemperatur nicht die Norm überschritt, sondern sich sogar mehr oder minder unter der Norm bewegte. Wurde nun hier die umgebende Luft auf einen sehr hohen Temperaturgrad erwärmt, so trat, obschon die Innentemperatur noch lange nicht die Norm überschritt, doch bereits beschleunigte Athmung, eine Art Wärmedyspnoe ein. Bekanntermassen hat Ackermann¹⁾ schon vor längerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn durch Behinderung des Wärmeverlustes durch die Haut die Temperatur eines Thieres gesteigert wird, die Athemfrequenz zunimmt. Ackermann legte dieser dann vermehrten Frequenz im Allgemeinen die Bedeutung eines regulatorischen Vorganges bei.

Bereits der vorhin erwähnte Umstand, dass auch bei einem einfachen Missverhältniss der inneren und äusseren Temperatur eine solche Dyspnoe erzeugt werden kann, spricht zu Gunsten der Annahme, dass auch von der Peripherie aus eine Erregung zum Athmungscentrum getragen werden kann, selbst dann, wenn die Innentemperatur noch die normale ist, während die Hautnerven durch diese erhöhte Temperatur der Umgebung bereits in Erregung versetzt werden. Durch die Narcose ist dieser beschleunigten Athmung nur bis zu einem gewissen Grade vorzubeugen; dagegen scheint nach den bis jetzt mitgetheilten Versuchen nach Rückenmarksdurchschneidungen eine derartige Dyspnoe nicht mehr auftreten zu können. Es erscheint dies leicht verständlich, wenn wir den vorhin angedeuteten Weg von der Hautnervenperipherie zum Athmungscentrum als einen solchen erkennen, auf dem häufig das letztere zu vermehrter Thätigkeit angeregt wird. Ist das Rückenmark durchtrennt, und je höher es durchtrennt ist, desto weniger können dann solche periphere Reize angreifen, da ihre Bahn zum Athmungscentrum unterbrochen ist. Zuweilen sehen wir auch jetzt noch eine Spur einer beschleunigten Athmung, eine Vermehrung um einige Respirationen, wenn plötzlich die Tempe-

1) l. c.

ratur der umgebenden Luft auf eine beträchtliche Höhe gebracht wird. Eine derartige geringe Vermehrung ist leicht begreiflich aus dem Umstande, dass oberhalb der Durchschnittsstelle die peripheren Reize noch angreifen können; ihr Effect muss aber entsprechend der Kleinheit des Angriffspunktes ein minimaler sein.

Ich habe indess, um diesem bisher in der Wärmeregulationsfrage unbeachtet gebliebenen Punkte näher zu kommen, einige directe Versuche mit sehr hoher Erwärmung nach Rückenmarksdurchschneidung angestellt, die zeigen, ob und wie viel dann die Athmung noch beschleunigt werden kann. Bleibt aber auch jetzt noch, trotz sehr hoher Temperatur der Umgebung, jede stärkere Dyspnoe aus, dann dürfte diese Erscheinung gewiss nur in dem früher erwähnten Sinne gedeutet werden. Von diesen Versuchen schalte ich im weiteren Verlaufe einen solchen in Kürze ein und stelle hier einen Versuch ohne Durchschneidung voran, der zeigt, dass auch bei sehr hoher Innentemperatur und bei beträchtlicher Erhöhung der umgebenden Temperatur unter Umständen die Wärmedyspnoe durch sehr tiefe Narcotisirung für kurze Zeit hintangehalten werden kann.

Versuch Nr. XXI.

Erwärmungsversuch.

Langhaariger, schwarzer Spitz; derselbe wird chloroformirt, aufgebunden und unter den Wärmekasten gesetzt. Unter dem Kasten wird die Flamme angezündet. So oft der Hund spurenweise unruhig zu werden beginnt, wird er von Neuem chloroformirt.

Zeit	Rectum- temperatur	Temperatur des Wärmekastens	Respirationen in der Minute	
	° C.	° C.		
3 10	38,95	19,1	20	Hund noch etwas unruhig
15	39,0	20	20	
20	39,3	24,9	32	
25	39,7	25		Hund ganz ruhig
30	39,9	25,8	40	
35	40,06	25,5	36	
40	40,3	27,5	26	
45	40,5	30,0	24	
50	40,5	30,3	32	
55	40,7	29,8	24	
4 0	41,0	29,8	28	
5	41,15	28,7	28	
10	41,2	27,5	24	

Ich habe nur wenige Worte dem vorstehenden Versuche hinzuzufügen. In demselben ist es gelungen, das Thier wenigstens einige Zeit hindurch in vollständiger Narcose zu erhalten; wir sehen in diesem Falle durch Erwärmung von aussen die Körpertemperatur ungeheuer rasch steigen bis zu einer Höhe, die einer sehr beträchtlichen Fieberhöhe, $41,2^{\circ}\text{C.}$, entspricht. Die Athmung schwankt hier, trotz dieser hohen Temperatur, meistens zwischen 20—28 Respirationen in der Minute und erreicht nur vorübergehend eine beträchtlichere Zahl, als Maximum 40 in der Minute. Derartige Versuche, die ich wiederholt angestellt habe, gelingen wenigstens für längere Zeit kaum; es ist schwierig, gerade denjenigen Grad der Narcotisirung der Thiere zu finden, der, ohne tiefergehende Functionsstörungen herbeizuführen, das Centrum des bewussten Seelenlebens vollständig ausschaltet. Bei gelinderen Graden der Narcose tritt jedesmal mit der Erwärmung eine Beschleunigung der Athmung ein. Es dürfte hieraus wenigstens gefolgert werden, dass nicht stets parallel der erhöhten Körpertemperatur und der erhöhten Temperatur des Blutes eine Reizung des Athmungscentrums und damit eine Beschleunigung der Athmung zu Stande kommen muss. Auch die klinischen Thatsachen sprechen für eine derartige Auffassung, insofern sich zeigt, dass in vielen Krankheiten, insbesondere aber in soporösen Zuständen, in Krankheiten, in denen das bewusste Seelenleben gestört ist, trotz höchster Körpertemperatur, die Athmung oft eine sehr verlangsamte ist.

Beachtet man bei Kranken, die sich in höhergradigem Sopor befinden, genauer das Verhalten der Körpertemperatur gegenüber der Zahl der Athmungen, so ergibt sich oft bei selbst sehr beträchtlicher Körpertemperatur eine sehr bedeutend verlangsamte Athmung, insbesondere in der präagonalen und agonalen Periode findet sich in vielen Krankheiten ein derartiges scheinbares Missverhältniss. Bei vielen Kranken kann man ferner sehr häufig in dieser Periode ein rasches Ansteigen der Körpertemperatur beobachten, das bis zum Tode andauert und seinen Grund zum Theil in dem Darniederliegen der Hautfunctionen, in dem verlangsamten Kreislauf, zu einem gewissen Theil aber auch in dieser verlangsamten Athmung findet.

Mit Rücksicht auf die Frage, ob das normale Versuchsthier sich durch eine Temperatur der umgebenden Luft von $25\text{—}30^{\circ}\text{C.}$

bereits erwärmen lässt, lehrt aber der vorstehende Versuch nicht nur, dass eine solche Erwärmung möglich ist; ich muss hier insbesondere auf das rasche Ansteigen der Körpertemperatur bei nun stark verlangsamter Athmung aufmerksam machen. In einem Zeitraum von nur einer Stunde ist die Körpertemperatur hier um mehr als zwei Grade gestiegen. Dieser Versuch zeigt aufs Beste die Wichtigkeit der Athmung als eines wärmereregulirenden Apparates.

Vergleichen wir aber weiterhin diese rasche und beträchtliche Temperaturerhöhung mit einer solchen, die wir nach einer Rückenmarksverletzung bei der gleichen Temperatur der umgebenden Luft beobachten, so zeigen alle Versuche ausnahmslos, dass nun die Erwärmung langsamer erfolgt. Allerdings kann aus der Raschheit der Erwärmung des Thieres als solcher kein Schluss auf eine gleichzeitige Vermehrung oder Verminderung der Wärmeproduction gemacht werden. Wie bereits erwähnt, ist es, um hierüber ein sicheres Urtheil sich zu bilden, nöthig, den Versuch an demselben Thiere einmal ohne, dann mit verletztem Rückenmarke, und insbesondere mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Athmung anzustellen. Zeigt sich nun, dass, trotzdem das unverletzte und narcotisirte Thier fast ausnahmslos noch eine beschleunigtere Athmung zeigt, trotzdem dasselbe also unter günstigeren Abkühlungsbedingungen sich befindet und demnach mehr Wärme verliert, als das verletzte, dass dieses sich rascher erwärmt, so dürfte dieses wohl gegen die Annahme einer durch die Rückenmarksverletzung veranlassten vermehrten Wärmeproduction sprechen.

Wie bereits früher erwähnt, haben schon ältere Beobachter erkannt, dass die Durchtrennung des Rückenmarks hoch oben einen beträchtlichen und bis zum Tode andauernden Temperaturabfall erzeugt. Ich habe im Anfange dieser Versuchsreihe einen derartigen Versuch mitgetheilt, der zeigt, dass dieser Satz im Allgemeinen richtig ist.

Als eine der wichtigsten Ursachen dieses Temperaturabfalls hat dann fernerhin Tscheschichin bei gleichzeitiger Messung der inneren und äusseren Temperatur gefunden, dass der relative Wärmeverlust durch die oberflächlichen Gefässe zunächst Hauptursache der Abkühlung des Thieres ist. Dass in Folge dieser Verletzung des Rückenmarks die Gefässnerven der Haut gelähmt werden, ist eine längst sichergestellte Thatsache, und es kann kein Zweifel bestehen, dass, wenn die Haut nun

mehr Blut als normaler Weise erhält, sie sich relativ erwärmen muss. Indess dürfte es kaum wahrscheinlich sein, dass die Haut je eine wesentlich höhere Temperatur zeigt, als die inneren Organe, wie Tscheschichin einen derartigen Versuch mittheilt. Es wäre gewiss wünschenswerth, die Menge von Wärmeeinheiten genau zu kennen, die durch die Gefässparalyse in Folge der Rückenmarksverletzung der Haut nun mehr zugeführt werden. Insbesondere würden genaue calorimetrische und thermoelectrische Untersuchungen uns über dieses Verhalten manchen interessanten Aufschluss bieten können. Wegen Ueberhäufung mit anderen, insbesondere klinischen Arbeiten waren derartige Untersuchungen mir für jetzt nicht möglich. Um indess der Lösung der Frage nach den bei Rückenmarksverletzungen eintretenden Kreislaufverhältnissen näher zu kommen, habe ich theils Versuche am Frosche, theils am Hunde in anderer Weise angestellt. Ich bin mit diesen Untersuchungen noch nicht zu einem vollständigen Abschluss gediehen, kann indess, zumal aus meinen Experimenten am Frosche bereits erwähnen, dass nicht mit dieser Läsion des Rückenmarks eine beträchtlichere Kreislaufverlangsamung einhergeht; im Gegentheil kann man einige Zeit hindurch nach einer solchen Verletzung einen beschleunigten Kreislauf¹⁾ beobachten; man muss hierbei insbesondere Sorge tragen, dass die bei der Rückenmarksverletzung eintretende Blutung eine möglichst geringe wird, denn eine stärkere Blutung hat, wie ich²⁾ a. a. O. nachgewiesen habe, eine Stromverlangsamung zur Folge. Im ersten Moment, in dem die Rückenmarksverletzung gesetzt wird, sieht man stets bei genauer Betrachtung der Schwimmbhautgefässe eine sehr hochgradige Verengerung aller Schwimmbhautarterien, oft bis zum fast vollständigen Verschwinden des Lumens. Mit dieser Verengerung geht eine sehr beträchtliche Stromverlangsamung parallel. Sie ist die directe Folge der Reizung des Rückenmarks und der Gefässnerven, und in voller Harmonie mit dieser Thatsache steht die Beobachtung, dass zuweilen

1) Für die Grösse dieser Geschwindigkeitsänderungen bin ich nicht in der Lage, bestimmte Zahlen angeben zu können, da ich diese Untersuchungen nicht mittelst des früher von mir angegebenen Apparates zur Messung der Geschwindigkeit in mikroskopisch gesehenen Gefässen (Wiener Jahrbücher 1871) angestellt habe.

2) Riegel, Ueber den Einfluss des Nervensystems auf den Kreislauf und die Körpertemperatur, Pflüger's Archiv für Physiologie Bd. IV, 1871.

in den ersten Momenten der Rückenmarksverletzung der Abfall ein ganz minimaler ist. Wiederholt habe ich beobachtet, dass, wenn ich längere Zeit nachher, nachdem die Rückenmarksverletzung gesetzt war, mit einer Nadel, Pincette oder auch chemisch das peripherische Ende des durchschnittenen Rückenmarks beim Hunde reizte, der vorher continuirliche Temperaturabfall plötzlich stille stand und zuweilen selbst einer ganz geringen Steigerung Platz machte. In gleicher Weise kann man, wenn man später das periphere Ende des durchschnittenen Rückenmarks beim Frosche mechanisch reizt, deutliche Gefässverengung mit Stromverlangsamung erzeugen. Diese Beobachtung dürfte gleichfalls nicht zu Gunsten der Annahme einer vermehrten Wärmebildung nach der Rückenmarksverletzung in Folge der Paralyse eines Hemmungscentrums sprechen; einen solchen Vorgang vorausgesetzt, würde die Reizung eher einen Temperaturabfall, als eine Erhöhung zur Folge haben.

Diese Kreislaufsveränderung nach der Rückenmarksverletzung steht in voller Harmonie mit der früher von mir constatirten Thatsache, dass die directe oder reflectorische Halsmarkreizung eine Stromverlangsamung und Arterienverengung erzeugt. Wenn die Querschnittssumme der kleineren Arterien eine Erweiterung erfährt, dann muss eine Kreislaufsbeschleunigung hieraus resultiren. Für kleinere Gefässgebiete ist dies bereits längst erwiesen, so z. B. für die Unterkieferspeicheldrüse, für den Penis, an denen mit der Erweiterung der Arterien eine sehr bedeutende Kreislaufsbeschleunigung längst beobachtet ist.

Um mir aber auch an Hunden über das Verhalten der Blutcirculation in der Haut ein annäherndes Urtheil zu bilden, habe ich versucht, durch gleichzeitige Messung der Haut an verschiedenen Körperstellen diese Differenzen besser zu erkennen. Ich verkenne nicht das völlig Ungenügende dieser Methode und bin weit entfernt, daraus irgend welche sichere Schlüsse zu ziehen. Für die Kenntniss der Grösse des hierbei stattfindenden Wärmeverlustes durch die Haut dürfte gewiss auch diese Form der Messung nicht ausreichend sein; diese genau zu kennen, wäre aber zur sicheren Entscheidung der vorliegenden Frage nöthig. Da indess überhaupt keine mit besseren Methoden gewonnenen Versuchresultate vorliegen und diese Resultate immerhin einiges Inter-

esse gewähren, so schalte ich hier in Kürze ein paar derartige Versuche ein.

Versuch Nr. XXV.

Rückenmarksdurchschneidung.

Ich theile diesen Versuch hier nur mit einigen Zahlen mit, da für die vorliegende Frage die ausführlichere Tabelle ohne besonderen Belang ist.

Mittelgrosser, grauschwarzer, junger Pudel; derselbe wird chloroformirt, aufgebunden und unter der Haut, wohin durch einen kleinen Einschnitt ein Thermometer eingeschoben worden war, ferner im Rectum etc. gemessen. (Warmer Frühlingstag.)

Zeit	Rectum- temperatur	Temperatur unter der Rückenhaut	Temperatur zwischen den Zehen des linken Vorderfusses	
h. m.	° C.	° C.		
3 25 Nachmittags	39,9	38,0		vor der Durchschneidung des Markes

Nun wird das Rückenmark (3 h. 30 m.) am 7. Halswirbel durchschnitten, ohne Knochenabtragung. Blutung gering.

Nachherige Messungen.

3 40	39,5	37,65	37,38
5 20	38,25	36,3	34,15
6 0	37,42	35,88	
6 40	37,15	35,5	

Das Thier wird nun dicht in Watte gehüllt und bleibt so bis zum andern Morgen liegen.

7 50 früh	29,3	28,42	22,2
8 0	29,26	28,34	21,9
9 30	28,8	28,0	22,5
10 0	28,6	27,8	21,0
11 40	28,3	27,66	19,7
12 0	28,15	27,5	19,1

Um 12 h. 30 m. Mittags stirbt der Hund. Die Obduction ergab vollständige Durchtrennung des Halsmarks genau an der Grenze zwischen 7. Hals- und 1. Brustwirbel.

Der nun folgende Versuch, den ich gleichfalls nur im Auszuge mittheile, erscheint insofern von Bedeutung, als nicht nur die Körpertemperatur vorübergehend auf eine beträchtliche Höhe durch Erwärmung von aussen gebracht wurde, als diese äussere Temperatur auch zeitweise eine sehr bedeutende Höhe, selbst 40° C. betrug und trotzdem keine beträchtlichere Dyspnöe auftrat.

Versuch Nr. XXVI.

Erwärmung und Rückenmarksdurchschneidung.

Mittelgrosser, junger Pinscher; derselbe wird chloroformirt, aufgebunden, in Narcose erhalten und unter den Wärmekasten gesetzt.

Zeit	Rectum- temperatur	Kasten- temperatur	Temperatur unter der Rückenhaut	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° C.	° C.	
10 35 früh	38,2	20		32
55 »	37,9	24		28
11 0 »	38,0	25,3		24
15 »	38,1	26,2		32
30 »	38,35	29,7		20
40 »	38,6	30,0	37,1	44
50 »	38,8	28,4	37,35	32
12 0 »	38,9	29,6		24
50 »	39,0	28,4	37,5	28
1 0 »	39,0	28,4	37,6	32

Das Rückenmark wird nun am 6. Brustwirbel durchschnitten.

Zeit	Rectum- temperatur	Kasten- temperatur	Temperatur der Rückenhaut	Respirationen
h. m.	° C.	° C.	° C.	
1 20	38,1	23,8	37,3	20
30	37,6	23,7	37,3	
40	37,39	27,5	37,2	20
50	37,45	30,6	37,12	
2 20	38,22	27,9	37,2	
40	38,48	26,7	37,5	

Nun wird das Mark noch am 7. Halswirbel durchtrennt.

3 5	38,2	21,8	37,4	12
30	38,1	24,8	37,6	12
4 45	38,7	26,5	38,3	12
5 10	38,55	25,2	38,35	12
45	38,1	25,9	37,9	12
6 0	38,06	31,8	37,9	12
10	38,3	35,4	38,0	12
20	38,75	37,1	38,3	20
25	38,92	37,05	38,42	20
30	39,2	37,5	38,6	20
40	39,7	39,1	39,0	16
45	39,95	40,2	39,22	20
50	40,18	39,8	39,42	20
7 0	40,5	34,5	39,81	24
5	40,7	33,1	40,0	24

Der Hund bleibt nun unter dem Kasten, dessen Lücken gut mit Watte verstopft sind, bis zum andern Morgen liegen.

Zeit	Rectum- temperatur	Kasten- temperatur	Temperatur der Rückenhaut	Respirationen
h. m.	° C.	° C.		
11. IV. früh				
8 0	28,0	20,3	27,6	12
9 40	27,25	21,1	26,9	12
10 0	27,2	28,1	26,9	12
10	27,28	30,3	27,0	12
20	27,38	26,8	27,08	12
30	27,32	25,1	27,1	12
12 0	27,55	20,4	27,48	12
2 30	27,37		26,98	16
3 0	27,18		26,68	10
15	27,06		26,54	12
4 25	26,8	21,0	26,1	12
Der Hund stirbt. Postmörtale Messung.				
4 35	26,4		26,3	
40	26,4		26,4	
50	26,45		26,2	

Die sofort nachher gemachte Obduction ergab, dass das Mark am 6. Brustwirbel vollständig durchtrennt und erweicht war; ebenso war das Mark am 7. Halswirbel vollkommen durchtrennt und erweicht. Auf- und abwärts war das Mark überall vollkommen intact.

Dieser Versuch ist insofern von Interesse, als er zeigt, dass nach der Rückenmarksdurchschneidung auch bei höchster Steigerung der umgebenden Temperatur kein irgend beträchtliches Ansteigen der Respirationsfrequenz mehr zu Stande kommt. Selbst bei einer Temperatur der Umgebung von 40° C. stieg die Respirationsfrequenz nicht über 24 Respirationen in der Minute.

Wir beobachten ferner auch hier wieder, obwohl die Respirationsfrequenz noch eine viel beträchtlichere vor der Durchschneidung bei einfacher Erwärmung war, als nach dieser, eine raschere Erhöhung der Temperatur, als nachher, in einer Stunde eine Erhöhung der Körpertemperatur um 0,9° C. Nach der Durchschneidung am 6. Brustwirbel gelingt die Erwärmung bereits langsamer, trotzdem die Respirationsfrequenz hier bereits viel seltner geworden war. Als endlich das Mark noch höher oben durchgeschnitten war, trat bei einer Temperatur der Umgebung, die früher bereits eine deutliche und starke Erhöhung der Gesamtkörpertemperatur bewirkt hatte, keine deutliche Erhöhung mehr ein. Erst bei einer sehr hohen Temperatur der umgebenden Luft trat dann eine relativ rasche Erwärmung ein, während sich die Respiration trotz einer colossal hohen umgebenden Temperatur kaum wesentlich änderte.

Zum Schlusse füge ich noch im Auszuge einen letzten Versuch an.

Versuch Nr. XXVII.

Erwärmung mit Rückenmarksdurchschneidung.

a. Erwärmung.

Grosser, junger, langhaariger Spitz; derselbe wird Abends 8 h. auf den Tisch gelegt und erhält eine subcutane Morphiuminjection. Er wird dann noch chloroformirt und erhält von Zeit zu Zeit noch etwas Chloroform, so oft er etwas unruhig zu werden beginnt.

Zeit	Rectum- temperatur	Temperatur der Rückenhaut	Zimmer- temperatur	Respirationen in der Minute
h. m.	° C.	° C.	° C.	
8 25	39,6	37,5	27,9	20
45	39,65	37,5	27,3	40
50	39,68	37,4	27,2	128
9 0	39,65	37,3	26,9	92
30	39,3	37,1	26,4	84
10 0	39,28	37,1	26,5	136

18. IV. b) Erwärmung, wie Tags zuvor.

6 25	37,8	35,5	28,3	36
45	37,6	35,4	27,2	32
7 0	37,48	35,25	26,1	28
30	37,32	35,32	30,0	24
8 0	37,41	35,9	28,6	24
30	37,62	36,0	30,2	16
9 0	37,78	36,2	28,5	116
20	37,8	36,3	32,9	16
50	38,1	36,65	23,5	112
10 0	38,0	36,1	19,0	24
10	37,9	36,0	19,6	88

c. Erwärmung mit Durchschneidung.

Der Hund erhält Abends 6 h. 12 m. eine subcutane Morphiuminjection, wird dann chloroformirt und gemessen.

6 35	39,62	38,4	28,8	188
50	39,6	38,2	25,0	72

Nun wird das Rückenmark ohne Knochenabtragung am 7. Halswirbel durchschnitten. Blutung gering, mit Penghawar Yambée gestillt. Wunde vernäht. Um 7 h. ist die Operation beendet.

7 10	39,2	38,2	30,0	20
30	39,2	38,2	28,2	16
40	39,15	38,1	27,8	14
50	39,05	37,85	27,5	14
8 0	39,0	37,72	27,65	20
30	38,8	37,24	26,6	16
9 0	38,48	36,99	26,9	16
30	38,2	36,8	27,2	14
10 0	38,1	37,1	28,7	16
30	38,05	37,16	28,9	14
11 0	38,01	37,07	27,8	14

Das Thier bleibt nun wie bisher liegen. Dasselbe hatte sich seit der Operation gar nicht bewegt. Das Zimmer bleibt erwärmt.

Zeit	Rectum- temperatur	Temperatur der Rückenhaut	Zimmer- temperatur	Respirationen
h. m.	° C.	° C.	° C.	
20. IV. früh				
2 45	36,7		21	
4 30	34,1		20,6	
5 30	33,1		20,5	
6 30	32,55	30,12	23,0	16
8 0	31,87	30,08	22,9	16
9 30	31,6		23,2	16
11 0	31,1		21,3	
45	30,85	28,9	20,8	28 unregel- mässig
11 55	30,68	28,88	20,7	26

Die Athmung wird sehr unregelmässig. Agonie.

12 0	30,65		20,8
------	-------	--	------

Das Thier bekommt Streckkrämpfe. Ganz unregelmässige und seltene Respirationen.

12 h. 40 m. Das Thier stirbt. Die Section ergab: Das Mark zwischen 7. Hals- und 1. Brustwirbel vollkommen durchtrennt.

Alle vorgeführten Versuche sprechen zu Gunsten der Annahme, dass durch die Erwärmung an der Hautnervenperipherie Reize gesetzt werden, deren Bahn centripetal zum Athmungscentrum geht und dieses reflectorisch erregt. Das gesunde Thier besitzt, wie wir gesehen haben, darum in dieser reflectorischen Beschleunigung der Athmung einen höchst wichtigen Wärmeregulator und es erklärt sich demnach leicht, warum die Erwärmung von aussen, wenn man nicht diesen Regulator beseitigt, beim gesunden Thiere keine Erhöhung der Körpertemperatur erzeugt. Aus dieser reflectorischen Athmungsbeschleunigung lässt es sich auch nur erklären, dass andere Beobachter bei ihren Erwärmungsversuchen keine Temperaturerhöhung beim unverletzten Thiere erhielten; auch in meinen oben mitgetheilten Versuchen sind derartige Beispiele enthalten. Die Rückenmarksdurchschneidung hebt diese Bahn auf, und sie thut es um so mehr, je höher oben das Rückenmark durchschnitten wird.

Sind auch diese Versuche noch lange nicht ausreichend, uns einen vollkommenen Einblick in das Wesen des Fiebers und in den Antheil des Nervensystems an demselben zu gestatten, so dürfte sich doch aus denselben manch' neuer Gesichtspunkt ergeben. Insbesondere aber dürften mit Bezug auf die Frage nach

dem Antheil des Centralnervensystems an der Wärmeproduction diese Versuche gegen die Annahme eines Hemmungscentrums, wie ein solches von Tscheschichin und neuerdings wieder von Naunyn und Quincke auf Grund ihrer Versuche angenommen wurde, sprechen.

Wie bekannt, hat man in den Centralorganen verschiedene Centren angenommen, von denen aus die Wärmeproduction regulirt werde und sich bald zu Gunsten eines moderirenden oder hemmenden, bald eines excitocalorischen Centrums, bald wieder beider ausgesprochen. Insbesondere haben sich in jüngster Zeit verschiedene Forscher zur Annahme eines solchen moderirenden Centrums hingeneigt; sie gehen dabei von der Vorstellung aus, dass im Gehirn ein sogenanntes Hemmungscentrum gelegen sei, das normaler Weise die übermässige Wärmebildung hindere. Durchschneidet man dieses, fällt dessen Einfluss hinweg, dann solle die Wärmeproduction in übermässiger Weise stattfinden.

Wie oben erwähnt, hat in neuester Zeit Heidenhain bei Wiederholung der Tscheschichin'schen Versuche die von diesem beobachtete beträchtliche Temperatursteigerung nicht constant beobachten können und fasst dieselbe da, wo er sie beobachtete, nur als ein Reizungssymptom auf. Er spricht sich darum gegen die Annahme eines solchen Hemmungscentrums aus. In gleicher Weise haben Naunyn und Quincke die Existenz dieses Hemmungscentrums wieder zu erweisen versucht. Sie glaubten, dass der nach Rückenmarksdurchschneidungen beobachtete beträchtliche Temperaturabfall nur die vermehrte Wärmeproduction insofern maskire, als durch die Lähmung der Gefässnerven übermässig viel Wärme nach aussen abgeführt werde und so um der vermehrten Abfuhr willen diese vermehrte Production von Wärme nicht zur Geltung kommen könne. Beide Forscher haben darum durch Erwärmung diesen übermässigen Verlust durch die äussere Haut zu hemmen gesucht und fanden nun stets Temperaturerhöhung nach der Durchschneidung; bei normalen Thieren fanden sie dieses nicht.

Ich habe oben bereits erwähnt, dass die Haut keineswegs die einzige und wichtigste Quelle des Wärmeverlustes, wenigstens beim Hunde ist. Ich habe aber insbesondere die Wichtigkeit der Athmung als eines wärmeregulatorischen Apparates gezeigt und ferner nachgewiesen, dass auch das normale unverletzte Thier sich unter gewissen Bedingungen gleichfalls durch die gleiche Temperatur der

Umgebung bereits erwärmen lässt, dass es allerdings zunächst durch beschleunigte Athmung dieser Erwärmung entgegenarbeitet. Es zeigen im Gegentheil meine obigen Versuche, dass bei annähernd gleicher Wärmeabfuhr und bei Behinderung des Wärmeverlustes durch die Haut in Folge künstlicher Erwärmung das unverletzte Thier sich viel rascher erwärmt, als das Thier mit verletztem Rückenmark, und ich glaube darum, dass diese Versuche viel mehr geeignet sind, uns zu der Annahme einer in Folge der Rückenmarksverletzung verminderten, gewiss nicht zu der einer vermehrten Wärmeproduction zu führen.

Mit dieser Annahme einer, wenn auch nur mässig verminderten Wärmeproduction nach der Rückenmarksdurchschneidung lässt es sich auch nur vereinbaren, dass mechanische Reize der abwärts gelegenen Theile des durchschnittenen Marks fast stets den Abfall verzögern.

Diese Versuchsergebnisse lassen sich endlich auch leicht mit den von Heidenhain bei Verletzung gewisser Hirntheile erhaltenen Resultaten in Einklang bringen. Wie jene Versuche nur dazu führten, die Existenz eines excitocalorischen Centrums, also eines Centrums, dessen Erregung, sei sie direct oder reflectorisch von verschiedenen peripherischen Bahnen aus, die Wärmeproduction vermehrt, anzunehmen, so lassen auch diese Resultate sich leicht in Harmonie mit einer derartigen Annahme bringen. Wir können uns darum wohl vorstellen, dass allerdings das Rückenmark in gewisser Beziehung ein selbständiges Wärmeproductionscentrum ist, und dass von ihm aus in einer bis zu einem gewissen Grad selbständigen Weise der Muskel, der, wie ich ¹⁾ a. a. O. gezeigt habe, ein Hauptheerd der Wärmebildung ist, erregt wird, dass bereits unter normalen Verhältnissen das Rückenmark, und durch dieses wieder der wärmeerzeugende Muskel u. dergl. von verschiedenen Bahnen aus bald zu vermehrter, bald zu verminderter Thätigkeit angeregt wird. Mit der Verletzung des Rückenmarks hoch oben fällt ein guter Theil dieser anregenden Factoren hinweg und es lässt sich hieraus neben dem Verluste der Wärmeregulation durch Regelung der Abgabe auch leicht eine gleichzeitige Verminderung der Production erklären.

Auf die am Menschen in einzelnen Fällen von Rückenmarks-

1) Centralblatt für die med. Wissenschaften 1871. Nr. 26.

verletzung beobachteten Temperatursteigerungen, die, wie ich von vorneherein bemerke, der eben erwähnten Theorie keineswegs widersprechen, unterlasse ich heute näher einzugehen. Ich werde in einer späteren, diesen Gegenstand betreffenden Arbeit ausführlicher auf diese Frage zurückkommen, wie auch auf die Folgerungen, die sich aus den hier gewonnenen Resultaten für die Fieberlehre ergeben.

Zum Schlusse erlaube ich mir Herrn Professor Fick, der mir einen Theil dieser Versuche in seinem Laboratorium anzustellen gestattete, für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir die Räume und Apparate seines Laboratoriums zu benützen gestattete, meinen Dank auszusprechen.

Würzburg, im April 1872.

Fig. 1.

Fig. 2.

Blutdruckkurve

Atemungskurve

Nulllinie zur Blutdruckkurve

Blutdruckkurve

Fig. II.

Fig. I.

Fig. II.

Fig. III.

Fig. 3. $\frac{1}{200}$

Fig. 4. $\frac{1}{200}$

Fig. 5. $\frac{1}{200}$

Fig. 6. $\frac{1}{200}$

Fig. 2. $\frac{1}{200}$

Fig. 1. $\frac{1}{200}$