

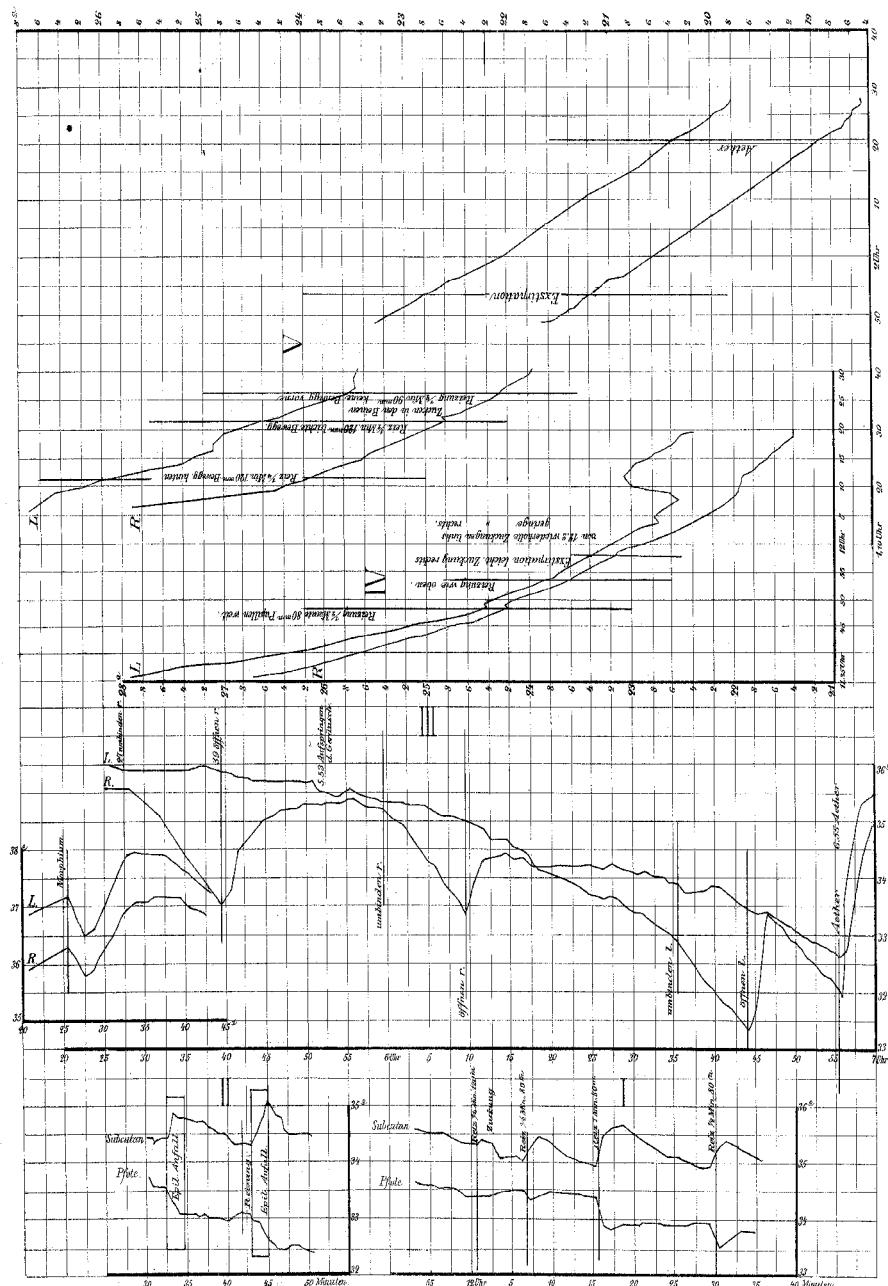
XV.

Ist ein unmittelbarer Einfluss der Grosshirnrinde auf die Gefässen nachgewiesen?

Von Dr. Robert W. Raudnitz (Prag).

(Hierzu Taf. VI.)

Wiederholte Erfahrungen über die geringere Wärmestetigkeit Neugeborener, welche ich als Assistent an Herrn Professor A. Epstein's Klinik in der Prager Findelanstalt zu machen Gelegenheit hatte, im Besonderen die dort von Eröss nach dieser Richtung hin unternommenen Versuche (s. Zeitschrift f. Heilk. V. 317. 1884.) legten mir den Gedanken nahe, die Arbeiten Soltmann's für das Gebiet des vasomotorischen Nervensystems zu vervollständigen, wie es dieser Forscher selbst im Sinne hatte. (s. Jahrb. f. Kinderheilk. XIV. 313. 1879.) Denn die Thatsache, dass Neugeborene keine, äusseren Verhältnissen gegenüber so unveränderliche Körperwärme besitzen, wie wir das vom Erwachsenen innerhalb bestimmter Grenzen wissen, lässt neben anderen auch eine Erklärung zu, welche sie von der mangelhaften Entwicklung und Thätigkeit eines in der Hirnrinde gelegenen, gefässbeherrschenden Centrums abhängig macht. Eine derartige Annahme war umso mehr zulässig, als eine eingehende Prüfung anderer Erklärungsarten bisher nicht stattgefunden hat. Deren stehen vorzüglich zwei zur Verfügung. Vor Allem kommt hier das Verhältniss von Oberfläche zu Inhalt in Betracht, indem der Neugeborene nach Vierordt (Physiol. d. Kindesalters II. Aufl. Cap. 22) eine relativ doppelt so grosse Oberfläche besitzt als ein Vierzehnjähriger, seine Wärmeabgabe also bei sonst unveränderten Umständen eine verhältnissmässig um so viel bedeutendere sein muss. Weiter scheinen Neugeborenen gewisse Reflexe zu fehlen, welche im Dienste der Wärmeregulation stehen, wenigstens behauptet Darwin, dass Neugeborene überhaupt nicht zittern, was freilich Kussmaul (Unters. über das Seelen-



leben des neugeb. Menschen S. 24. 1859), A. Genzmer (Unters. über die Sinneswahrnehmungen des neug. M. Haller Diss. 1873. S. 11) und Preyer (Die Seele des Kindes S. 107. 1882) bestreiten. Ich selbst habe in Fortsetzung meiner Arbeit eingehendere Beobachtungen über diese Frage angestellt und kann schon jetzt behaupten, dass schwächere Neugeborene in der ersten Zeit nach der Geburt selbst nach künstlicher, sehr starker Abkühlung nicht zittern, dass sich aber die Zitterbewegungen im Laufe des ersten oder zweiten Lebenstages, auch schon sieben Minuten nach der Geburt einstellen können. Darüber sowie über andere Wirkungen der Abkühlung werde ich nach Abschluss dieser Versuchsreihe berichten.

Dagegen hatte ich meine Arbeiten mit dem Plane begonnen, die Versuche von Eulenburg und Landois auf das neugeborene Thier zu übertragen. Diese Forscher (Naturforscherversammlung 1876. Centralbl f. med. W. 1876. 15. Berl. klin. W. 1876. 42, 43 Dieses Arch. LXVIII. 245) behaupten auf Grund der an letztgenanntem Orte beschriebenen Experimente: Zerstörung gewisser Abschnitte der Rindenoberfläche des Hundes und zwar jener, welche die Reizstellen für das Hinterbein sowie für die Beuger und Rotatoren des Vorderbeins enthalten, bewirkt sofort eine beträchtliche Steigerung der Wärme in den gegenständigen Gliedmaassen. Der Unterschied zwischen beiden Seiten beträgt $1.5^{\circ} - 13^{\circ}$ C und ist nach der Lage der zerstörten Stelle bald an den vorderen, bald an den hinteren Extremitäten mehr ausgesprochen. Die Temperaturzunahme kann sich vom zweiten Tage ab — nach der Operation — ausgleichen, in anderen Fällen wäre sie noch nach drei Monaten nachzuweisen. Reizung dieser Bezirke mit schwachen Strömen bewirkt auch an curarisirten Thieren geringe und vorübergehende Abkühlung der gegenständigen Gliedmaassen, während längere oder stärkere Reizung Oscillationen oder sogar Steigerung der Temperatur derselben hervorruft. — Hitzig (Naturforscherversammlung 1877. Centralbl. 1876. 18) konnte sofort einen Theil der Ergebnisse bestätigen, indem auch er bei Exstirpationen eine, schon beim Zugreifen erkennbare Wärmezunahme der gegenständigen Gliedmaassen beobachtete, die sich übrigens durch thermometrische Messungen nicht feststellen liess. — Dagegen wollte Ripping

(Naturforscherversammlung 1877. Zeitschr. f. Psych. XXXIV) das thermische Centrum auf Grund einer klinischen Beobachtung in den hinteren Theil des Gyrus fornicatus verlegen. — Die erste nähere Prüfung der E.-L.'schen Angaben theilte Vulpian (*Destruction de la substance grise du gyrus sigmoide du coté droit.* Arch. de physiol. III. 814. 1876) mit, der bei seinen Extirpationen, deren eine er eingehend veröffentlicht, die oben ausführten Ergebnisse nicht zu bestätigen vermochte. (Gleichzeitig war L. Couty (*Étude relative à l'influence de l'encéphale sur les muscles de la vie organique.* Arch. de phys. III. 665. 1876) auf einem anderen Wege zu dem Schlusse gelangt, dass das Grosshirn keinen unmittelbaren Einfluss auf das Gefäßsystem nimmt.) Dann hat P. H. Rosenthal (Experimentelle Untersuchungen über d. Einfluss d. Grosshirns auf die Körperwärme. Berl. Diss. 1877) die Reizungs- und Zerstörungsversuche allein in so wenig sicherer Weise wiederholt, dass seine gegensprechenden Ergebnisse, welche er hervorzuheben gewillt ist, ebenso geringen Werth besitzen als die wenigen positiven. — B. Küssner (Centralbl. 1877. 45. Ueber vasomotorische Centren in der Grosshirnrinde d. Kaninchens. Arch. f. Psychiat. VIII. 2) spritzte Kaninchen concentrirte Chromsäure in die hintere Hälfte einer Hirnconvexität, ohne regelmässige Unterschiede in der Temperatur beider Seiten zu finden. P. Albertoni (Ricerche sper. Siena 1878) hat bei zwei Hunden nach Zerstörung der hinter dem S. c. gelegenen Windungen Blutergüsse in einzelnen Gelenken der entgegengesetzten (aber vor Verletzung nicht geschützten!) Gliedmaassen beobachtet. — H. C. Wood (Fever, a study in morbid and normal physiology. Smithsonian Institut. 1880), dessen Arbeit ich nur durch ein Referat (Biologisches Centralblatt I. 145. 1881) kenne, fand nach 13 Extirpationen der in Rede stehenden Partie die allgemeine Wärmeproduction, wahrscheinlich vorübergehend gesteigert, woraus er folgert, dass die betreffende Rindenregion nur das tiefer gelegene Wärmehemmungscentrum Tscheschichin's in irgend einer Weise beeinflusst. — Weiters hat Arpád Bókai [A központi idegréndszer befolyása az állati test hökormányzására. Orvosi Hetilap 1882.¹⁾] ange-

¹⁾ Für Uebersendung und Ueersetzung dieser Arbeit bin ich Herrn Dr. J. Erőss in Budapest dankbar verpflichtet.

geben, dass im vorderen Theile der 3. Urwindung des Hundes das vasoconstrictorische Centrum für die vorderen, im hinteren Theile derselben das für die hinteren Gliedmaassen liege, dergestalt, dass durch Exstirpation dieser Rindentheile sowohl gleichseitige als gekreuzte Temperatursteigerung hervorgerufen werde; dass sich ferner zwischen diesen beiden Stellen, welche in Munk's Augen- und Sehregion liegen, die vasodilatatorischen Centren für den Vorderkörper befinden, deren Reizung gleichfalls Temperatursteigerung zur Folge hat; an der Hirnconvexität seien ferner letztartige Centren für den Hinterkörper nicht aufzufinden. Endlich hat Chr. Reinke (Unters. über die Veränderung des Blutdruckes und der Pulsbewegungen nach Zerstörung der thermisch wirksamen Region der Grosshirnrinde beim Hunde. Greifswalder Diss. 1882) in Landois' Institut zu erweisen gesucht, dass durch Zerstörung des als thermisches Centrum angesprochenen Rindengebietes nicht blos die Temperatur der gegenständigen Extremität erhöht wird, sondern dass hiermit ein Niedrigerwerden der Pulscurven und Verminderung des Widerstandes der Arterienwand gegen Belastung Hand in Hand geht.

Da aus dieser Durchsicht der Literatur hervorging, dass die E.-L.'schen Angaben eigentlich nur von dem letztnannten Untersucher bestätigt worden sind, dass andererseits die negativen Befunde der übrigen Autoren sowie die Mittheilungen Wood's und Bokai's wegen der offensichtlichen Mängel der Versuchsanordnung keine genügende Sicherheit besitzen, so ergab sich daraus die Nothwendigkeit, vor Allem die E.-L.'schen Experimente an erwachsenen Thieren zu wiederholen und nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Schon um meines nächsten Zweckes willen beschränkte ich, abgesehen von ersten, orientirenden Versuchen, meine Beobachtungen auf die vordere Extremität, da nach den obigen Angaben bei allen Operationen in der thermischen Rindenregion das thermische Vorderbeincentrum mitbeteiligt sein musste.

I. Methode der Wärmemessung.

Nachdem sich die genannten Forscher nicht ganz übereinstimmender Methoden der Wärmemessung bedient haben,

die Art und Weise der Untersuchung aber zu einem guten Theile den Werth der Ergebnisse bestimmt, habe ich die von mir verwandte Methode eingehend geprüft und mit den übrigen verglichen, nicht ohne hierbei ein bemerkenswerthes Nebenergebniss zu erhalten. Ich band selbstverständlich vorher geprüfte Thermometer mit sehr feinem cylindrischen Gefässe zwischen die mittleren Zehen der Pfote ein — senkrecht oder vielmehr in einem etwas stumpfen Winkel zur Axe des Beines. Während ein Gehülfe das Thermometer in dieser Stellung festhält, wird die Pfote mit einer trocknen, schwach gestärkten Gazebinde von 2 Meter Länge und ein 1 cm Breite jedesmal in der gleichen Weise umbunden, indem zuerst lockere, dann etwas straffere Zirkeltouren und dazwischen einige, den Thermometerhals schlingenartig umgreifende Züge geführt werden. Letzteren dient eine ringförmige Hervorbauchung des Thermometerhalses als Stützpunkt. Ich bestreite nicht, dass durch diese Binden eine geringe Veränderung der Blutlaufsverhältnisse hervorgebracht wird, sie ist aber keinesfalls eine bedeutende, wie ich das durch Vergleich mit Messungen ohne Verband sicherstellen konnte. Diese, nehmlich das blosse senkrechte oder wagrechte Einstellen des Thermometers zwischen die Pfoten, wie es A. Cossy (Arch. de Physiol. VIII. 843. 1876) durchführte, lassen keine länger dauernde Verwerthung zu, so dass man schon die obige Fehlerquelle mit in Kauf nehmen muss, deren Grösse übrigens nur bei der Bestimmung des Wärmezustandes also bei den Exstirpationen eine Rolle spielt.

Rosenthal, Küssner und Bokai haben die Thermometer durch eine Hautwunde zwischen Haut und Muskel gebracht und glaubten bei dieser subcutanen Messung ein Urtheil über die Wärmeveränderungen der Extremität abgeben zu können. Ich will nicht im Einzelnen auf die Verschiedenheiten eingehen, welche die Curven der subcutan gemessenen und der Pfotentemperatur zeigen, allein in Hinblick auf unsere Versuche ist die Thatsache wichtig, dass bei Reizung des peripherischen Ischiadicusstumpfes sowie bei dem von der Grosshirnrinde ausgelösten epileptischen Anfalle die subcutane und die Pfotentemperatur wenigstens anfänglich einen gerade entgegengesetzten Verlauf nehmen.

Dieses Verhalten hat nichts mit den Beobachtungen H. Nasse's (Unters. z. Phys. und Path. 2. Band, S. 237, Bonn 1839) und M. Schiff's (Unters. z. Phys. d. Nervensystems I, 169, Frankfurt 1855) zu thun, wonach Ober- und Unterschenkel nach Durchschneidung des Ischiadicus oder des Rückenmarkes verschiedene Temperaturcurven zeigen, denn der Gegensatz von Pfoten- und subcutaner Temperatur kam auch dann zur Geltung, wenn das subcutane Thermometer nicht, wie gewöhnlich, in der Mitte des Unterschenkels, sondern gleich oberhalb des Fussgelenks angebracht wurde. Ebenso bin ich vorläufig nicht geneigt, zur Erklärung die Annahme Gaskell's (Journ. of physiol. I. 276. 1878) herbeizuziehen, dass in den Gefässnerven der Muskeln die erweiternden, in denen der Haut die verengenden Fasern überwiegen, wobei also die subcutan gemessene Temperatur als die der Muskeln, die Pfotenwärme aber als Hauttemperatur anzusprechen wäre. Vielmehr genügt mir vorläufig eine rein mechanische Erklärung, welche diesen Unterschied auf die Wirkung zurückführt, die die heftige Contraction der Muskeln auf die Vertheilung des Blutes in der Extremität nimmt. Deshalb trat die gleiche Erscheinung freilich nur dreimal auf, wenn ich unter der Haut des Oberschenkels ein Leinenbändchen rings um die gesammte Musculatur führte und nun durch Anziehen des Bandes die Wirkung der Zusammenziehung der Muskeln auf die grossen Gefässen nachzuahmen suchte. Deshalb fehlte ferner auch am curarisirten Thiere das entgegengesetzte Verhalten der beiden Temperaturen während Reizung des Ischiadicus.

Curve I zeigt das Verhalten der subcutanen (oben) und Pfotentemperatur (unten) bei Ischiadicusreizung, Curve II während zweier epileptischer Anfälle in Folge Rindenreizung.

Ich muss vorläufig auf eine abschliessende Behandlung dieses Verhältnisses verzichten, bemerke aber, dass ich nur an einem einzigen, sehr grossen, langhaarigen Hunde die sonst regelmässige Erscheinung durch Ischiadicusreizung nicht erhalten konnte. Das eine geht aber aus den angeführten Thatsachen hervor, dass die subcutane Messung uns nur Aufschluss über eine locale Temperatur giebt, so dass bei deren Anwendung ein negatives Ergebniss nicht beweisend gewesen wäre, ein positives erst hätte gedeutet werden müssen.

Was endlich die electrothermische Messung betrifft, welche Eulenburg und Landois in vier Reizversuchen zur Anwendung brachten, so bietet dieselbe keine sachlichen Vortheile vor unserer Methode, vermag dagegen in Folge einer Reihe von Fehlerquellen trügerische Ergebnisse zu erzeugen. Von ihr gilt der Ausspruch Liebermeister's (Path. und Therap. des Fiebers S. 132): „Es ist ein in ärztlichen Kreisen häufig vorkommender Irrthum, dass man glaubt, eine Methode sei um so besser, je grösser ihre Empfindlichkeit ist.“ Denn vor Allem bedarf man einer Wärmequelle, deren Schwankungen in unseren Versuchen durch mehrere Stunden nicht über $0,04^{\circ}$ C. hätten betragen dürfen, eine Bedingung, welche Eulenburg und Landois in ihren Versuchen nicht erfüllten, wie dies auch von Heidenhain (Pflüger's Archiv XVI 1878.) kritisch hervorgehoben wurde. Diese Forscher glaubten nehmlich sich dadurch helfen zu können, dass sie die zweite Thermonadel an der entsprechenden Stelle der anderen Körperhälfte unterbrachten (Versuche 1, 3, 4), allein die Voraussetzung, dass man es hier mit einer auch nur relativ constanten Wärmequelle d. h. gleichsam mit dem Repräsentanten des übrigen, von der Rindenreizung nicht betroffenen Körpers zu thun hat, ist eine irrite. Ich sehe dabei von den Angaben Bókai's ab, der für seine thermischen Centren nicht blos eine gekreuzte, sondern auch eine gleichsinnige Wirkung auf der gleichen Seite gefunden haben will. Aber erstens ist bei narkotisierten Thieren die Temperaturcurve keineswegs eine für beide Gliedmaassen ganz gleichmässige, wie ich das wiederholt beobachten konnte, zweitens wird eine Veränderung der Temperaturverhältnisse des einen Beines nicht ohne Wirkung auf die allgemeine Wärme und damit auf die des anderen Beines bleiben, und endlich wird bei Veränderungen im Blutkreislaufe einer Extremität auch die Circulation in der anderseitigen zumeist nach entgegengesetzter Richtung beeinflusst, wie dies schon Mosso beschrieben hat, und wovon Curve III ein Beispiel giebt. Wird nun die thermoelectricche Messung nach dem Vorgange von Eulenburg und Landois angewandt, so können demnach physiologische oder zufällige Schwankungen der Temperatur einer Pfote auf die zu untersuchende bezogen werden; überhaupt kann man aus den Bewegungen des Gal-

vanometers nicht erkennen, in welcher Pfote, in welchem Sinne und in welcher Höhe die Temperaturschwankung wirklich stattgefunden hat.

Curve III zeigt den Gang der Pfotentemperatur in beiden Beinen, wenn immer eines derselben in der Mitte des Oberschenkels mittelst eines Kautschukschlauches umschnürt wurde.

Die Vorzüge, welche die galvanometrische Thermometrie dem Experimentator zu bieten scheint, sind die bedeutender Feinheit in Rücksicht auf kleinste noch ablesbare Differenzen und auf zeitlichen Verlauf der Schwankungen. Freilich konnten Eulenburg und Landois Unterschiede von ungefähr $0,075^{\circ}\text{C}$. bestimmen, während ich die hundertstel Grade mittelst Lupe abschätzte. In Wirklichkeit bedarf es bei unseren Untersuchungen nicht einmal so feiner Beobachtungen, weil die physiologischen Schwankungen der peripherischen Wärme, welche die genannten Autoren gleichfalls bemerkten und die wohl den periodischen Verengerungen und Erweiterungen der Gefäße entsprechen, nach meinen, an Stunden lange ohne Narkose ruhig liegenden Thieren angestellten Beobachtungen $0,1 - 0,15^{\circ}\text{C}$, betragen. Schwankungen innerhalb dieser Grenzen können also nach keiner Richtung hin ohne Weiteres zu verlässlichen Schlüssen berechtigen. — Wenn ich ferner in meinen Versuchen die Temperaturen nicht von 5 zu 5 Secunden verzeichnet habe, wie dies die obengenannten Forscher vermochten, sondern in der Regel nur minutenweise, nach Reizungen aber höchstens alle viertel Minuten den Thermometerstand notirt habe, so war diese Zeitbestimmung keine ganz willkürliche. Vielmehr habe ich den Quecksilberfaden während und nach den Reizungen jedesmal ununterbrochen mit der Lupe beobachtet, kam aber selten in die Lage, noch vor Ablauf einer viertel Minute eine Richtungs- oder besondere Größenänderung der Bewegung zu verzeichnen.

Bei der Beschwerlichkeit derart durchgeführter Messungen und bei dem Mangel eines zu physiologischen Zwecken verwertbaren Thermographen (s. Boyé, *Les thermographies cliniques. Bordeaux. Thèse 1884*) lag wiederholt der Gedanke nahe, an Stelle der Wärmeuntersuchung, welche doch nur eine der vier Methoden zur Beobachtung von Gefässveränderungen darstellt, eine andere, womöglich selbstregistrirende zu setzen.

Die in der That versuchte Anwendung des Plethysmographen, welche allein unseren Temperaturmessungen gleichwerthige Ergebnisse liefern könnte, wäre nur bei den Versuchen an curarisirten Thieren am Platze gewesen, bei denen viele Uebelstände der thermometrischen Untersuchung ohnedies wegfielen. Dagegen hätte dann das Bein enthaart und umgypst, die Flüssigkeit im Plethysmographen auf gleicher Temperatur erhalten werden müssen, wodurch an Stelle einer klaren Beobachtung wiederum ein Kunstproduct von Verhältnissen getreten wäre, deren Bedeutung ich erst durch langwierige Versuche hätte bestimmen müssen. Die übrigen Methoden endlich als Blutdruckbestimmung in einem grösseren Gefässse, Sphygmographie, Messung des ausfliessenden Blutes beziehen sich mehr oder weniger auf die einzelnen Factoren, deren Beteiligung am Gesammtergebnisse zu studiren erst das Vorliegen eines solchen erheischen würde.

II. Reizversuche.

Ich muss hier vorerst eine Thatsache berühren, welcher die früheren Autoren über unseren Gegenstand nicht gedacht haben, und der gegenüber man sich im Allgemeinen noch an J. Scheinesson's Angaben (Ueber den Einfluss des Chloroforms auf die Wärmeverhältnisse des thierischen Organismus und den Blutkreislauf. Dorpater Diss. Arch. d. Heilkunde X. 1869) zu halten scheint, da trotz des klaren Widerspruches mit dem bekannten Verhalten der Blutgefässse unter Berufung auf diese Arbeit erst jüngstens Th. Rumpf (Unters. über die Wärmeregulation in der Narkose und im Schlaf. Pflüger's Archiv, 33. Bd. 538. 1884) voraussetzt, dass durch die Narcotica die peripherische Körperwärme überhaupt nicht erhöht werde, die Abkühlung also nicht auf vermehrter Wärmeabgabe beruhen könne. Soweit ich nun als nothwendigen Vorversuch und zur Orientirung etwelche, aber keineswegs die Verhältnisse im Einzelnen berührende Beobachtungen gemacht habe, vermag ich für eine Zimmertemperatur von 15—20° C. Folgendes anzugeben: Wird einem Hunde eine Morphiuminjection gemacht, so fällt sofort nach der Injection die Pfotenwärme während der nächsten zwei bis drei Minuten um 0,6—0,7° C. (reflectorische Verengerung der Gefässse auf Hautreiz), steigt dann durch 6—7 Minuten bis um 1,5° C. erst

steil, dann allmählich, erhält sich eine Zeit lang auf dieser Höhe oder macht kleine Schwankungen, um dann ziemlich gleichmässig — in unseren Beobachtungen durchschnittlich um $0,1^{\circ}\text{C}$. in der Minute zu sinken. Leitet man nun an dem inzwischen in festen Morphiumschlaf versunkenen Thiere die Aethernarkose ein, so erhebt sich die peripherische Körperwärme sofort in einer um so steileren Curve, je tiefer dieselbe bereits gesunken war, um über einen mehr oder weniger breiten Gipfel in der oben geschilderten Weise abzufallen. Hat der Abfall wiederum eine gewisse Tiefe erlangt, so vermag man durch neuerliche Aetherisirung eine neue Erhebung der Pfotenwärme hervorzurufen, welche aber nicht mehr die Höhe der ersten erreicht. Wird ein Hund ohne vorhergegangene Morphiuminjection ätherisiert, so steigt die peripherische Temperatur zum Unterschiede von der Injection ohne vorausgehendes Sinken rasch in die Höhe. Dass frühere Autoren auf dieses Steigen der peripherischen Wärme zu Beginn der Narkose weniger aufmerksam geworden sind, mag vielleicht daran liegen, dass sie zufälliger Weise Hunde mit stetig hoher Pfotenwärme, von denen ich bei Gelegenheit der Exstirpationen weiter sprechen werde, zu ihren Versuchen benutzt haben, in welchem Falle die rasche Temperaturerhöhung in dem Maasse weniger zum Ausdrucke gelangt, als die Pfotenwärme schon vorher der Innenwärme gleich kam. — Für meinen speciellen Zweck schien mir nun beachtenswerth, dass Beobachtungen wie die vorliegenden immer in einer, rücksichtlich des Ganges der peripherischen Wärme gleichsinnigen Phase der Narkose angestellt werden müssen, da wir es sonst nicht mit ohne Weiteres unter einander vergleichbaren Versuchen zu thun haben. Meine sämmtlichen Reizungsexperimente wurden während des Fallens der Pfotentemperatur angestellt.

Curve III zeigt am Anfange die Wirkung der Morphiuminjection, an ihrem Ende die der Einleitung der Aethernarkose auf die Pfotentemperatur.

Was nun die Reizversüche mit dem faradischen Strome betrifft, so habe ich sieben derselben an Hunden in Morphiumbäubung angestellt. Einmal habe ich, um den von Rosenthal a. a. O. S. 36) ausgesprochenen Gedanken zu verwirklichen, den Einfluss der Narkotisirung auf die Gefässe auszuschliessen, an einem aus leichter Aethernarkose vollkommen erwachten Thiere

allein ohne jeden verwerthbaren Erfolg experimentirt, da die willkürlichen Bewegungen jede Ablesung unmöglich machten. Aber auch die übrigen, an uncurarisirten Hunden angestellten Versuche tragen nur mittelbar zur Lösung der in Angriff genommenen Frage bei: Dass die Muskelcontraction einen alle anderen Factoren überwiegenden und verdunkelnden Einfluss auf die Blutbewegung innerhalb des Muskels nimmt, haben besonders die Versuche Gaskell's (*Journ. of anat. and phys.* XI. 360. 1877) gelehrt; wie verwickelt erscheinen dagegen erst die Verhältnisse der peripherischen Temperatur einer Extremität, welche als Function vor Allem des Blutumlaufes und der Blutvertheilung nicht allein im Muskel, sondern auch in den übrigen Geweben betrachtet werden muss! Wir haben es aber hier mit einer Reihe von Factoren zu thun, welche durch die Muskelcontraction nicht allein in verschiedenem Maasse, sondern auch in verschiedenem Sinne beeinflusst werden. Mit der Zahl der Factoren wächst aber die Schwierigkeit, das Resultat auf einen derselben also in unserem Falle die Veränderung der Temperatur auf die unmittelbare Wirkung der Gefässnerven zurückzuführen.

So bieten denn die Curven, welche ich bei Rindenreizung uncurarisirter Thiere gewonnen habe, ein sehr verschiedenes und deshalb verwirrendes Bild, aus dem es schwer hält, überhaupt bestimmte Schlüsse abzuleiten. Deren vermag ich bei Durchsicht und Prüfung des gesammten, 41 Einzelreizungen umfassenden Materials folgende hinzustellen: 1) Reizung des sogenannten thermischen Centrums oder der übrigen Vorderbeinregion ohne Bewegungseffect ist von keiner Veränderung der Temperaturcurve begleitet. 2) Schwache Reizung, d. h. solche, die eine einmalige kurzdauernde Bewegung — Strecken oder Anziehen der Pfote — hervorruft, ist zuweilen ohne sichtbaren Erfolg auf die Temperatur. Gewöhnlich wird sie von einem stärker abfallenden, kurzen Curvenstücke begleitet, dem sehr oft ein Ansteigen etwa um $0,05^{\circ}$ C. folgt. Dabei scheint es gleichgültig, an welcher Stelle der Vorderbeinregion die Reizung vorgenommen wird, ob an dem den Streckern entsprechenden tieferen Theile oder an der der Beugung entsprechenden, von Eulenburg und Landois als thermische Region angesprochenen, an die Hinterbeinregion grenzenden Stelle. 3) Starke Reizung mit länger an-

dauernder Bewegung zeigt die gleichen Aenderungen der Curve in erhöhtem Maasse. 4) Am deutlichsten jedoch werden die Temperaturschwankungen im epileptischen Anfalle, sei es dass er sich unmittelbar an eine starke Reizung anschliesst, sei es dass er scheinbar unvermittelt wiederkehrt. Die Pfotenwärme sinkt rasch, selbst um $0,5^{\circ}$ C. in der halben Minute, das Sinken überdauert den Anfall zuweilen um mehrere Minuten, worauf sich die Temperatur unter Oscillationen erhebt, ohne aber jedesmal jene Höhe zu erlangen, die sie entsprechend dem reizfreien Verlaufe der Curve zu dieser Zeit wohl besessen hätte. 5) Ist die Pfotenwärme in Folge der Morphiumwirkung unter 28° C gesunken, so sind die geschilderten Bewegungen der Temperaturcurve weit niedriger, der Abfall nach Rindenreizung oder im epileptischen Anfalle tritt gegen die geringe Erhebung oder dem Verharren der Curve auf gleicher Höhe zurück, bis endlich eine untere Grenze erreicht wird, bei der sich wahrscheinlich Aenderungen in der Blutbewegung nicht mehr durch Temperaturschwankungen zu erkennen geben.

Die bei Rindenreizung an curarisierten Thieren beobachteten Schwankungen der Pfortentemperatur lassen sich aus der Wirkung der gleichzeitigen Muskelcontraction auf die Gefässe erklären, und selbst das Studium des zeitlichen Verlaufes beider Vorgänge kann zur Herbeiziehung anderer Factoren nicht nöthigen, da unsere Kenntnisse über die zeitlichen Beziehungen von Muskelarbeit und Veränderungen des Blutumlaufes zu solchen der Temperatur nicht genügen, um eine derartige Forderung zu begründen. — Zwei Thatsachen, welche aus obigen Versuchen hervorgehen, schienen mir trotzdem von Wichtigkeit für meine weiteren Experimente, einmal die ausgesprochene Wirkung des epileptischen Anfalls, zum Anderen die Feststellung der unteren Temperaturgrenze, bei welcher ähnliche Beobachtungen noch angestellt werden dürfen, sollen negative Ergebnisse beweisenden Werth haben. Diese beiden Thatsachen mussten in den Reizversuchen an curarisierten Thieren berücksichtigt werden; für's Erste braucht der epileptische Anfall nicht ausschliesslich auf Erregung der Rinde zu beruhen, so dass man sich fragen musste, ob erfolgreiche Reizversuche an curarisierten Thieren nicht etwa einem durch die Bewegungslosigkeit theilweise verdeckten

epileptischen Anfälle und damit doch vielleicht der Erregung einer unterhalb der Grosshirnrinde gelegenen Stelle entsprechen. — Die gefundene Grenze von 28° C. Pfotenwärme veranlasste mich — freilich erfolglos — den Wärmeverlust curarisirter Thiere nach Möglichkeit zu verhüten. Zu diesem Zwecke liess ich den Hunden erhitzte Luft einblasen, wickelte sie in Watte ein; da ich aber ersterer Vorkehrung — ebenso der subcutanen Injection von Strychnin, um nach Schlesinger (Wien. med. Jahrb. 1874) die Erregbarkeit der Gefäßnerven zu erhöhen — Schuld an dem sonst ganz unbegründeten Tode mehrerer Versuchstiere geben musste und trotz alledem die Pfotenwärme nicht dauernd über 28° C. zu erhalten im Stande war, beschränkte ich mich in der Folge darauf, die curarisirten Thiere mit an den Leib gezogenen Gliedmaassen so lange in Watte eingehüllt zu lassen, bis die Freilegung der Hirnrinde bewerkstelligt war, und nahm erst jetzt das Einbinden der Thermometer vor.

Ich habe sechs derartige Experimente an curarisirten Thieren angestellt, kann aber nicht alle in ihrer Gänze verwerthen, indem ich erst später die Pfoten während der Reizung jedesmal genau beobachtet habe. Man bemerkt nehmlich, sobald man erst die Aufmerksamkeit darauf gerichtet hat, zuweilen selbst bei dem anscheinend vollkommen bewegungslosen Thiere in Folge der Rindenreizung derselben entsprechende minimale Beugungen oder Streckungen der Zehenglieder, welche zu ihrem Zustandekommen doch soviel Muskelcontraction bedürfen, dass sie in einem Emporsteigen der Quecksilbersäule um $0,02 - 0,04^{\circ}$ C. oder wenigstens in einer leichten Verzögerung des Abfalls per Curve ihren thermometrischen Ausdruck finden. Desgleichen kann man bei derartig nicht vollkommen curarisirten Thieren das Eintreten und den geordneten Ablauf eines epileptischen Anfalls an der Reihenfolge solcher kleinster Bewegungen aller Gliedmaassen und an der Erweiterung der Pupillen erkennen, wobei es mir schien, als ob die Curarisirung das Auftreten epileptischer Anfälle begünstigte, wenn ein solches Urtheil bei der gänzlichen Veränderung der übrigen Versuchsanordnung — keine Morphiumbetäubung, geringe Aethernarkose — überhaupt gestattet ist. Um nun diese Bewegungen, welche trotz ihrer Schwäche das Ergebniss zu beeinflussen im Stande sind, nach Möglichkeit auszuschliessen,

verfuhr ich folgendermaassen. Dem Hunde wurde vorerst nur die zur Aufhebung jeder selbständigen Bewegung notwendige Menge Curare in die rechte Schenkelvene eingespritzt, dann nach geschehener Blösslegung der Hirnrinde die Flexorenregion des rechten Vorderbeins durch Reizung bestimmt, welche die Zehen der Vorderpfote mit geringer aber erkennbarer Beugung beantworteten, und hierauf und noch während der weiteren Versuche wiederholt kleine Dosen Curare injicirt, um die erst vollkommen ausgeschlossenen Bewegungen, welche in kurzer Zeit wiederum auftraten, von Neuem zu beseitigen. — Trotz dieses plannässigen Vorgehens musste ich mich bei genauerster Ueberwachung der Pfoten überzeugen, dass im Laufe der sechs Experimente nur wenige Rindenreizungen — bei entsprechend starkem Strome — ohne jegliche Bewegung der gegenständigen Vorderpfote zur Beobachtung kamen, allein das Bedenken, durch Steigerung der Curaredosis die Wirkung der Gefässnerven überhaupt auszuschliessen, bestimmte mich, nur die geringsten, eben vollkommen wirksamen Mengen anzuwenden. Doch diese, der Zahl nach freilich geringen Versuche blieben ohne jede Wirkung auf den Gang der Temperatur und überzeugten mich, dass ein unmittelbarer Einfluss der Reizung der gedachten Rindenregion auf die peripherischen Gefässer nicht zu erweisen ist.

Wollte man gegen diese Versuche einwerfen, dass eben während jener Reizungen, durch welche auch nicht die geringsten Bewegungen mehr ausgelöst wurden, das Curare bereits auch die Endigungen der Gefässnerven vorübergehend gelähmt hatte, so ist das eine Annahme, die jeder thatsächlichen oder theoretischen Begründung entbehrt; wichtiger erschien mir selbst, dass während meiner beweisenden Versuche die Pfotentemperatur zwischen 22—27° C. betrug, also unter der Grenze stand, welche ich selbst als noch günstig für derartige Experimente bestimmt hatte. Vornehmlich aus diesem Grunde sehe ich die Erfolge der Exstirpation als einzig vollkommen beweiskräftig an.

In Curve IV sieht man nach der ersten Reizung die Temperatur an beiden Pfoten um 0,06° und 0,04° C. in die Höhe gehen, wobei es sich, da gleichzeitig eine Erweiterung der Pupillen eintritt, wahrscheinlich um trotz alledem übersehene epileptische Zuckungen auf beiden Seiten handelt. Damit stimmt, dass die Erhebungen eine Phasenverschiedenheit von einer

halben Minute zeigen; wäre in diesem Falle electrothermisch untersucht worden, so hätte man aus den Schwankungen des Galvanometers schliessen können, dass sich die rechte Pfote um 0,16° C. erwärmt habe, ein deutlicher Erweis der Grösse der Fehlerquelle in den E.-L.'schen Versuchen. Die zweite Reizung in Curve IV und die erste und dritte in Curve V bleiben ohne Wirkung auf den Ablauf der Temperaturcurve, nach der zweiten in Curve V steigt die Temperatur entsprechend der beobachteten Bewegung um 0,04° C.

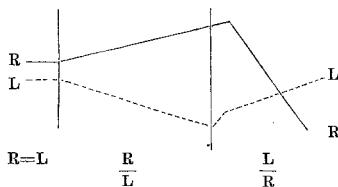
III. Exstirpationen.

Zu Beginn meiner Untersuchungen habe ich mich lange Zeit hindurch beinahe ausschliesslich mit Messungen der Pfotenwärme an gesunden Hunden beschäftigt, um den Werth der angewandten Methode zu bestimmen, die Technik derselben vollständig zu beherrschen, andererseits aber um die Weite der physiologischen Schwankungen festzustellen. Solche wurden von allen Beobachtern wahrgenommen, ohne dass es gelungen wäre, die Veränderungen der peripherischen Temperatur auf bestimmte Bedingungen zu beziehen. Auch ich mühete mich anfänglich ganz vergebens ab, in dem Chaos von Wärmebestimmungen, welche ich an verschiedenen Thieren und an ein und demselben zu verschiedenen Malen gewann, ein leitendes Gesetz aufzufinden, bis mich die Ungeduld eines Hundes zur Sicherstellung wenigstens einzelner Verhältnisse führte, vor Allem aber mich die Methode lehrte, die Breite der physiologischen Differenz zwischen der Temperatur der beiden Pfoten experimentell zu bestimmen. Als Ergebniss der darauf hin unternommenen Beobachtungen kann ich Folgendes angeben: Man findet unter den Hunden zwei Klassen von Thieren, solche mit stetiger und solche mit veränderlicher Pfotenwärme; erstere, wozu die grossen, lang- und kraushaarigen, gutgenährten gehören, besitzen eine der Körperwärme naheliegende Pfotentemperatur, welche zu verschiedenen Zeiten und bei veränderter Lagerung nur geringe Schwankungen zeigt. Die Anderen, unter die auch die durch irgend einen Eingriff herabgekommenen Thiere einzureihen sind, zeigen im Mittel der Messungen eine niedrige Pfotentemperatur, die Änderungen sehr leicht und innerhalb weiter Grenzen unterworfen ist. An kühleren Tagen des Sommers, in welche Zeit diese Beobachtungen fielen, ist die Variabilität deutlicher ausgesprochen als an sehr

heissen. Zum Theile sind ähnliche Verschiedenheiten auch vom Menschen bekannt (s. Couty, Arch. de physiol. 1880), unter denen man ja Personen mit kalten und solche mit immer warmen Händen sehr leicht herausfinden kann, ohne dass, abgesehen von der Andeutung Liebermeister's (a. a. O. S. 59), wissenschaftliche Untersuchungen zur Erklärung dieser Verhältnisse angestellt worden wären.

Hat man einen Hund der zweiten Art zur Verfügung, so kann man an ihm folgende, für unsere Untersuchungen wichtige Erscheinung beobachten: Lag das abgerichtete, geduldige Thier eine längere Zeit hindurch ruhig auf dem Bauche, die beiden Vorderbeine gleich weit vom Leibe entfernt (diese Lage bezeichne ich als $R = L$), und die Thermometer in beiden Pfoten zeigen endlich einen bestimmten, durch zehn Minuten wenig oscillirenden Stand, und wir drehen nun den Hund vollkommen passiv dergestalt auf die linke Seite, dass das linke Bein unter den Körper, das rechte nach oben zu liegen kommt, dieselben aber möglichst gestreckt bleiben ($\frac{R}{L}$), so sinkt linkerseits die Temperatur allmählich, während sie rechts stufenweise empor springt. Wird der Hund etwa nach Verlauf einer Stunde umgewendet, so dass jetzt das linke Bein oben, das rechte unten lagert ($\frac{L}{R}$), dann steigt rechts gewöhnlich die Wärme noch etwas, um hierauf langsam zu sinken, während sie linkerseits erst mit einem Satze und dann allmählich in die Höhe geht.

Ein blos auf die groben Verhältnisse Rücksicht nehmendes Schema würde folgende Gestalt haben.



In Wirklichkeit gelang es mir nicht, und man wird auch kaum im Stande sein, diese Curven in ihrer ganzen Länge zu verfolgen, da selbst der geduldigste Hund nicht länger als zwei Stunden eine derartige Zwangslage einzuhalten vermag. Jedes Anziehen der Pfote, jede andere willkürliche Bewegung ändert sofort den Gang der Temperatur, so dass man sich damit be-

gnügen muss, einerseits blos Stücke der obigen Curven zu beobachten, andererseits den geschilderten Gang der Pfotenwärme nur an einer Seite zu verfolgen, während er an der anderen durch eine Bewegung unterbrochen und verändert wurde.

Aus der Reihe meiner Beobachtungen sei es mir gestattet, einzelne in wesentlich abgekürzter Form anzuführen.

			L	R
1) Hund II. Weissgrauer Pudel.	Zimmertemp. 17° C. 30. Mai 1884.	10 Uhr 5 Min.	30,3	22,2
	R L Mastd.	10 - 15 -	32,5	20,9
11 Uhr 40 Min.	23,1 20,0 33,3	10 - 25 -	33,5	20,4
	R	10 - 35 -	33,9	19,9
	<u>L</u> um 11 Uhr 50 Min.	10 - 45 -	33,8	19,6!
11 Uhr 50 Min.	27,6 21,9	R		
12 - - -	29,9 20,4	<u>L</u> um 10 Uhr 55 Min.		
	L	10 Uhr 55 Min.	33,5	20,6
	R	11 - 5 -	35,1	22,1
12 Uhr 25 Min.	27,5 18,6	11 - 15 -	35,4	23,0
12 - 50 -	24,5 18,3	11 - 25 -	35,2	26,8
1 - - -	23,7 18,2	11 - 35 -	33,3	32,3
1 - 25 -	20,5 18,3			
1 - 35 -	19,7 18,3 33,32			
2) Hund III. Schwarzer, ungefähr 2 Jahre alter Hund.	30. April 1884.	5) Hund VIII. Sehr unruhig.		
	R L	6. Juni 1884.	L	R
4 Uhr 45 Min.	20,2 27,0 <u>L</u>	11 Uhr 5 Min.	28,4	25,9
5 - 45 -	17,6 34,9 <u>R</u>	11 - 10 -	27,5	26,2 <u>L</u>
3) Hund VI. Schwarzer, kleiner Hund.	23. Juni 1884.	Bewegung r. um 11 Uhr 12 Min.		
	R L	11 - 15 -	26,6	25,8
4 Uhr 20 Min.	31,3 29,5 <u>L</u>	11 - 20 -	26,5	26,1
4 - 25 -	30,5 29,6 <u>R</u>	11 - 25 -	25,8	27,1
4 - 30 -	29,2 30,9	11 - 30 -	24,4	26,8
4 - 35 -	27,6 32,1	11 - 35 -	23,8	26,95
4 - 40 -	26,6 32,2	11 - 40 -	23,1	26,4
4 - 45 -	25,7 32,55	11 - 45 -	22,7	27
4 - 50 -	24,9 32,0	11 - 50 -	22,3	28,2
4 - 55 -	24,3 34,5	11 - 55 -	22,0	28,9
5 - - -	23,6 36!	12 - — -	21,7	29,8
	Thier sehr unruhig.	12 - 5 -	21,4	30,2
4) Hund VII.	24. Juni 1884.	12 - 10 -	21,35	30,2
	R	12 - 15 -	21,35	29,6
9 Uhr 45 Min.	28,7 26,6 <u>L</u>	12 - 20 -	21,35	31,8
9 - 55 -	28,7 23,25 <u>R</u>	12 - 25 -	21,4	32,8
		12 - 30 -	21,3	33,3
		12 - 35 -	21,3	34,0
		12 - 40 -	21,3	34,2!

	L	R		L	R
12 Uhr 45 Min.	21,8	34,1	L	1 Uhr 10 Min.	26,0
12 - 50 -	22,6	34,6	R	1 - 15 -	26,85
12 - 55 -	23,5	35,6		1 - 20 -	27,3
1 - — -	24,6	35,9		1 - 25 -	27,9
1 - 5 -	25,0	36,05		1 - 30 -	28,1
					35,7

Aus meinen Beobachtungen geht hervor, dass die Pfotenwärme ein- und desselben Hundes innerhalb weiter Grenzen schwanken könne, dass sowohl active Bewegungen als auch passive Lageveränderungen die locale Temperatur dergestalt beeinflussen, dass durch Umlagerung des Thieres eine Differenz von 14° C. zwischen beiden Pfoten erzeugt werden kann. Was die active Bewegung betrifft, so hat J. Wolff (Arch. f. Physiol. 1879. S. 161) angegeben, dass er durch Erheben des Armes die Temperatur der Hohlhand bis um 5° C. sinken sah, während Roemer (Tübinger Diss. 1881) bei dem gleichen Versuche nur ein Fallen um 0,38° C. feststellen konnte, eine Differenz, die vielleicht in ähnlichen individuellen Verschiedenheiten der Versuchspersonen ihren Grund hat, wie ich sie für die Hunde anzunehmen gewillt bin. Auch die Wirkung der passiven Bewegung auf die locale Wärme ist zum Theile bekannt, so konnte Scheinesson (a. a. O.) durch Erheben eines Körpertheils des Kaninchens die Temperatur von 34,9 auf 36,6° C. emportreiben. — Ich selbst bin geneigt, für die Temperaturänderungen, welche wir durch passive Umlagerung zu erzeugen im Stande sind, grob mechanische Wirkungen auf die grösseren Gefässe und die veränderte Muskelspannung verantwortlich zu machen, weshalb ich auch die individuelle Disposition auf anatomische Verschiedenheiten ziemlich grober Natur beziehe.

Die nächste Folge dieser Erfahrungen musste wohl sein, zu den Exstirpationen nur Thiere mit stetiger Pfotenwärme auszuwählen und die Messungen jedesmal bei der gleichen Lage, also in der R = L bezeichneten, vorzunehmen. Schon die erste Forderung war nicht zu erfüllen, da die meisten Hunde in Folge der Operation etwas herabkommen und demgemäß eine Variabilität der peripherischen Wärme selbst dann beobachten lassen, wenn sie vordem eine stätig hohe Pfotentemperatur besasssen. Auch die zweite Bedingung lässt sich nur anscheinend vollkommen ausführen, da die Lagerungen auf der rechten und

linken Seite doch nur Extreme von Lageverhältnissen darstellen, deren geringere Grade Beugung und Streckung in den einzelnen Gelenken ist. Auf beiden Seiten jedesmal genau die gleichen Lageverhältnisse herzustellen oder Abweichungen auf ihre Wirkung zu schätzen, scheint mir ganz unmöglich. Dazu kommt noch, dass sich die vor der Messung eingenommene Lage des Thieres noch durch längere Zeit in den Temperaturen beider Pfoten ausspricht, wenn diese in der Lage $R = L$ beobachtet werden. Um diesen Fehler zu beseitigen, habe ich in der Mehrzahl meiner Versuche jedesmal den höchsten Stand bestimmt, welchen ich nacheinander an jeder Pfote während $\frac{R}{L}$ und $\frac{L}{R}$ erzielen konnte. Nach allen diesen Erfahrungen durfte ich den Temperaturmessungen in der Pfote des wachen Hundes, welche die früheren Autoren mitgetheilt haben, keine grosse Sicherheit zusprechen, um so mehr als der grösste Unterschied, den Eulenburg und Landois zwischen den beiden Pfoten gefunden hatten ($12,6^{\circ}$ C.) noch innerhalb der physiologischen Breite liegt, welche ich durch Lageveränderungen ermittelte. Ja mit Rücksicht auf die letztgeäusserte Wahrnehmung schien es nicht unmöglich, selbst eine regelmässig höhere Temperatur der entfernten Rindenpartie entsprechenden Pfote auf die Lagerung zu beziehen, welche derartig operirte Thiere einzunehmen pflegen.

Ich selber habe an 8 Hunden Exstirpationsversuche in Morphiumbetäubung vorgenommen und beobachtete hiebei Folgendes: Sofort nach der Operation ging die Temperatur dreimal in die Höhe und zwar einmal durch einige Minuten, als die Exstirpation während eines epileptischen Anfalls vorgenommen wurde, in den beiden anderen Fällen fiel sie zuerst durch eine Minute, stieg in der nächsten um ein Geringes (bis $0,09^{\circ}$) und sank dann oscillirend weiter; im ersten Falle war das vorübergehende Steigen auf den epileptischen Anfall, in letzteren auf die Bewegungen zurückzuführen, welche von der zuerst als starker Reiz wirkenden Exstirpation hervorgerufen wurden. Wenige Stunden nach der Operation fand ich die betreffende Pfote einmal wärmer, zweimal kälter als die andere, und weiter unter Beobachtung aller oben ausgeführten Vorsichtsmaassregeln: am 2. Tag zweimal wärmer, 3. Tag dreimal kälter, 4. Tag zweimal wärmer, 5. Tag einmal gleichwarm, 6. Tag einmal wärmer, 7. Tag einmal kälter, 8. Tag einmal wärmer, 10. Tag einmal kälter, 30. Tag einmal kälter und einmal gleichwarm.

Auf die Beobachtungen, welche nicht sofort nach der Exstirpation gemacht wurden, kann ich gemäss den oben behandelten Erfahrungen kein Gewicht legen, und dass ich diese zeitraubenden Messungen trotzdem wiederholte, geschah von einem Gesichtspunkte aus, der bei der Behandlung der uns beschäftigenden Frage noch nicht hervorgehoben worden ist. Von diesem Standpunkte aus erwartete ich freilich eine einseitige Temperaturerhöhung, aber ich musste sie anders als durch unmittelbare Gefäßlähmung deuten. Der Hund nehmlich, dem etwa die Vorderbeinregion entfernt worden ist, zeigt in der nächsten Zeit zwar keine ausgesprochene Paralyse des gegenständigen Vorderbeines im Sinne der menschlichen Pathologie, allein die Muskeln des Beines sind schlaffer, ein Theil ihres Tonus ist geschwunden. Es scheint mir nun kaum zweifelhaft, dass die Spannung der Musculatur die peripherischen Wärmeverhältnisse auch insofern beeinflusst, als die in tonischer Erregung befindlichen Muskeln dem Blutumlaufe einen bestimmten Widerstand entgegensetzen — vor Allem durch Druck auf die zwischen ihnen hindurchziehenden Gefäße, während ich mich über die Beziehungen des Muskeltonus zu den Muskelgefäßen selbst, mit Rücksicht auf die Arbeit von Ludwig und Sczelkow nicht ohne die Grundlage darauf gerichteter Versuche aussprechen möchte. Es hört nun mit der Rindenexstirpation dieser Widerstand ganz oder zum Theile auf, und es müsste demnach, wenn nicht noch andere Factoren mit im Spiele wären, die betreffende Pfote wenigstens in den ersten Tagen nach der Operation regelmässig wärmer gefunden werden, ohne dass man hierbei eine unmittelbare Lähmung der Gefäße anzunehmen nöthig hätte. So wäre es auch verständlich, warum das angebliche thermische Centrum des Vorderbeins mit dem Rindengebiete der Flexion und Rotation der Pfote zusammenfallen soll, denn gemäss den anatomischen Verhältnissen stehen die Beuger der Vorderpfote in ausgesprochener Beziehung zu den grossen Blutgefäßen, ganz abgesehen von dem Vorwiegen des Tonus der Flexoren.

Diese Anschauungen fanden nun in den angegebenen Temperaturbeobachtungen keine Stütze, weil eben die übrigen, oben von mir besprochenen Verhältnisse die Pfotenwärme weit mehr beeinflussen; deshalb musste dieser Theorie eine vorwurfsfreie

Grundlage nach zwei Richtungen hin gegeben werden. Einmal war die Abschwächung des Tonus durch die Rindenextirpation, zum anderen die Wirkung des Muskeltonus auf die peripherische Temperatur nachzuweisen. — Wenn ich von Abschwächung des Muskeltonus durch die Rindenextirpation spreche, alsoannehme, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen von der Grosshirnrinde aus reflectorische Erregungszustände zur Musculatur verlaufen, so handelt es sich hier höchstens um eine neue Bezeichnung. Schon Hitzig (Unters. über d. Gehirn. N. F. Arch. f. Physiol. 1874. S. 421, 428, 439) beschreibt folgende Thatsache: Wird ein Hund, dem die Vorderbeinregion zerstört worden war, an der Rückenhaut erfasst und in die Höhe gehoben, so hängt das der entfernten Rindenpartie entsprechende Bein länger und schlaffer herab als das andere. Das Gleiche stellte ich für Vorder- und Hinterbein fest, wenn ich den Arm flach unter die Brust des Thieres legte und Vorder- oder Hinterkörper in die Höhe hob. Ebenso leicht lässt sich ermitteln, dass die Beuger des Unterschenkels weich und schlaff gleich gelähmten Muskeln herabhängen, während die Musculatur an der Vorderfläche des Oberschenkels nachgiebiger und weicher gegen Druck erschien. Prüft man an einem Hunde mit einseitig zerstörter Hinterbeinregion die Kniephänomene, so ergiebt sich, dass dasselbe auf beiden Seiten zum ersten Male auf die gleich starke Erschütterung der Sehne erscheint, hat man prüfend die Erschütterung immer stärker werden lassen; dass aber die Zuckung an dem der entfernten Rindenregion entsprechenden Beine (vielleicht kurz das enthirnte zu benennen) einen grösseren Ausschlag giebt, indem nehmlich die Beuger des Unterschenkels der reflectorischen Streckung einen geringeren Widerstand entgegen setzen. — Vergleichende Messungen des Umfanges beider Seiten habe ich ob der Grösse der Fehlerquellen unterlassen, ebenso die Untersuchung, ob nicht gemäss theoretischen Voraussetzungen die unterste Grenze für einen noch wirksamen Reiz am undurchschnittenen Ischiadicus des enthirnten Beines höher liege als am normalen, da ja die hierbei unumgängliche Narkotisirung des Thieres eben den Unterschied zwischen beiden aufgehoben hätte. — Wenn ich, was Hitzig als Störung des Muskelbewusstseins aufgefasst hat, mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit mit den Er-

scheinungen des Brondgeest'schen Experimentes als Ausfall eines Rindentonus deute, so hebe ich die Verknüpfung zweier Thatsachen heraus, während Hitzig aus denselben einen Begriff construirt, welcher unseren psychologischen Erfahrungen entstammt. Ich erweitere die Aehnlichkeit, die wir zwischen gewollter und reflectorischer Bewegung statuiren dürfen, indem ich den Zustand, welchen die mit der Hirnrinde in Verbindung stehende Musculatur besitzt, mit dem Reflextonus analogisire. Und um noch schärfer zu kennzeichnen, setze ich das Verhalten der Muskeln des enthirnten Beines mit der Erschlaffung gleich, welche durch den Schlaf für die gesammte willkürliche Musculatur herbeigeführt wird.

Was den zweiten Punkt betrifft, so gestehe ich diesen mehr durch sachliche Ueberlegung der Verhältnisse, als durch zwingende Versuche bekräftigen zu können. Dass selbst geringe Contraction eines Beugers eine Verlangsamung der Circulation zur Folge hat, beweist die Wirkung, welche schon ein ganz mässiges Zusammenziehen des M. biceps auf den Puls in der Art. radialis ausübt. Dass andererseits die Aufhebung der Muskelspannung den Blutumlauf in der Extremität vermehrt und somit eine Erhöhung der peripherischen Wärme zur Folge hat, hätte dadurch bewiesen werden können, dass man ohne sonstige grosse Verletzungen die gesammte Musculatur eines Beines von ihren Ansatzstellen trennte. Derartige am Vorderbein angestellte Versuche sind mir technisch nicht gelungen, und deshalb beschränkte ich mich darauf, bei zwei Hunden die Achillessehne zu durchschneiden. Wird dieses Experiment an nicht narkotirten Hunden angestellt, so treten Bewegungen und Lageänderungen ein, welche natürlich die peripherische Temperatur weit mehr beeinflussen, als es durch die Beseitigung der Wirkung des Gastrocnemius auf die grossen Gefässe geschehen kann. Darum leitete ich nach der Tenotomie die Aethernarkose ein und fand, dass sich die Pfote an der operirten Seite jedesmal rascher erwärmt.

Ich habe dann bei einem dieser Hunde, dem die linke Achillessehne durchschnitten worden war, am nächsten Tage um 10 Uhr eine Morphinum-injection gemacht. In Lage R == L wurden hierauf folgende Temperaturen in beiden Hinterpfoten beobachtet.

	L	R		L	R
10 Uhr 45 Min.	29,6	25,3		10 Uhr 56 Min.	29,9
10 - 50 -	27,7	25,1		10 - 57 -	30,01
Aetherinhalation.				10 - 58 -	30,12
10 - 51 -	27,3	25,0		10 - 59 -	30,2
10 - 52 -	29	25,9		11 - --- -	30,2
10 - 53 -	29,7	25,8		11 - 5 -	29,5
10 - 54 -	29,7	25,4		11 - 10 -	28,95
10 - 55 -	29,9	24,9			22,85

Trotz der scheinbar zwingenden Beweiskraft dieser Versuche kann ich ihnen doch kein allzugrosses Gewicht beilegen, da ich eben nur solche Temperaturmessungen in der Hundepfote für ohne Weiteres verwerthbar halte, welche am unbeweglichen Thiere zur Beobachtung des Verhaltens der Wärme ange stellt werden, nicht aber jene, bei denen man aus dem Ver gleiche des Wärmezustandes beider Seiten noch dazu am un curarisirten Thiere Schlüsse ziehen will.

Gemäss allen den bisher entwickelten Anschauungen, konnten mir natürlich nur jene Exstirpationsergebnisse beweisend sein, welche an einem durch Curare vollständig bewegungslosen Thiere gewonnen wurden, einerseits um jene Bewegungen und deren Einwirkung auf die Pfotenwärme auszuschliessen, welche durch die zuerst als Reiz wirkende Exstirpation hervorgerufen werden, andererseits weil alle späteren Messungen am operirten Thiere durch den Ausfall des Muskeltonus eines Beines complicirt sind. Besteht eine unmittelbare Beziehung der in Rede stehenden Rindengebiete zu den peripherischen Ge fässen, so musste sie auch bei der Exstirpation am curarisirten Thiere hervortreten. Ich habe drei Exstir pationen an zwar nicht jedesmal ganz vollständig, aber insofern gut curarisirten Hunden unternommen, als die Circulationsver hältnisse bei denselben bis zum Schlusse der Versuche die denkbar besten waren. Die erste dieser Beobachtungen, in welcher nach Zerstörung des Rindenfeldes durch Glühhitze der Tem peraturabfall in der gegenständigen Pfote ein durch einige Minuten verlangsamter wär, kann ich schon deshalb nicht verwerthen, weil ich in diesem Falle die Wärme der anderen Pfote nicht gemessen hatte, und die Beobachtung dadurch aus sofort zu er örternden Gründen eine lückenhafte, unverwerthbare wird. Tritt

nehmlich, wie sehr häufig nach derartig vorgenommenen Exstirpationen ein epileptischer Anfall ein, so bleibt zwar die Pfote, deren Rindengebiet zerstört worden ist, von den Bewegungen, die bei nicht vollständiger Curarisierung auftreten, entsprechend der Ausdehnung des vernichteten Gebietes ausgeschlossen, aber infolge der am übrigen Körper in regelmässiger Reihe ablaufenden Bewegungen wird die centrale Körperwärme und weiter auch die Temperatur der enthirnten Pfote beeinflusst. Diese Fehlerquelle lässt sich nur bei Beobachtung der Bewegungen und der Temperaturcurve der anderen Pfote sicher ausschliessen.

Dies ist in den auf Curve V und VI verzeichneten Versuchen geschehen, in denen wiederum linkerseits exstirpiert wurde, das rechte Bein also das vor Allem zu beobachtende war. In Curve V steigt nach der Exstirpation entsprechend den stärkeren epileptischen Zuckungen links und dem ganz geringen rechts die Temperatur auf der linken Seite in die Höhe, während sie rechts durch 4 Minuten stehen bleibt. In Curve VI wurde das Thier vor der Exstirpation vollkommen curarisiert und demzufolge war bis nach Ablauf des Versuches — durch eine halbe Stunde keine Änderung im Gang der Temperatur zu bemerken.

Somit war ich am Ende meiner Untersuchungen zu dem für meine besonderen Pläne höchst unerwünschten Ergebnisse gelangt, dass ich einerseits die beweisfähigen Eulenburg-Landois'schen Versuche (drei Reizversuche an curarisierten Hunden) nicht zu bestätigen vermochte, andererseits gegen alle übrigen Erweismittel (Reizung und Beobachtung der Wirkung der Exstirpation am uncurarisierten Thiere) experimentell gestützte Einwände geltend zu machen hatte und endlich durch kritische Beobachtung des Erfolges der Exstirpation am curarisierten Thiere zu erklären im Stande war, dass ein unmittelbarer Einfluss der angeblichen thermischen Centren auf die peripherischen Gefässe nicht nachzuweisen ist. Soll nun meine Arbeit nicht das, wie aus meinen Erörterungen hervorgeht, wohlverdiente Schicksal der Nachprüfungen von Vulpian, Rosenthal und Küssner theilen, welche höchstens in der Literatur dieser Frage angeführt werden, aber die Eulenburg-Landois'schen Angaben nicht entkräften konnten, so muss ich hier nochmals den Gang meiner Beweisführung in Kürze zusammenfassen:

Die Lehre von den thermischen Rindencentren des Hundes stützt sich auf zweierlei Versuche: Ansteigen der Temperatur

einer Pfote nach Exstirpation eines bestimmten Rindenfeldes, Sinken der peripherischen Wärme infolge mittelstarker Reizung derselben Region.

Gegen die Deutung der Exstirpationsergebnisse habe ich Nachstehendes vorgebracht: 1) Da die physiologische Breite der Differenz zwischen der Wärme beider Pfoten 14° C. beträgt und durch eine Reihe von uncontrollirbaren Bedingungen in ihrer Grösse beeinflusst wird, so könnten wir aus dem Befunde solcher Temperaturdifferenzen höchstens dann einen Schluss ziehen, wenn dieselben in der, jeden anderen Einfluss ausschliessenden Lagerung des Thieres regelmässig wiederkehren. Dies war weder in Vulpius's noch in meinen Versuchen der Fall. 2) Allein selbst ein regelmässiger Befund solcher Unterschiede bei Hunden, denen einseitig die in Rede stehende Rindenregion zerstört worden ist, ermächtigt nicht zu der Annahme einer unmittelbaren, gefässbeherrschenden Thätigkeit dieser Gebiete, weil diese Temperaturdifferenzen schon aus der gleichzeitig hervorgerufenen Abschwächung des Muskeltonus und damit dessen Einflusses auf die Gefässe erklärt werden können. 3) Endlich beweisen die Exstirpationen an vollständig curarisirten Thieren, dass eine directe thermische Function der betreffenden Rindenregion an der gegenständigen Pfote nicht nachgewiesen werden kann. — Was ich hier von Temperaturmessungen gesagt habe, gilt ebenso, wenn nicht in erhöhtem Maasse von den Messungen des Blutdrucks und den Pulsuntersuchungen, die Reinke mitgetheilt hat.

Hinsichtlich der Deutung der Reizungsversuche bemerkte ich: 1) Reizungen der Grosshirnrinde, welche mit Bewegungen einhergehen, beeinflussen durch die letzteren den Blutumlauf und die Temperatur der Pfote. Es sind also alle Reizungen an nicht vollständig curarisirten Thieren für unsere Frage ohne Belang und Beweiskraft. Doch spricht schon die Thatsache, dass es für den thermischen Effect gleichgültig ist, ob bei mittelstarker Reizung dieselbe an der Rindenpartie für Streckung oder der für Beugung der Vorderpfote vorgenommen wird, sowie das entgegengesetzte Verhalten der subcutan und der in der Pfote gemessenen Temperatur bei Rindenreizung zum wenigsten gegen die von Landois und Reinke angegebene Localisation der thermischen Centren. 2) Den drei positiven Reizungsversuchen an

curarisirten Thieren von Eulenburg und Landois, welche zu folge den oben entwickelten Anschauungen die einzige, beweisfähige Grundlage ihrer Theorie bildeten, stehen meine negativen Ergebnisse gegenüber. Bei den zahlreichen Fehlerquellen, welche die in diesen Eulenburg-Landois'schen Versuchen zur Anwendung gelangte, galvanometrische Messung bieten kann, bei der Möglichkeit, dass diesen Forschern die von mir geschilderten, schwachen Bewegungen bei anscheinend vollkommener Curarisirung entgangen sein können, muss ich meine negativen Resultate als beweiskräftig ansehen.

Dabei betone ich, dass ich das Schwergewicht auf die Exstirpationen am curarisirten Thiere verlege, weil bei den Reizungen einmal der oben ausgeführte Einwand der niedrigen Pfotenwärme besteht, andererseits aber ein rasch vorübergehendes, nicht sehr beträchtliches Sinken der Temperatur vielleicht nicht zum Ausdrucke gelangen musste, obgleich ich durch Enthaarung der Schwimmhaut die günstigsten Bedingungen herzustellen gesucht habe. Bei den Exstirpationen kann letzteres Bedenken gar nicht in Frage kommen, ersteres nicht so ins Gewicht fallen wie bei Reizungen.

Trotz des sicheren Ergebnisses meiner Arbeit verwahre ich mich dagegen, als ob ich die Möglichkeit des Bestehens gefässbeherrschender Functionen in der Grosshirnrinde überhaupt leugnen und so der geistreichen Hypothese Meynert's über das Zustandekommen von Lust- und Unlustgefühlen entgegentreten würde. Physiologische Erfahrungen, als das Erröthen und Erbleichen bei seelischen Vorgängen, scheinen für deren Vorhandensein zu sprechen, wenngleich zwischen den unter der Herrschaft des Willens stehenden und uns zum Bewusstsein gelangenden Bewegungen und diesen, den Charakter von Mitbewegungen tragenden Gefässveränderungen ein tiefgreifender Unterschied besteht¹⁾). Andererseits gibt es klinische Erfahrungen, welche in

¹⁾ Ganz ähnlich scheinen die Verhältnisse bei der Iris zu liegen, worauf ich hier aufmerksam machen möchte, indem die Pupille nur unbewusst und ungewollt — durch psychische Affekte, ebenso durch den epileptischen Aufall erweitert wird, während trotz gegenstehender Angaben die uncomplizierte Rindenreizung, namentlich aber die Rindenexstirpation von keiner Veränderung derselben begleitet ist.

ähnlicher Weise gedeutet wurden, obzwar eben hier eine schärfere Kritik nach den von mir aufgestellten Gesichtspunkten am Platze zu sein scheint. Vielmehr ist der Kern meiner Ergebnisse, dass ein experimenteller Nachweis der vasomotorischen Centren in der Grosshirnrinde bislang nicht gegeben ist. Vielleicht ist auch der Hund, dessen Wärmestetigkeit keine sehr bedeutende ist (siehe Citate bei Samuel Ueber die Entstehung der Eigenwärme. Leipzig 1876. S. 17), nicht das geeignete Versuchsthier. Da mich aber eine weitere Bearbeitung dieser Fragen von dem Gegenstande meiner Untersuchungen zu weit abgeführt hätte, musste ich mich mit meinen negativen Ergebnissen begnügen und habe es auch unterlassen, die vieldeutigen und, weil sie nur an uncurarisirten Thieren ausgeführt wurden, überhaupt nicht beweisfähigen Versuche Bókai's experimentell zu prüfen.

Wenn es mir zum Schlusse gestattet ist, Herrn Professor H. Munk meinen wärmsten Dank zu sagen, so möchte ich gerne, auch äusserlich mehr als der übsschäftlichen Form genügen. Herr Prof. Munk hat in überaus liebens- und dankeswerther Weise nicht allein den Gang der Untersuchung geleitet, sondern auch einen Theil der Experimente, die Reizungen und Exstirpationen an uncurarisirten Thieren selbst ausgeführt. Ihm gebührt meine stetige Dankbarkeit.

Nachschrift.

Einige Wochen, nachdem vorstehende Arbeit dem Herrn Herausgeber überreicht worden war, theilte Vulpian (Acad. des sc. 30. März) die Resultate von Untersuchungen mit, in denen er die Wirkung des epileptischen Anfalls auf die „Erscheinungen des organischen Lebens“ studirt hat. Wenngleich meine Ergebnisse und Schlussätze hiedurch nach keiner Richtung hin verrückt werden, so halte ich es doch für zweckmässig, dieser Mittheilung gegenüber sofort meinen Standpunkt nochmals festzustellen, umso mehr als ich die Angaben Vulpian's über die Aenderung des Blutdrucks auf Grund eigener Versuche bestätigen kann.

Vulpian hat gleich mir den epileptischen Anfall beim curarisirten Thiere aus der Erweiterung der Pupillen erschlossen. Dass dies mit Recht geschieht, beweisen jene meiner Versuche,

in denen ausser der Veränderung der Pupillen noch spurweise Bewegungen der Pfoten in typischer Reihenfolge zur Beobachtung kamen. Es zeigte sich nun, dass entsprechend den epileptischen Anfällen bei vollkommen bewegungslosen Thieren der in der Carotis gemessene Blutdruck 3—5 Secunden nach Beginn der Reizung anstieg — wann immer die letztere unterbrochen wurde — und durch 2—3 Sekunden auf dieser Höhe verblieb. Hiermit werden die Angaben Bochefontaine's (*Comptes rendus LXXXIII.* p. 233 und *Arch. de physiol.* 2. série III. p. 140. 1876) bestätigt, der freilich die Bedeutung der Pupillenerweiterung in seinen Versuchen nicht erkannte. Allein damit wird nur die Thatsache bewiesen, die ich schon oben angenommen habe, dass unter Vermittlung des epileptischen Anfalls ein Einfluss der Grosshirnrinde auf die peripherischen Gefässer statt hat, doch ist noch immer nicht entschieden, ob dieser Einfluss ein unmittelbarer ist, ob er sich im Sinne von Eulenburg und Landois nur auf bestimmte Gefässpartien erstreckt. Dies endgültig zu erreichen, wird man sich gemäss meinen hier niedergelegten Erfahrungen, besonders aber wegen der kurzen Dauer der Schwankungen der Gefässweite fürderhin nicht mehr der thermometrischen Methode, sondern, wie dies auch Dastre und Morat (*Recherches s. l. système vasomoteur* 1884) verlangen, der Messung des Blutdrucks an verschiedenen Körperstellen bedienen müssen.

Anmerkung. Curve I ist auf einen verhältnissmässig breiteren Maassstab übertragen worden, wodurch es den Anschein gewinnt, als ob die Aenderungen im Gange der Temperatur schon vor den Reizungen begonnen hätten.
