

XX.

Beiträge zur Lehre von der Eigenwärme und dem Fieber.

Von Dr. H. Senator, pract. Arzt und Privatdocent in Berlin.

I. Ueber die Wärmeregulation im gesunden und fieberhaften Zustand.

Seitdem man angefangen hat, die Temperaturverhältnisse der Menschen und Thiere thermometrisch zu beobachten, hat man als eine der bewundernswürdigsten Einrichtungen im Organismus der Warmblüter diejenige angesehen, vermöge deren sie im Stande sein sollen, ihre Eigenwärme trotz der extremsten Schwankungen der Aussentemperatur constant zu erhalten. Bei der Annahme eines so bedeutenden Regulationsvermögens stützt man sich auf zwei Reihen von Beobachtungen und Versuchen, deren erste von J. Davy, die zweite in neuerer Zeit von Liebermeister ausgegangen ist. Davy's ¹⁾ berühmte Untersuchungen, deren Resultate durch alle seine Nachfolger, wie Brown-Séquard, Mantegazza und verschiedene Reisende im Wesentlichen nur bestätigt wurden, haben ergeben, dass zu den verschiedenen Jahreszeiten und in den verschiedensten Himmelsstrichen mit einem Temperaturunterschied bis selbst zu 60° C. die Temperatur der Warmblüter im Inneren durchschnittlich 37,5° mit ganz unbedeutenden Schwankungen betrage. So wenig man die Richtigkeit dieser Thatsache in Zweifel ziehen kann, so wenig beweist sie doch für ein dem Organismus einwohnendes Ausgleichungsvermögen, denn — und das ist gelegentlich schon Davy nicht entgangen — bei allen diesen Beobachtungen ist keine Rücksicht genommen worden auf jene zahlreichen äusseren und willkürlichen Momente, welche unbestritten vom grössten Einfluss auf den Stand der Wärme im Körper sind, wie Kleidung, Zufuhr von Speise und Trank, Muskelthätigkeit, kurz auf das ganze, in so vielfacher Hinsicht verschiedene Verhalten der untersuchten

¹⁾ Physiol. and anat. researches 1839.

Organismen. Jene Thatsache beweist lediglich, dass die Functionen des gesunden warmblütigen Organismus nur mit der angegebenen Temperatur verträglich sind, über die Mittel zur Erhaltung derselben lässt sich daraus gar Nichts schliessen.

Liebermeister ¹⁾ hat zuerst die vorher öfter nur angedeutete Ansicht präcise ausgesprochen, dass die Wärmeproduction im Organismus sich nach der Wärmeabgabe richte, mit dieser steige und falle. Ausgehend von der Beobachtung, dass die Temperatur einer central gelegenen Körperstelle, wie der gut geschlossenen Achselhöhle steigt, wenn auf die Körperperipherie eine einigermaassen erhebliche Wärmeentziehung einwirkt, stellte er calometrische Versuche an, aus denen er schliessen zu dürfen glaubt, dass im kalten Bade je nach der Temperatur des Wassers das Doppelte bis Fünffache der gewöhnlich erzeugten Wärme und selbst noch mehr producirt werde. Er schliesst dies aus dem Umstand, dass erstens während der Dauer eines Versuchs das Thermometer in der Achsel- oder Mundhöhle gewöhnlich stieg, keinenfalls unter die vorher beobachtete normale Grenze fiel und zweitens daraus, dass von einem gewissen Moment an, wenn nemlich die anfänglich zwischen Körper- und Wassertemperatur bestehende Differenz durch eine beträchtliche Wärmeabgabe ausgeglichen sei, die in der Zeiteinheit an das Wasser abgegebenen Wärmemengen sehr geringe Schwankungen zeigten, so dass man sie als nahezu constant betrachten könne, woraus weiter folge, dass von nun ab der Körper nicht mehr erkalte, wenn nicht gar noch wärmer werde. So überraschend dieses Resultat ist und so wenig es auch mit der gewöhnlichen Anschauung von der Wirkung kalter Bäder in Einklang steht, so hat man es doch hiernach ziemlich allgemein für ausgemacht gehalten, dass durch Abkühlung des Körpers seine Wärmeproduction erheblich gesteigert und (aus Kernig's ²⁾ nach demselben Princip, aber viel ungenauer angestellten Versuchen mit warmen Bädern) durch Erwärmung herabgesetzt werde. Und nachdem man einmal diese eigenthümliche Regulation, die natürlich für den Wärmehaushalt des Organismus eine viel grössere Rolle spielen musste, als die bisher allein berücksichtigten Veränderungen der Circulations- und Per-

¹⁾ Archiv von Reichert und Dubois 1860—1862.

²⁾ Experimentelle Beiträge. Dorpat 1864.

spirationsverhältnisse bei Temperaturschwankungen der Umgebung — nachdem man also diese Regulation gefunden hatte, lag Nichts näher, als die fieberhafte Temperaturerhöhung und das Fieber selbst auf eine Störung derselben, deren Sitz man mit mehr oder weniger Bestimmtheit in das Centralnervensystem verlegte, zurückzuführen. Die normale Wärmeregulation musste gestört sein, denn nur so liess sich, ausser anderen Erscheinungen im Symptomencomplex des Fiebers, vor Allem die gar nicht wegzuleugnende günstige Wirkung der abkühlenden Behandlungsmethode erklären. Denn wenn jene Regulation unverändert fortbestände, so müsste ja jede Wärmeentziehung die Production auf's Neue beträchtlich steigern; einen Fiebernden mit kühlen Bädern behandeln, hiesse Oel in's Feuer giessen, während doch die glänzenden Erfahrungen der Neuzeit das Gegentheil beweisen. Indess hat diese Regulations- und Fiebertheorie in der jüngsten Zeit von ihren eignen Anhängern einen argen Stoss bekommen. Nach derselben Methode nemlich, wie Liebermeister und Kernig an Gesunden, hat E. v. Wahl ¹⁾ an Fiebernden calometrische Versuche angestellt und auch hier das von Jenen gefundene „Gesetz“ der Wärmeregulation vollständig bestätigt gefunden; auch der Fiebernde gab an kaltes Wasser in jeder Minute viel mehr Wärme ab, als unter gewöhnlichen Verhältnissen producirt wird, und wenn man annimmt, dass von irgend einem Zeitpunkt an sein Körper im kalten Bade nicht weiter erkaltet sei, so muss die mehr abgegebene Wärme auch mehr producirt sein, ganz wie beim Gesunden ²⁾. — Offenbar liegt der Schwerpunkt aller dieser Versuche in der ganz unbegründeten Voraussetzung, dass beim Uebergang des Körpers aus einem Medium in ein anders temperirtes sich eine Constanz seiner gesamten Wärmemenge hergestellt habe, wenn die in der Zeiteinheit abgegebenen Wärmemengen nur noch geringe Schwankungen darbieten und dabei das Thermometer in der Achselhöhle sich von der neuen Temperatur noch gar nicht, oder selbst im entgegengesetzten Sinn afficirt zeigt, was übrigens immer nur kurze Zeit der Fall ist. Dass im Verlauf

¹⁾ Petersb. med. Zeitschrift. 1867. VI. S. 315 ff.

²⁾ Hier hilft sich v. Wahl mit der neuen Annahme, dass im Fieber die kalten Bäder erregend auf das von Tscheschichin (*Deutsches Arch. f. klin. Med.* 1867. II S. 188) vermuthete Hemmungscentrum für die Wärmebildung und daher abkühlend wirken. Warum soll denn in der Norm die Erregung fehlen?

eines kalten Bades, wenn die ursprünglich vorhandene grosse Differenz in den Temperaturen des Körpers und des Wassers immer mehr abnimmt, die Schwankungen der von Minute zu Minute übergehenden Wärmemengen immer kleiner werden und scheinbar aufhören, ist einfach die Folge davon, dass diese Wärmemengen selbst mit zunehmender Dauer auf immer kleinere Werthe herabsinken, dass also die Abkühlung des Körpers im Ganzen allerdings fortschreitet, anfangs schneller, dann langsamer, so dass nun erst in viel grösseren Zeiträumen, als vorher, eine bemerkenswerthe Differenz hervortritt, zumal eine solche, die ausserhalb der bei derartigen Versuchen trotz aller Sorgfalt nicht zu vermeidenden Fehlergrenzen liegt. Es ist derselbe Gang der Erkaltung, wie bei der todtten Masse, nur dass beim lebenden Körper die Wärmeabgabe noch zögernder, also die Differenzen in den einzelnen Zeiträumen noch unbedeutender werden wegen der bekannten, bei Temperaturschwankungen eintretenden Veränderungen in der Haut. Diese letzteren erklären auch vollkommen das scheinbar paradoxe Verhalten des Thermometers in der Achselhöhle und ähnlich gelegenen Stellen, wie ich weiterhin noch auseinandersetzen werde. Aber auch abgesehen hiervon führt jene Voraussetzung zu allerlei seltsamen Consequenzen, die allein schon ihre Unhaltbarkeit beweisen. Eine Steigerung der Wärmeproduction ist ohne Steigerung des Stoffwechsels nicht denkbar. Wenn also nach Liebermeister in einem kalten Bade die Wärmeproduction um das Drei- bis Fünffache, ja wie er aus einem älteren Currie'schen Versuch ausrechnet, um mehr als das Achtzehnfache gesteigert würde, so müssten auch die Verbrennungsproducte des Stoffwechsels, namentlich die Kohlensäure in eben so viel grösserer Menge auftreten. Dies hätte zur nothwendigen und sofortigen Folge eine verstärkte Respiration, ja es müsste bei einer so colossalen und noch dazu plötzlichen Anhäufung von Kohlensäure zu einer wahrhaft dyspnoischen Athmung und schliesslich zur Erstickung kommen. Davon ist nun bekanntlich im kalten Bade nicht die Rede, im Gegentheil ist dasselbe in gewissem Sinne ein Mittel gegen Dyspnoe, wie Ackermann ¹⁾ gezeigt hat und auch in Liebermeister's Versuchen findet sich mit dankenswerther Genauigkeit sehr oft angegeben, dass die Respiration

¹⁾ Archiv f. klin. Med. 1866. II. S. 359.

eine ganz ruhige, normale gewesen sei, der beste Beweis, dass eine vermehrte Bildung von Kohlensäure nicht stattgefunden hat. — Als eine andere Consequenz würde sich ein ganz eigenthümliches Verhalten der Haut im kalten Bade ergeben. Nach jener Voraussetzung müsste nemlich die Haut sich nur ganz im Anfang abkühlen, dann aber während der ganzen Dauer des Bades ihre Temperatur constant bleiben oder selbst steigen, sicher wenigstens nicht sinken, da ja durch sie gerade so viel Wärme den Körper verlassen soll, als producirt wird. Dass dies nicht der Fall ist, werde ich so gleich zeigen ¹⁾.

Es kann nach alledem somit wohl nicht zweifelhaft sein, dass bisher der Beweis für ein eigenthümliches Wärmeregulations-Vermögen des Organismus nicht geliefert worden ist, während Erfahrungen genug vorliegen, die für das Gegentheil sprechen. Nicht bloss das willkürlich verschiedene Verhalten von Menschen und Thieren in warmer und kalter Umgebung, sondern auch zahlreiche directe Versuche an Thieren (von Lavoisier, Hoppe, Weikart, Walther, Obernier) und an Menschen (von Mosler, Virchow, Bartels, Schuster), wobei die Bluttemperatur entsprechend den künstlich erzeugten äusseren Temperaturschwankungen stieg oder fiel, scheinen geradezu der Annahme zu widersprechen, dass der Organismus ein solches Vermögen in irgend erheblichem Maasse besitze. Versuche über das Vorhandensein eines solchen und der Grenzen, innerhalb deren es etwa wirksam sei, sind selbstverständlich nur beweisend, wenn alle anderen die Wärmeverhältnisse des Körpers beeinflussenden Bedingungen dabei ausgeschlossen sind, was bei Davy's und seiner Nachfolger Beobachtungen, wie gesagt, nicht der Fall war. Ich habe solche deshalb an mir selbst innerhalb eines Zeitraumes von fast zwei Jahren in der Weise angestellt, dass ich des Morgens beim Erwachen zunächst im Bett die

¹⁾ Auf eine weitere Kritik von Liebermeister's Versuchen kann ich um so mehr verzichten, als inzwischen auch von Jürgenssen (D. Archiv f. klin. Med. 1868. IV. S. 323) Bedenken gegen die Beweiskraft derselben erhoben sind. Die auch von Liebermeister und Anderen oft angezogenen Versuche F. Hoppe's (dieses Archiv Bd. XI. S. 453) an Hunden, welche noch nass in imperspirable Decken eingehüllt wurden, wobei ihre Temperatur sank, beweisen für unsere Frage gar Nichts, da ein imperspirabler Ueberzug der Haut an und für sich schon ein Sinken der Temperatur zur Folge hat.

Temperatur der Achselhöhle mit den bekannten Cautelen maass und, wenn diese einen festen Stand erreicht hatte, aus der Bettwärme, die beiläufig ziemlich constant $34\text{--}35^{\circ}\text{C.}$ betrug, ganz unbekleidet in die Zimmerluft trat, um nun bei fortwährend ruhigem Verhalten im Stehen, etwaige Veränderungen der Achselhöhlen-Temperatur als Folge der in den verschiedenen Jahreszeiten natürlich verschieden warmen Atmosphäre zu beobachten. Die Wirkungen derselben mussten unter diesen Umständen, wo der Einfluss der Kleidung, kurz vorhergegangener Nahrungsaufnahme und willkürlicher Muskelthätigkeit möglichst ausgeschlossen war, ganz rein zur Beobachtung kommen. Schon diese einfachen, zahlreich angestellten Versuche ergaben, dass eine Constanz der Temperatur in der Achselhöhle und also auch in allen unter gleichen Bedingungen stehenden Körperstellen meistens, namentlich bei gewöhnlichen Temperaturen, garnicht, sondern nur innerhalb sehr enger Grenzen stattfand, viel enger und zugleich höher gelegener, als man sich gewöhnlich vorzustellen pflegt. Die unterste Grenze nemlich bildete unter den angegebenen Bedingungen, zu denen wir noch einen mittleren Luftdruck und Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre rechnen müssen, eine Zimmertemperatur von $27\text{--}28^{\circ}\text{C.}$ Die oberste Grenze genau zu finden, war bei diesen Versuchen nicht möglich, weil selbst im heissesten Sommer die Zimmertemperatur in den frühen Morgenstunden nicht einen Grad erreichte, jenseits dessen das Thermometer in der Achselhöhle wieder Schwankungen gezeigt hätte, doch glaube ich aus anderweitigen, wenn auch nicht mehr genau unter den angegebenen erforderlichen Bedingungen angestellten Beobachtungen in überheizten Räumen, wie sie auch sonst schon bekannt geworden sind, schliessen zu dürfen, dass die obere Grenze keinesfalls höher, als die sogenannte Bluttemperatur ($37,5^{\circ}$) liegt, sicher noch einige Grad darunter. Diese Grenzwerte werden sich natürlich gleichmässig verschieben mit einem Wechsel der Feuchtigkeit und des Luftdrucks, die ja die Wärmeabgabe durch Verdunstung etc. verändern. — Es ist also im Ganzen ein Spielraum von allerhöchstens $8\text{--}10^{\circ}\text{C.}$, innerhalb dessen der Körper allerdings auch ohne äussere Hilfsmittel eine Regulation derart auszuüben vermag, dass seine Eigenwärme im Inneren constant bleibt.

Ausserhalb jener Grenzen, namentlich also bei unter 27°C.

gelegenen Temperaturen konnte, wie gesagt, von einer Constanz keine Rede sein, das Thermometer zeigte beständige Schwankungen, die freilich mit zunehmender Aussentemperatur immer geringer wurden und endlich erst innerhalb vieler Minuten zum Ausdruck kamen. Jedes Mal, ohne Ausnahme, stieg zuerst beim Uebergang ¹⁾ aus der Bettwärme in die kältere Zimmerluft die Achselhöhlen-Temperatur, und zwar um so schneller und beträchtlicher, je grösser der Temperaturunterschied war; die grösste von mir beobachtete Steigerung betrug $0,5^{\circ}$ binnen zwanzig Minuten bei einer Zimmer-temperatur von $15-16^{\circ}$, also einem Temperaturunterschied von beinahe 20° . Die Beobachtungen Liebermeister's kann ich in dieser Beziehung also vollkommen bestätigen. Aber dem anfänglichen Steigen folgte regelmässig, schneller in kalter, langsamer in wärmerer Luft ein Sinken des Thermometers, das durch keine neue Steigerung wieder unterbrochen wurde, so lange der Versuch überhaupt fortgesetzt werden konnte.

Im Uebrigen liess sich aus diesen Versuchen über die Ursachen des beschriebenen Verhaltens der Temperatur mit Sicherheit Nichts weiter erschliessen, wenngleich, wie ich oben schon angedeutet habe, Alles dafür sprach, dass Veränderungen in der Haut und nicht der inneren Wärmeproduction dabei die Hauptrolle spielen. Es war eben desshalb nothwendig, neben den Vorgängen in einer central gelegenen Stelle auch diejenigen an der Peripherie, also wenigstens an Einer in der Haut gelegenen Stelle kennen zu lernen. Da das gewöhnliche Verfahren zur Messung der Hauttemperatur, wobei die Thermometerkugel einfach auf die Haut gelegt und durch schlechte Wärmeleiter geschützt wird, ganz unbrauchbar ist, so verfuhr ich so, dass ich ein kleines, im Ganzen nur drei Zoll langes, von Geisler gefertigtes Thermometer mit einer Scala von $25-45^{\circ}$ C. und einer Theilung in halbe Grade mit seinem Quecksilbergefäss in eine möglichst grosse, nach oben erhobene Hautfalte schob, so dass es wie in einer überall nur von der Haut gebildeten Tasche steckte, in der es durch breite Heftpflasterstreifen festgehalten und noch gegen die äussere Luft möglichst geschützt

¹⁾ Die beim Aussteigen aus dem Bett unvermeidliche Muskelaction ist zu unbedeutend, um einen wahrnehmbaren Einfluss auf das Thermometer in der Achselhöhle hervorzubringen, das beweist der einfache Versuch des Aufstehens ohne Veränderung der Aussentemperatur, z. B. in der Kleidung.

wurde. Dies gelingt ziemlich leicht bei einem dünnen Unterhautfettpolster, wie ich mich dessen erfreue, namentlich in der Oberbauchgegend. Wenn dieses Verfahren auch keine absolut sicheren Zahlen über die Hauttemperatur liefert, so lässt es doch die Schwankungen derselben und, worauf es ja besonders ankam, ihren Gang gegenüber der Temperatur im Inneren hinreichend genau erkennen.

In dieser Weise habe ich nun weitere Versuche zugleich mit Beobachtung der Achselhöhlentemperatur übrigens ganz unter denselben Umständen, wie die ersten, angestellt und gebe im Nachstehenden die sechs am vollständigsten durchgeführten, nach aufsteigenden Temperaturen der Zimmerluft geordnet.

I. 1. Dec. 1866. Zimmertemp. 14° C. Temp. der Achselhöhle 36,6°. Haut 35,5°. Puls 54—58.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
6 Uhr 45 Min.	36,6	35,5	58	Aufstehen.
50 -	36,8	34,75 ¹⁾	72	Gänsehaut.
55 -	36,9	34,7	72	Sehr enge Radialartt.
7 Uhr —	37,0	34,25	68	
5 -	37,05 ¹⁾	34,0	64	
10 -	37,0	34,0	62	
15 -	37,0	34,0	62	Frost.
20 -	36,95	34,0	62	
25 -	36,9	34,0	58—60	Voller Puls.
30 -	36,8	33,75	62	Leichtes Gliederschütteln.
35 -	36,75	33,75	60	Voller Puls.
40 -	36,7	33,5	64	
45 -	36,6	33,5	62	Starker Frost.
50 -	36,6	33,25	64	Haut bläulich.
55 -	36,5	33,0	60—62	
8 Uhr —	36,4	33,0	64	Starker Schüttelfrost.

II. 15. April 1867. Zimmertemp. 16° C. Temp. der Achselhöhle 36,9°. Haut 35,5°. Puls 60.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
6 Uhr 35 Min.	36,9	35,25	60	Aufstehen.
40 -	37,0	34,25	72	
45 -	37,1	34,25	72	
50 -	37,2	33,75	72	
55 -	37,25	33,75	68	

¹⁾ Die zweiten Decimalstellen sind nur geschätzt.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
7 Uhr — Min.	37,3	33,75	70	Frösteln.
5 -	37,3	33,25	68	
10 -	37,2	33,25	68	
15 -	37,2	33,25	68	Stärkeres Frösteln.
20 -	37,15	33,25	68	
25 -	37,1	33,25	63	Haut bläulich.
30 -	37,0	33,25	63	
35 -	37,0	33,25	63	
40 -	36,9	33,0	62	
45 -	36,8	33,0	62	
50 -	36,8	33,0	61	

III. 8. Mai 1867. Zimmertemp. 19° C. Temp. der Achselhöhle 36,6°.
Haut 36°. Puls 60.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
6 Uhr 15 Min.	36,6	36,0	60	Aufstehen.
17 -	—	—	78	
20 -	36,8	35,5	78	
25 -	36,85	35,0	78	
30 -	36,9	35,0	76	
35 -	36,9	35,0	76	
40 -	36,85	34,5	76	Leichtes Frösteln.
45 -	36,8	34,25	76	
50 -	36,8	34,25	72—74	Stärkeres Frösteln.
55 -	36,8	34,25	74	
7 Uhr —	36,8	34,0	70—72	
5 -	36,75	34,0	72	
10 -	36,7	34,0	68—70	
15 -	36,65	34,0	68	
20 -	36,6	34,0	68	
25 -	36,6	34,0	68	
30 -	36,5	34,0	68	
35 -	36,45	33,75	68	Haut bläulich.
40 -	36,45	33,5	66	
45 -	36,4	33,5	64	
50 -	36,35	33,25	68	
55 -	36,3	33,25	68	

IV. 18. Mai 1868. Zimmertemp. 24,5° C. Temp. der Achselhöhle 36,5°.
Haut 36°. Puls 58.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
7 Uhr — Min.	36,5	36	58	Aufstehen.
5 -	36,6	35,5	68	

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
7 Uhr 10 Min.	36,75	35,5	68	
15 -	36,8	35,5	68	
20 -	36,7	35,25	68	
25 -	36,7	34,75	68	
30 -	36,7	34,75	66	
35 -	36,7	34,75	66	

V. 28. August 1867. Zimmertemp. 27° C. Temp. der Achselhöhle 36,5°. Haut 36,5°. Puls 58.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
6 Uhr 5 Min.	36,5	36,5	58	Aufstehen.
10 -	36,55	36,0	70	
15 -	36,6	35,75	72	
20 -	36,65	35,75	70	
25 -	36,65	35,75	68	
30 -	36,65	35,5	72	
35 -	36,65	35,5	70	
40 -	36,65	35,5	68	
45 -	36,65	35,5	70	
50 -	36,65	35,5	72	Empfindung von Kühle.
55 -	36,65	35,5	72	
7 Uhr —	36,65	35,25	72	
5 -	36,65	35,0	72	
10 -	36,65	35,0	72	
15 -	36,65	35,0	74	

VI. 12. August 1868. Zimmertemp. 28,5° C. Temp. der Achselhöhle 36,7°. Haut 36,5°. Puls 58.

Zeit	Temp. d. Achselh.	Temp. d. Haut	Puls	Bemerkungen
7 Uhr — Min.	36,7	36,5	58	Aufstehen.
5 -	36,7	36,25	70	
10 -	36,7	36,25	70	
15 -	36,7	36,0	70	
20 -	36,7	36,0	72	
25 -	36,7	36,0	70	

Was oben über das anfängliche Steigen und darauf folgende Sinken der Achselhöhlentemperatur gesagt wurde, findet durch diese Versuche eine nochmalige Bestätigung. Vor Allem aber zeigen sie und in gleicher Weise einige andere, hier nicht mitgetheilte Beobachtungen, dass im Gegensatz zu der Temperatur der Achselhöhle diejenige der Haut beim Uebergang des Körpers in ein küh-

leres Medium gleich von vornherein und ununterbrochen abnimmt, dass also nicht im Entferntesten eine Constanz der Wärmemenge zu irgend einer Zeit sich herstellt, weder ganz im Anfang, wo die Abkühlung am stärksten ist, noch etwas später, wenn die Temperatur der Achselhöhle, obwohl schon sinkend, doch noch über der ursprünglichen normalen Höhe ist, noch weiterhin, wenn sie auch unter diese gefallen und die Erkaltung an der Grenze des überhaupt Erträglichen ankommt.

Hiernach ist Liebermeister's Auffassung seiner an sich richtigen Beobachtungen über die Wärmeabgabe auch direct widerlegt und Alles, was von ihm und seinen Nachfolgern über eine Zunahme der Wärmeproduction in kälteren und eine Abnahme im wärmeren Medium, sowie überhaupt über das Bestehen einer besonderen Regulation, einer Anpassung der Production an die Wärmeabgabe, geschlossen wurde, ist mindestens nicht bewiesen.

Es wäre aber möglich, dass diese bisher noch nicht erwiesene eigenthümliche Regulation im Organismus dennoch bestände, ja die landläufigen Vorstellungen über die Aenderungen des Stoffumsatzes bei wechselnder, äusserer Temperatur scheinen die Annahme einer solchen entschieden zu fordern. Eben in der Untersuchung des Stoffwechsels bietet sich uns ein ganz untrügliches Mittel zur Entscheidung dieser Frage. Wärmebildung und Stoffumsatz gehen im Organismus so Hand in Hand und stehen nothwendig in solcher Wechselwirkung, dass eine Aenderung des Einen ohne gleichmässige Aenderung des Anderen nicht denkbar ist; je mehr Stoff verbraucht wird, desto mehr Wärme wird gebildet und umgekehrt. Wenn also der Organismus unter irgend welchen Umständen mehr Wärme frei machen soll, so muss er mehr Stoff consumiren, die vermehrte Leistung fordert eine gesteigerte Consumption, und wenn für diese ein Ersatz durch vermehrte Nahrungszufuhr von aussen nicht stattfindet, so ist eine Abnahme der Körpersubstanz die Folge. Die Veränderungen des Körpergewichts also bei gleichbleibender Zufuhr sind das sicherste Kriterium zur Erkennung von Schwankungen der Wärmeproduction, vorausgesetzt, dass die zum Umsatz gelangenden Stoffe immer unabänderlich die gleichen wären, und der Organismus nicht etwa je nach Umständen in dem zu verarbeitenden Material eine Auswahl träfe, so dass bald ein an Spannkraften reicheres, wie z. B. Fett,

bald ein ärmeres, wie Eiweiss, herangezogen würde. Die Gewichtsveränderungen gestatten also nur dann ein richtiges Urtheil, wenn die Qualität der umgesetzten Körpersubstanz dieselbe bleibt, was die Untersuchung der Excrete erkennen lässt. Aus der Menge der verschiedenen Umsatzstoffe und ihrer bekannten Verbrennungswärme lässt sich dann die freigewordene Wärme berechnen. Hierbei wäre nur noch zu berücksichtigen, dass ein Theil der freigemachten Spannkkräfte nicht als Wärme, sondern als mechanische Kraft (Arbeit) zum Vorschein kommt, dass also die Summe dieser letzteren gekannt und die als äussere Arbeit abgegebene in Abzug gebracht werden müsste, um die wirklich gebildete freie Wärme zu erfahren. Indess ist bekanntlich das thermische Aequivalent der Arbeit ein so kleines (0,233) und diese letztere lässt sich ausserdem im Versuch so beschränken, dass die abzuziehende Menge ohne merklichen Fehler vernachlässigt werden kann.

Von diesen Erwägungen geleitet, habe ich im vorigen Winter an einem Hund die nachstehende Versuchsreihe angestellt, zu deren Erläuterung ich noch Folgendes voranschicke. Der Hund war, ehe die eigentliche Versuchszeit begann, längere Zeit so ernährt worden, dass er sich mit dem ihm gereichten Futter im vollkommenen Gleichgewicht befand, sein Gewicht also von einem Tag zum anderen sich nur ganz unbedeutend änderte, wobei er an Stickstoff in Harn und Koth fast genau soviel ausgab, als er einfuhrte. Diese Vorbereitung ist bei allen derartigen Versuchen nothwendig, weil man erst dann die Berechtigung hat, eintretende Veränderungen im Stoffwechsel allein den neu einzuführenden Versuchsbedingungen und nicht etwa dem jeweilig verschiedenen Ernährungszustand des Thieres zuzuschreiben ¹⁾. Die Nahrung, welche ihm täglich Mittags gereicht wurde, bestand aus 300 Grms. ausgesuchtem, magerem Pferdefleisch und 10 Grms. Schweineschmalz; sein Gewicht betrug dabei durchschnittlich 4230 Grms. mit täglichen Schwankungen von höchstens 20 Grms. Nachdem dieser Beharrungszustand in der Ernährung des Hundes fünf Tage bestanden hatte, wurde er

¹⁾ Hierüber verweise ich auf die ausführlichen Stoffwechsel-Untersuchungen von C. Voit. Ueber das sonstige Verfahren vergl. man meine Abhandlung in diesem Archiv Bd. XLII. S. 14 ff. — Die reine Fleischfütterung habe ich aufgegeben, weil es mir aus anderweitigen Versuchen schien, dass die Hunde nach mehrwöchentlicher Dauer derselben sehr herunterkamen.

bei übrigens ganz unveränderter Fütterung aus seinem gewöhnlichen Aufenthalt, einer heizbaren Kellerstube, deren Temperatur durchschnittlich 13—15° C. betrug, abwechselnd auf vierundzwanzig Stunden oder länger in eine kalte Kammer, deren Fenster Tag und Nacht offen standen, und dann wieder auf ebenso lange in seine Stube mit ihrer gewöhnlichen oder durch starkes Heizen noch erhöhten Temperatur gebracht. In dieser Weise hatte er immer mindestens einen ganzen Tag (24 Stunden) lang Temperaturdifferenzen bis selbst zu 20,5° C. zu ertragen. Die Temperatur der Aufenthaltsräume wurde früh Morgens, Mittags und Abends spät gemessen, das Mittel aus diesen drei Messungen ist in der folgenden Tabelle verzeichnet. Der Hund befand sich in einem Drahtkäfig, in welchem er bequem stehen und liegen konnte, aber zu anstrengenden Muskelübungen keine Gelegenheit fand. In der Kälte lag er meistens ganz zusammengekauert, während er in der Wärme wie gewöhnlich stand oder hockte. Aus dem Käfig wurde er nur Mittags zum Wiegen genommen, nachdem die Blase entleert war. Die Versuche begannen am 10. Januar 1868 Mittags damit, dass er nach dem Wiegen gefüttert und in die Kälte gebracht wurde. Das Weitere ergibt die folgende Zusammenstellung, wobei zu bemerken, dass das Körpergewicht durch Abzug der auf jeden Tag berechneten Kothmenge corrigirt ist ¹⁾).

VII.	Tag	Gewicht Grms.	Harn- menge Ccm.	Spec. Gew.	Harn- stoff Grms.	Lufttemperatur
	10. Jan.	4230	147	1055	18,7	13° C. Stube
	11. -	4235	162	1058	20,5	- 1,5° Kammer
	12. -	4235	140	1060	19,8	+19° Stube
	13. -	4215	150	1060	21,8	+15° Stube
		(12 Gr. Koth)				+ 5° Kammer
	14. -	4225	140	1063?	22,1	+ 2° Kammer
	15. -	4245	148	1063?	20,9	+16° Stube
	16. -	4215	150	1063?	21,5	+ 6° Kammer
	17. -	4225	156	1059	19,5	+14° Stube
	18. -	4220	150	1062?	20,8	

¹⁾ Diese und die später folgenden Thierversuche habe ich in dem pathologischen Institut hier angestellt, für dessen Benutzung ich Herrn Prof. Virchow zum grössten Dank verpflichtet bin, sowie ich auch den Leitern des chemischen Laboratoriums, Herrn Prof. W. Kühne, jetzt in Amsterdam, und Herrn Dr. O. Liebreich für vielfache Unterstützung meinen Dank ausspreche.

Tag	Gewicht Grms.	Harn- menge Ccm.	Spec. Gew.	Harn- stoff Grms.	Lufttemperatur
19. Jan.	4225	140	1062?	20,9	+13° Stube
	(22 Koth)				
20. -	4245	138	1060	20,1	+13° Stube
21. -	4240	142	1059	21,2	+ 5° Kammer
22. -	4240	140	1061?	22,5	+14° Stube
23. -	4230	145	1059	19,2	+12° Stube
	(15,5 Koth)				
24. -	4225	166	1060	22,6	+ 0,5° Kammer
25. -	4225	150	1058	21,1	+ 0,5° Kammer
26. -	4240	150	1059	20,7	+ 0,5° Kammer
27. -	4225	158	1060	21,8	+17° Stube
	(20 Koth)				

Ein Blick auf diese Tabelle lehrt, dass der Stoffwechsel durch die zum Theil sehr erheblichen Temperaturschwankungen keine nennenswerthe Aenderung erfahren hat; nach wie vor kam das Thier mit der immer gleichbleibenden Nahrung aus, denn die beobachteten Schwankungen seines Körpergewichts lagen vollkommen innerhalb der schon vorher und auch in den oben verzeichneten Tagen mit mittlerer Lufttemperatur wahrgenommenen Grenzen, die nur ein einziges Mal (vom 15. zum 16.) überschritten wurden, indem eine stärkere Abnahme (30 Grms. in 24 Stunden) stattfand, aber gerade während eines wärmeren Aufenthaltes. Man wird so- nach an eine Steigerung der Consumption im Ganzen durch die Kälte nicht denken können und es bliebe nur noch zu erwägen, ob der grössere Wärmeverlust nicht etwa durch eine vermehrte Verbrennung noch vom Körper hergegebenen Fettes ausgeglichen und dafür so viel Eiweiss zurückbehalten wäre, dass eine Gewichts- abnahme nicht eintrat. Indess widerlegt sich diese Annahme ein- fach daraus, dass auch die Eiweisszersetzung, wie die täglich aus- geschiedene Harnstoffmenge zeigt, ihr gewöhnliches Maass unver- ändert einhielt, ja nach einem kalten Tage, wie z. B. am 11. und 24., eher zu- als abnahm, offenbar in Folge der dabei etwas ge- steigerten Harnmenge, wobei ja auch etwas mehr Harnstoff entleert wird. Es findet also auch in dieser Beziehung keine Variirung des Stoffwechsels statt. Wenn man trotzdem noch den Gedanken an eine unmittelbar durch die Kälte bedingte Steigerung der Wärme- production festhalten wollte, so wird man nach dem obigen Versuch zugeben müssen, dass diese Steigerung nur eine sehr geringe sein

könnte, so gering, dass die dabei stattfindende Consumption innerhalb der Fehlergrenzen des Versuchs, d. h. innerhalb der geringen, nicht zu vermeidenden Gewichtsschwankungen von höchstens 20 Grms. fielen. Hier aber zeigt eine einfache Rechnung, dass der Zuwachs an Wärme selbst bei den übertrieben günstigsten Annahmen nur sehr unbedeutend sein könnte und dadurch niemals auch nur entfernt das Doppelte der normalen Production erreicht würde. Die von dem Hunde unter gewöhnlichen Verhältnissen täglich producirte Wärmemenge lässt sich aus dem Trockengewicht der von ihm täglich verbrauchten Nahrung (70—80 Grms. trockenes Muskelfleisch, 10 Grms. Fett) nach den von Frankland ¹⁾ neuerdings gefundenen Verbrennungswärmen, nemlich für trockenes mageres Rindfleisch bei Verbrennung im Organismus circa 4,7 grosse Wärmeeinheiten und für Fett circa 9, auf 420 bis 460 Kilocalorien berechnen. Nabezu dieselbe Menge erhält man, wenn man nach der sonst gebräuchlichen Methode aus den Ausgaben den verbrannten Kohlenstoff und Wasserstoff und hieraus mit den von Favre und Silbermann gefundenen Verbrennungswerthen die producirte Wärme ableitet. Wären nun selbst die täglichen Gewichtsschwankungen einzig und allein durch Verbrennung von Fett, das ja beim kleinsten Gewicht die meiste Wärme liefert, bedingt, so müsste bei einer nur auf das Doppelte gesteigerten Production der Mehrverbrauch 47 bis 51 Grms., also viel mehr, als die höchsten vorgekommenen Schwankungen betragen. Es ist übrigens selbstverständlich, dass diese kleinen Schwankungen von ganz anderen Nebenumständen, Verlust an Haaren etc. abhängen.

Diesem Resultat gegenüber wird man vielleicht auf die seit den Zeiten Lavoisier's vielfach und mit gleichem Erfolg angestellten Beobachtungen hinweisen, wonach in der Kälte die Ausscheidung der Kohlensäure zu- und in der Wärme abnimmt. Aber gerade diese Beobachtungen sind vorzüglich geeignet, unsere Ansicht zu stützen, denn die Zunahme der Kohlensäure ist namentlich beim Menschen und den grösseren Säugethieren eine äusserst geringe und erklärt sich aus ganz anderen Ursachen, als aus einem gesteigerten Umsatz. Am bedeutendsten ist noch die Zunahme bei

¹⁾ Proceedings of the royal instit. 1866 June. Die für Fett gefundene Zahl stimmt sehr gut mit den von L. Hermann (Sitzungsber. der chem. Ges. zu Berlin 1868. S. 18 ff.) berechneten.

Vögeln und ganz kleinen Säugethieren. So fand Letellier, dass Mäuse, Meerschweinchen, Zeisige und Tauben bei 0° ungefähr doppelt so viel Kohlensäure ausgaben, als bei 30 bis 40° R., was Lehmann¹⁾ für Tauben bestätigt. Neuere derartige Versuche hat Sanders-Ezn²⁾ mit grosser Sorgfalt an Kaninchen angestellt und bei einem Temperaturunterschied von 30° C. eine Steigerung der exhalirten Kohlensäure um höchstens ein Fünftel gefunden. Von Beobachtungen an Menschen liegen die bekannten von Barral und besonders zahlreich die von Vierordt vor. Jener fand bei 26° C. ($20,8^{\circ}$ R) eine Ausscheidung von $37,017 \text{ G}^2$, dagegen bei $-0,7^{\circ}$ C. ($-0,54^{\circ}$ R) $51,288 \text{ G}^2$, also eine Steigerung von 100 auf 138. Vierordt erhielt als extremste Werthe bei 18° in einer Minute $224,65 \text{ Cub.-Cent.}$ Kohlensäure, bei 6° dagegen 336 Cub.-Cent. ($100:149$), im Mittel bei 11° Temperaturdifferenz eine Zunahme von 100 auf 116. Bei diesen Beobachtungen am Menschen nun waren aber gewisse Verhältnisse nicht ausgeschlossen, die an sich schon die Ausscheidung der Kohlensäure steigern mussten, nemlich die ganz veränderte Lebensweise in der Kälte, die grössere Nahrungsaufnahme, stärkere Muskelaction, wie sie schon für das blosses Tragen der schwereren Kleidung nothwendig ist u. s. w. Vor Allem aber ist zu bedenken, dass fast die ganze Zunahme sich allein aus der stärkeren Diffusion in die kältere Luft erklären lässt, so dass, wenn man alle diese Momente in Abrechnung bringt, in der That kein Ueberschuss bleibt, der auf einen unmittelbar durch die Kälte gesteigerten Umsatz zu beziehen wäre.

Nach alledem scheint es mir unzweifelhaft zu sein, dass die Aenderungen der umgebenden Temperatur auf die Wärmeproduction ohne Einfluss sind und dass es also eine besondere unwillkürliche Regulirung der letzteren je nach dem Wärmeverlust nicht giebt. Jene wunderbare Einrichtung, welche die Warmblüter befähigen soll, ihre Eigenwärme unabhängig von der Aussentemperatur constant zu erhalten, beschränkt sich in Wirklichkeit auf eine ganz unbedeutende Fähigkeit, Unterschiede von einigen wenigen Graden zu überwinden, und diese Fähigkeit beruht hauptsächlich auf dem Vermögen der Haut, den Einfluss der Temperaturschwankungen zu-

¹⁾ Zoochemie S. 640.; Nasse, Handwörterb. d. Physiol. IV. S. 81.

²⁾ Sächs. akad. Sitzungsber. 1867. 58.

nächst auf sich zu beschränken und dadurch von Innen abzuhalten. Die wichtigste Rolle dabei spielen, wie bekannt, die Gefässe, welche sich durch die Kälte contrahiren, durch die Wärme ausdehnen. Eine Folge der Contraction ist die Verlangsamung des Pulses, welche wie die Beobachtungen I.—VI. lehren, constant eintreten, denn die zuerst verzeichnete Pulsbeschleunigung hat lediglich ihren Grund in dem Uebergang aus der Lage im Bett in die aufrechte Stellung, wovon ich mich zum Ueberfluss noch durch besondere Versuche bei gleichbleibender Umgebungstemperatur, z. B. in der Kleidung, überzeugt habe. Die Verlangsamung des Herzschlages lässt sich auf mehrere Ursachen zurückführen, zuerst auf die mit der plötzlichen Verengung in dem grossen Stromgebiet der Haut eintretende Steigerung des Blutdrucks. Obgleich die Wirkung desselben auf die Pulsfrequenz von den Physiologen verschieden angegeben wird, so scheinen mir doch gerade die einfachsten und ohne eingreifendere Verletzungen anzustellenden Versuche zu beweisen, dass eine Zunahme des Blutdrucks eine Abnahme der Pulsfrequenz verursacht. So wirkt die Compression der Aorta [Chauveau und Marey¹⁾, Pokrowsky²⁾], die Injection von Flüssigkeit in das Gefässsystem [Bernstein³⁾], der Aufenthalt in comprimierter Luft (Lange, Sandahl, Panum, v. Vivienot, Bassanin) Puls vermindern, ebenso wohl auch die Bleiintoxication durch Contraction der Gefässe. Eine zweite Ursache für die Abnahme der Pulsfrequenz möchte in der unmittelbaren Wirkung des kälteren, von der Peripherie zurückkehrenden Blutes auf das Herz zu finden sein, ein Umstand, den auch Onimus und Virey⁴⁾ betonen, da bekanntlich die directe Abkühlung des Herzens seine Schläge verlangsamt, Erwärmung beschleunigt. Dies Moment dürfte auch die vermehrte Pulsfrequenz im Fieberfrost verständlich machen, da hier sonst der Analogie nach eine Verminderung zu erwarten wäre; man muss annehmen, dass die schon vor dem Frost und während desselben im Steigen begriffene Bluttemperatur durch directe Einwirkung auf die Herzsubstanz beschleunigend wirkt, wiewohl vielleicht auch noch andere Momente dabei mitwirken. Endlich kann die Verlangsamung

¹⁾ Meissner, Jahresber. 1864. S. 393.

²⁾ Archiv von Reichert und Dubois. 1866. S. 59 ff.

³⁾ Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1867. 1.

⁴⁾ Journ. de l'anat. et de phys. III. 1866. p. 148.

der Herzschläge auch noch reflectorisch hervorgerufen sein durch den Reiz der Kälte auf die sensiblen Hautnerven, ähnlich, wie dies bei Einwirkung anderer Hautreize nach den Versuchen von O. Naumann¹⁾, Mantegazza²⁾ und Lovén³⁾ der Fall ist. — Im entgegengesetzten Sinne wirkt Erwärmung der Haut: Die Gefäße werden erweitert, der Puls beschleunigt.

In welcher Weise nun das beschriebene Verhalten die Eigenwärme regulirt, wie bei Einwirkung von Kälte in Folge der Verkleinerung des Strombettes in der Haut und der Pulsverlangsamung bei sonst gleichbleibender Energie der Herzcontractionen in der Zeiteinheit kleinere Blutmengen an der abkühlenden Oberfläche vorbeiströmen, daher die Erkaltung des Blutes viel langsamer vorschreiten kann, wie daneben die Verkleinerung der Wärme strahlenden und leitenden Fläche und die Abnahme der Verdunstung ebenfalls der Abkühlung entgegenwirken und wie von Allem diesem das gerade Gegentheil eintritt bei Einwirkung von Wärme — das Alles ist so bekannt, dass es eines näheren Eingehens darauf nicht bedarf. Nur mit Rücksicht darauf, dass in neuerer Zeit immer jene vermeintliche Regulirung des Wärmehaushaltes durch Anpassung der Production an das jedesmalige Bedürfniss gar zu sehr in den Vordergrund gedrängt worden ist, will ich mir gestatten, anknüpfend an meine oben mitgetheilten Beobachtungen durch Zahlen zu zeigen, wie bei der allerdings weit überschätzten und, wie wir gesehen haben, in Wirklichkeit sehr unbedeutenden Regulation die Haut die Hauptrolle spielt, allenfalls noch durch die Veränderungen der Respiration einigermaassen unterstützt. Wenn man nach E. Bischoff das Gewicht der Haut beim Erwachsenen auf etwa 6,5 pCt. des ganzen Körpergewichts veranschlagt, so betrug zur Zeit jener Versuche, wo ich durchschnittlich 55,5 Kilogr. wog, das Gewicht meiner Haut etwa 3,6 Kilo, und da unter gewöhnlichen Verhältnissen, wobei die den Körper unmittelbar umgebende Luftschicht an bedeckten Stellen eine Temperatur von ungefähr 30° hat, die Haut selbst im Grossen und Ganzen in ihrer mittleren Schicht 35,5°—36° hat, so berechnet sich die in jedem Moment in der ganzen Haut vorhandene Wärmemenge mit Berücksichtigung

¹⁾ Archiv d. Heilk. 1863. V. u. Prager Vierteljahrschr. 1867. I.

²⁾ Schmidt's Jahrb. 1867. CXXXIII. S. 153.

³⁾ Sächs. akad. Sitzungsber. 1866. S. 85.

ihrer Wärmecapacität (0,83) auf 105—108 gr. Calorien. Dieser Bestand erhält sich constant, indem ihr beständig so viel Wärme zugeführt wird, als sie abgibt und als überhaupt producirt wird, nemlich durchschnittlich in der Minute 1,5 gr. Calorien. In einem Luftbade nun von 14° C., wie in Beobachtung I., stieg die Achselhöhlentemperatur binnen 20 Minuten um 0,45°, die Wärmemenge im Inneren nahm also in dieser Zeit, wenn man dieselbe Zunahme für den ganzen Körper mit Ausnahme der Haut, also für eine Masse von 52 Kilo mit einer Wärmecapacität von 0,83 gelten lässt, um 19,5 Calorien zu. Die Production betrug aber in derselben Zeit, vorausgesetzt, dass keine Aenderung eintrat, 30 Cal., so dass davon auf die Haut nur 10,5 Calorien kamen, ein im Vergleich zu ihrem ursprünglichen Bestande kaum in Betracht kommender Zuwachs. — Wenn man auch auf diese Zahlen kein grosses Gewicht legen kann, weil alle der Rechnung zu Grunde gelegten Werthe innerhalb weiter Grenzen schwanken können, so lassen sie doch wenigstens deutlich erkennen, dass bei eintretenden Temperaturschwankungen der Umgebung der jedesmalige Zustand der Haut, d. h. ihr gerade vorhandener Wärmevorrath für die Ausgleichung in erster Linie maassgebend ist, denn es ist klar, dass in der Kälte eine untere, mit dem normalen Befinden verträgliche Grenze um so später erreicht werden wird, je grösser unter sonst gleichen Bedingungen dieser Vorrath ist; nur die bei grösseren Temperatur - Abständen etwas grössere Erkaltungsgeschwindigkeit würde im entgegengesetzten Sinne, aber doch nur unbedeutend und ganz im Anfang wirken. Die Haut also trägt den überwiegend grössten Theil des Verlustes und indem sie zugleich die Abzugsquellen vermindert, kann der übrige Körper, der hauptsächlich producirende Theil, seine Abgabe an die Haut einschränken, selbst mehr einschränken, als zur Erhaltung seiner gewöhnlichen Temperatur nothwendig wäre, so dass ihm noch ein Ueberschuss verbleibt. Diese Uebercompensation ist dann ihrerseits ein neues Mittel für den Körper, den erkaltenden Einflüssen länger widerstehen zu können.

Umgekehrt wird eine abnorme Erwärmung um so länger ertragen werden können, je geringer der Wärmevorrath der Haut ist. Denn indem ihre Gefässe sich erweitern, der Puls beschleunigt wird, nimmt sie neben der Erwärmung von Aussen auch aus dem

Inneren mehr Wärme in sich auf, so lange als ihre Temperatur derjenigen im Inneren nachsteht. In Folge davon kann die innere Temperatur in einem abnorm warmen Medium eine kurze Zeit selbst sinken, oder wenigstens nicht steigen, woraus man keineswegs auf eine verminderte Wärmeproduction zu schliessen berechtigt ist, wie Liebermeister und noch entschiedener Kernig gethan haben. Denn die gesammte Wärmemenge des ganzen Körpers ist in der That grösser, aber sie vertheilt sich in anderer Weise, indem die Haut wieder zunächst den Ueberschuss auf sich nimmt. Die Haut bildet eine Art Reservoir für den übrigen Körper, welches eine gesteigerte Ausgabe an Wärme zunächst auf eigene Kosten deckt und bei verminderter den Ueberschuss in sich aufnimmt. Reicht diese Leistung nicht mehr aus, so wird der Einfluss der Erwärmung oder Erkaltung auch im Inneren sichtbar.

Was hier von der Haut gesagt ist, gilt auch für die Lungenoberfläche, nur in viel beschränkterem Maasse, da diese den unmittelbaren Einwirkungen wenigstens äusserer Temperaturschwankungen weniger ausgesetzt ist. Ich habe bei meinen obigen Versuchen auf die Respirationsfrequenz keine Rücksicht genommen, weil bei derartigen Selbstbeobachtungen das Resultat doch nicht zuverlässig ist. Uebrigens ist ja bekannt, dass sie im Allgemeinen der Pulsfrequenz parallel geht; sie wird also in der Kälte verlangsamt, in der Wärme beschleunigt und dem entsprechend die Abkühlung von der Lungenoberfläche vermindert oder vergrössert. Ihre Abhängigkeit von der Wärme des Körpers ist ausserdem noch neuerdings von Ackermann¹⁾ durch schlagende Versuche nachgewiesen worden.

Die hier entwickelten Gesichtspunkte behalten auch für das Fieber ihre volle Berechtigung. Nach der in letzter Zeit am meisten zur Geltung gekommenen Ansicht soll, wie ich schon oben angedeutet habe, das Wesen des Fiebers in einer Störung des angenommenen besonderen Wärmeregulations-Apparates beruhen, ohne welche weder vermehrte Wärmeproduction, noch verminderter Wärmeverlust (Traube) das Fieber erklären könnte. Da diese eigenthümliche Wärmeregulation nicht vorhanden ist, so kann auch von einer Störung derselben nicht die Rede sein; es kann sich höch-

¹⁾ l. c.

stens darum handeln, ob diejenigen regulirenden Kräfte, welche wir als die einzigen, dem Organismus zu Gebote stehenden kennen gelernt haben, nämlich die Veränderungen der Circulation und Perspiration sich im Fieber irgendwie gestört, insbesondere gelähmt zeigen. Im Fieber ist die Körpertemperatur erhöht, das ist eine Thatsache, die Niemand bestreiten wird, welche Ansicht er auch sonst von der Ursache dieser Temperatursteigerung haben mag, und zwar geht die Erwärmung von dem Inneren des Körpers aus und schreitet nach der Peripherie fort. Dem entsprechend und im geraden Verhältniss zur Steigerung der Temperatur wird die Puls- und Respirationsfrequenz beschleunigt, die Hautgefässe erweitern sich, der Puls wird voller, kurz es findet ganz genau dasselbe statt, wie wenn der gesunde Organismus von Innen her erwärmt wird, z. B. durch Einführung heissen Getränks, oder durch Einspritzung erwärmten Blutes in die Venen (Ackermann) oder durch starke Muskelauction. In Folge davon muss, ganz wie in der Norm, die Wärmeabgabe durch Strahlung, Leitung und Verdunstung steigen. Dieselben Gesetze also, welche das Gefäss- und Respirationssystem in der Norm beherrschen, gelten unverändert auch im Fieber, derselbe Mechanismus, welcher im fieberlosen Zustande bei Schwankungen der Aussentemperatur in Thätigkeit tritt, spielt unverändert auch in der Fieberhitze. Wenn also eine starke Abkühlung auf die Haut eines Fiebernden einwirkt, so contrahiren sich die Gefässe, Puls- und Respirationsfrequenz sinken und die Achselhöhlentemperatur steigt Anfangs, um dann erst bald schneller, bald langsamer, je nach der Dauer und dem Grade der Abkühlung zu fallen. Der Vorgang gestaltet sich nicht im Mindesten anders, wie in der Norm. Die Herabsetzung von Puls- und Respirationsfrequenz ist namentlich in neuerer Zeit oft genug und von verschiedenen Seiten constatirt worden, so dass es neuer Beläge hierfür nicht bedarf, dagegen mögen zum Beweis für das anfängliche Steigen der Achselhöhlentemperatur, das bisher wenig bekannt oder gewürdigt wurde, die beiden folgenden Beobachtungen hier Platz finden, welche ich während des deutsch-österreichischen Krieges im Jahre 1866 in dem hiesigen Pionierlazareth gemacht habe.

VIII. Pionier Nixdorf, 32 Jahre alt, am 26. Mai mit Frost erkrankt und aufgenommen. Typhus abdominalis mittleren Grades. 11. Juni Temp. Abends 8 Uhr 40,2°.

12. Juni früh 10 Uhr 45 Minuten T. 39,6°, P. 108, Resp. 36. Jetzt 8 Minuten lang Einwicklung in ein in Wasser von 18° C. getauchtes und ausgerungenes Laken.

10 Uhr 48 Min.	T. 39,8°		
- 50 -	T. 39,9°		
- 55 -	T. 39,8°		
11 - 15 -	T. 39,4°	P. 100	R. 28-30
12 - 45 -	T. 39,3°		
1 - — -	T. 39,6°	P. 100	
2 - — -	T. 39,7°	P. 100	
3 - — -	T. 40,4°	P. 112	
6 - — -	T. 40,8°	P. 120	Um 6 Uhr 5 Minuten 10 Minuten lang Einwicklung in ein in Wasser von 16° C. getauchtes Laken.
6 Uhr 8 Min.	T. 40,9°		
- 10 -	T. 40,8°	P. 120	R. 36-40
7 - — -	T. 40,3°	P. 108-112	R. 32
8 - — -	T. 40,5°	P. 112	R. 32

IX. Pionier Müller. Typhus abdominalis.

15. Juni (Mitte der zweiten Woche) früh 7 Uhr T. 39,2°, P. 108.

Nachmittags 5 Uhr T. 40,5°, P. 120, R. 38-40 sehr flach. Um 5 Uhr 30 Minuten Einwicklung in ein 16° C. kaltes Laken 10 Minuten lang.

5 Uhr 33 Min.	T. 40,6°		
- 38 -	T. 40,7°		
- 40 -	T. 40,6°	P. 120	R. 40 tief
- 45 -	T. 40,5°		
6 - — -	T. 40°	P. 120	
- 30 -	T. 39,9°		
8 - — -	T. 39,3°		
10 - — -	T. 39,6°		

Obgleich ich die Abkühlungsmethode noch öfter in Gebrauch zog, so hat es mir doch in anderen Fällen nicht gelingen wollen, das dem Sinken der Achselhöhlentemperatur vorangehende Steigen zu beobachten, weil es sehr schwierig ist, während der Einwicklung des Kranken das Thermometer unverrückt festzuhalten und seine Aufmerksamkeit nur diesem zuzuwenden. Vollends bei Anwendung von Bädern, wobei schon der Transport durch die Luft abkühlend wirkt, kann es leicht geschehen, dass die kurzdauernde Periode des Steigens übersehen wird. Indess hat doch auch in kühlen Bädern E. v. Wahl¹⁾ durch genaue Beobachtungen, die freilich von einem ganz anderen Standpunkt aus angestellt sind,

¹⁾ l. c. S. 321 ff.

das fast constante anfängliche Steigen beobachtet. Derselbe sah dagegen in warmen Bädern nicht sofort ein Steigen der Achselhöhlentemperatur, sondern erst nach einiger Zeit, ganz wie es oben (S. 370) auch für den Gesunden auseinandergesetzt wurde.

Wenn dies Verhalten ein Beweis ist, dass das Gefässsystem im Grossen seine Regulation auch im Fieber, sowie in der Norm ausübt, so kann man sich auch im Kleinen durch einen einfachen Versuch jeden Augenblick überzeugen, dass wenigstens in der Fieberhitze die Gefässnerven weder gelähmt, noch gereizt sind, denn ganz wie beim Fieberlosen tritt auf Hautreize (Senfteige u. dgl.) Erweiterung der Gefässe und Röthung, auf lokale Application von Kälte dagegen Contraction und Blässe der Haut ein.

Auch der Fieberfrost endlich spricht durchaus nicht für eine specifische Störung der normalen Wärmeregulation, wie dies Manche, z. B. Wachsmuth¹⁾ annehmen. Abgesehen davon, dass er gar nicht nothwendig zu dem Symptomencomplex des Fiebers gehört, weil ja bekanntlich genug fieberhafte Krankheiten in ihrem ganzen Verlauf keinen eigentlichen Frost zeigen, abgesehen davon steht sein Auftreten in gar keinem nothwendigen Zusammenhang mit der eigentlichen Wärmeregulirung. Der Frost ist bekanntlich ein Reflexphänomen, das durch Einwirkung sehr verschiedener Reize auf sensible Nerven hervorgerufen wird, am häufigsten allerdings durch starke Abkühlung derselben, aber nicht selten auch durch plötzliche Erwärmung einer grösseren Zahl derselben. Schon Bergmann²⁾ hat die Wahrnehmung gemacht, die ich aus eigener wiederholter Erfahrung vollkommen bestätigen kann, dass beim schnellen Einsteigen in ein heisses Bad eine Gänsehaut und selbst Aneinanderschlagen der Kiefer auftritt, also ein Frost, wenn man es so nennen kann, unter Umständen, wobei eine Wärmezurückhaltung ganz unnöthig und zweckwidrig ist. Bekannt ist ferner das Auftreten von Frost durch Reizung der Urethra³⁾, des äusseren Gehörganges, der

¹⁾ Archiv d. Heilk. VI. S. 193.

²⁾ Müller's Archiv 1845. IV.

³⁾ Von dem sogenannten Urethralfieber sind zwei Formen zu unterscheiden; bei der einen entsteht durch den Reiz des Katheterisirens nur ein Schüttelfrost ohne weitere Folgen, bei der anderen bildet sich ein schweres, septisches Fieber aus. Bei dieser letzteren Form aber sind stets Verletzungen, Harninfiltrationen etc. vorhanden.

Gallengänge, Harnleiter und durch psychische Affecte, wo doch von einer Wärmeregulation schlechterdings keine Rede sein kann. Wenn also im Fieber ein Frost eintritt jedes Mal, wenn die Differenz zwischen der Temperatur im Innern und der Peripherie eine gewisse Höhe erreicht (Traube), so beweist dies nur, dass die Reflexthätigkeit von den centripetalen Nerven durch die Ganglien bis zu den motorischen Endapparaten ungestört ist. Der Effect für den Wärmehaushalt ist, so zu sagen, eine zufällige Nebenwirkung.

Ein Punkt aber ist es vor Allem, auf welchen stets ein besonders grosses Gewicht gelegt wird, um die im Fieber stattfindende Störung des die Wärme regulirenden Apparats zu beweisen, nemlich das Fehlen der Schweisssecretion. Die trockene Haut auf der Höhe des Fiebers, der hervorbrechende Schweiss beim Nachlass desselben sollen zum Beweis dienen, dass dort die normale Regulation gehemmt sei. Es ist dies eine aus einseitiger Anschauung gewisser fieberhafter Krankheiten, wie namentlich des Wechselfieber-Paroxysmus, den man sich gewöhnt hat, als Prototyp des Fiebers überhaupt anzusehen, hervorgegangene Anschauung, die mit verschiedenen physiologischen und pathologischen Thatsachen in Widerspruch steht. Zunächst gehört die Trockenheit der Haut gar nicht nothwendig zum Symptomencomplex des Fiebers, denn es giebt nicht wenige fieberhafte Krankheiten, bei denen während der ganzen Dauer und auf der Höhe des Fiebers die Haut mit Schweiss, selbst so profusem Schweiss, wie es in der Norm kaum vorkommt, bedeckt ist. Der acute Gelenkrheumatismus, die Trichinose, das epidemische Frieselfieber (englischer Schweiss) sind solche Krankheiten, bei denen reichliche Schweissbildung neben hohen und höchsten Temperaturen die Regel ist; im Tetanus kommen bekanntlich die höchsten, hyperpyretischen Temperaturen zur Beobachtung und doch ist Nichts gewöhnlicher, als einen Tetanischen in Schweiss gebadet zu sehen; viele Fälle von Puerperalfieber, von Cerebrospinalmeningitis, acuter Miliartuberculose, selbst von Pneumonie und Typhus zeigen während der vollen Ausbildung des Fiebers eine schweissbedeckte Haut. Wenn dagegen in anderen, und gerade bei uns häufigeren Krankheiten die Schweissabsonderung stockt oder erst mit Nachlass des Fiebers sich einstellt, so beweist dies eben, dass nicht von dem fieberhaften Prozess an sich, sondern nur von der besonderen Natur der mit Fieber einhergehenden Krankheit

oder von individuellen Verhältnissen es abhängt, ob Schweiss eintritt oder nicht. Die Trockenheit der Haut ist ein Symptom, das nicht dem Fieber, sondern der dem Fieber zu Grunde liegenden Krankheit angehört, ebenso wie das Auftreten kritischer Schweisse und anderer Krisen von den Eigenthümlichkeiten der jedesmaligen Krankheit und nicht von dem fieberhaften Prozess bedingt wird.

Aber selbst wenn der Schweiss mit dem Fieber an sich in irgend einer Beziehung stände, so würde daraus für die Verhältnisse der Wärmeregulation Nichts folgen, weil der Schweiss, d. h. das tropfbar flüssige Secret der Schweissdrüsen für die Regulirung der Eigenwärme von gar keiner oder nur ganz untergeordneter Bedeutung ist. Nichts spricht schlagender hierfür, als die einfache Thatsache, dass von allen Warmblütern, die ja ihre Temperatur constant erhalten, nur der kleinste Theil überhaupt Schweissdrüsen besitzt. Der ganzen grossen Klasse der Vögel fehlen sie, von den Säugethieren, wenigstens den bei uns einheimischen, haben sie, ausser dem Menschen, auch nur einige Gattungen, wie das Pferd und Rind, während sie bei den übrigen gar nicht oder nur ganz verkümmert und vereinzelt (z. B. beim Hund an der Fusssohle) vorkommen. Nimmt man dazu, dass Schweiss unter Bedingungen eintreten kann, die mit dem Wärmehaushalt gar Nichts gemein haben z. B. bei gewissen psychischen Affecten, so wird man zugeben, dass die hauptsächlichste Bestimmung dieses Secrets wohl eine andere sein muss, als zur Wärmeregulation und namentlich, wie man gewöhnlich annimmt, zur Abkühlung bei erhöhter Körpertemperatur zu dienen; höchstens könnte bei sehr starkem Schwitzen die geringe Wärmemenge in Betracht kommen, welche durch Heraus-schaffung von einigen Hundert Grammes blutwarmer Flüssigkeit dem Körper entzogen wird. Denn die Verdunstung dieser Flüssigkeitsmenge, die, wenn schnell vor sich gehend, allerdings eine erhebliche Abkühlung bewirken könnte, kommt unter gewöhnlichen Umständen, wo wir uns in den Kleidern, Betten u. dgl. befinden, die das Secret schnell aufnehmen und auf eine grössere Masse vertheilen, nicht zur Geltung, ja, wir schützen im Gegentheil die schwitzende Haut vor schneller Verdunstung, weil diese erfahrungsgemäss schädliche Folgen nach sich zieht.

Wir sehen den Schweiss allerdings am häufigsten auftreten bei

warmer, turgescirender Haut, weil mit Zunahme des Drucks und der Menge des Blutes in den die Schweissdrüsen umspinnenden Gefässen die günstigsten Bedingungen für die Absonderung gegeben sind, aber diese allein genügen doch nicht, weil, wie die Erfahrung, namentlich in Krankheiten zeigt, bald trotz derselben der Schweiss fehlt, bald ohne sie auftritt¹⁾; man muss also annehmen, dass es zur Anregung der Secretion noch eines besonderen Reizes für die secernirenden Elemente bedarf und es liegt die Vermuthung nahe, dass dieser Reiz durch irgend einen im Blut circulirenden Körper ausgeübt wird, welcher als Product eines bestimmten, specifischen Stoffwechsels bald in grösserer, bald in geringerer Menge vorhanden ist. Mancherlei Thatsachen sprechen dafür, dass gerade die Muskelthätigkeit zur Schweissbereitung in naher Beziehung steht, dass also die chemischen Vorgänge im arbeitenden Muskel jene vermutheten Schweiss erzeugenden Stoffe zu Tage fördern. Es wäre denkbar, dass in manchen Krankheiten derartige Körper reichlicher gebildet werden, in anderen wieder gar nicht und dass darauf das verschiedene Verhalten der Schweissabsonderung beruhe. — Doch wie dem auch sein mag, soviel steht fest, dass das Auftreten oder Fehlen des Schweisses mit der fieberhaften Temperaturerhöhung in keinem unmittelbaren Zusammenhang steht. Denn dass der Temperaturabfall in der Krise nicht die Folge des kritischen Schweisses ist, wird heutzutage, nachdem man weiss, dass die Temperatur lange vor dem Eintreten aller anderen kritischen Erscheinungen zu sinken anfängt, Niemand mehr behaupten.

II. Ueber die Grenzen der normalen Wärmeproduction.

Entsprechend den bisherigen Annahmen über die Tragweite und Bedeutung des dem Körper zu Gebote stehenden Regulationsvermögens sind auch die Vorstellungen über seine Productionsfähigkeit sehr übertrieben worden. Hiernach soll es dem Organismus ein Leichtes sein, plötzlich das Zehnfache der unter gewöhnlichen Verhältnissen gebildeten Wärmemenge und noch mehr zu entwickeln, und wenn dem entsprechend seine Temperatur nicht zunimmt, so wird das eben der grossen Wirksamkeit des Regulationsmechanismus, der wenigstens in der Norm ebenso leicht solche

¹⁾ Vgl. Ludwig's Physiologie. 1861. II. S. 371.

colossale Ueberschüsse wegschaffe, zugeschrieben. Wenn man aber, wie dies in der vorangegangenen Darstellung geschehen, die Geringfügigkeit der wirklich vorhandenen regulirenden Leistungen des Körpers in Betracht zieht, so entbehrt es schon von vornherein aller Wahrscheinlichkeit, dass ein und derselbe Organismus mit einem Male seine Wärmeproduction so erheblich steigern könnte, da ja in der That seine Eigenwärme wenigstens im gesunden Zustande sich innerhalb sehr enger Grenzen constant erhält. Jene Vorstellungen entbehren aber auch aller thatsächlichen Grundlagen, denn es lässt sich aus den vorliegenden Untersuchungen über den Stoffwechsel, von welchem die Wärmebildung gar nicht zu trennen ist, und namentlich über die möglichste Steigerung desselben unter verschiedenen Verhältnissen nachweisen, dass dem Stoffumsatz im Ganzen, also auch der Wärmebildung, sehr enge Grenzen gezogen sind.

Es giebt nur zwei Bedingungen, unter denen wir im gesunden Organismus eine merkliche Steigerung des Stoffwechsels, also auch der Wärmebildung, auftreten sehen, nämlich: eine vermehrte Nahrungszufuhr und gesteigerte Muskelthätigkeit. Andere Umstände, denen man einen Einfluss auf die Wärmebildung hat zuschreiben wollen, lassen sich entweder auf die beiden genannten Momente zurückführen, oder sind so unbedeutend, dass ihre Wirkung kaum zur Wahrnehmung gelangt und gegenüber jenen verschwindet, wie z. B. die Steigerung der Nerventhätigkeit, oder endlich, sie sind gar nicht vorhanden, wie eben der vermeintliche Einfluss von Wärmeentziehung. — Betrachten wir zuerst den Einfluss der gesteigerten Nahrungszufuhr, so werden wir ohne jeden Zweifel die höchst mögliche durch sie bedingte Steigerung des Umsatzes finden, wenn wir das geringste Maass desselben, mit dem der Organismus seine physiologischen Functionen überhaupt noch fortführen kann, d. h. den Stoffumsatz am ersten oder zweiten Hungertage vergleichen mit demjenigen Stoffumsatz, welcher stattfindet, wenn derselbe Organismus die grösstmögliche Nahrungsmenge, die er überhaupt noch zu bewältigen vermag, in sich aufnimmt und verarbeitet. Solche Untersuchungen am Menschen sind erst in neuerer Zeit und sparsam, aber mit aller derjenigen Sorgfalt ausgeführt worden, die sie zur Benutzung für unseren Zweck besonders brauchbar erscheinen lassen. Es sind dies J. Ranke's¹⁾

¹⁾ Archiv von Reichert und Dubois. 1862. S. 311.

Untersuchungen über die Kohlenstoff- und Stickstoff-Ausscheidung des ruhenden Menschen, in welchem alle Einnahmen und Ausgaben, von letzteren namentlich auch die gasförmigen mit Hülfe des grossen Münchener Respirationsapparates genau bestimmt wurden. Die hier folgende Zusammenstellung zeigt die von Ranke an drei verschiedenen Hungertagen umgesetzten Körperbestandtheile, wie sie aus den genau bestimmten Ausgaben abgeleitet sind; ich habe daraus mit Benutzung der Frankland'schen Verbrennungszahlen, und zwar für Albumin 4,263 Cal., für Fett 9 Cal., die an jedem Hungertage producirte Wärmemenge berechnet und bemerke, dass auch die Berechnung aus dem verbrannten Kohlenstoff und Wasserstoff nur um ein ganz Geringes höhere Werthe liefert.

I.		II.		III.	
Umgesetzt	Calorien	Umgesetzt	Calorien	Umgesetzt	Calorien
Albumin 50,7	216,1	Albumin 65,7	280,0	Albumin 54,5	232,3
Fett 198,1	1782,9	Fett 188,9	1700,0	Fett 196,0	1764,0
Zusammen 1999,0		Zusammen 1980,0		Zusammen 1996,3	

Die Abweichungen in den einzelnen Versuchen sind, wie man sieht, sehr gering. Diesen Hungertagen gegenüber stellen wir zwei andere Tage, an welchen die grösstmögliche Menge von Nahrung bis zum vollkommensten Ueberdruss genommen wurde und zwar das eine Mal nur Fleisch, das andere Mal (V.) gemischte Kost. In solchen Fällen wird natürlich nicht die gesammte Nahrung oder ein Aequivalent derselben zersetzt, sondern ein Theil bleibt im Körper als Ansatz zurück; dieser ist aber auch für die Wärmeproduction ohne Belang. In dem Fall mit reiner Fleischnahrung wird das noch fehlende Fett vom Körper hergegeben, wie aus den Ausgaben hervorgeht.

IV.		V ¹⁾ .	
Umgesetzt	Calorien	Umgesetzt	Calorien
Albumin 279,4	1191,0	Albumin 135,3	576,8
Fett 145,1	1305,9	Fett 237,5	2137,5
Zusammen 2496,9		Zusammen 2714,3	

Vergleichen wir aus diesen fünf Werthen den niedrigsten (II.) mit dem höchsten (V.), so erhalten wir eine Steigerung der Wärmebildung im Verhältniss von 100:137 und dies Verhältniss dürfte

¹⁾ Dieser Versuch ist von Ranke nicht specificirt; ich habe aus den Daten über die Ausgaben (l. c. S. 365) den Umsatz berechnet.

in der That das Maximum der von einem und demselben Menschen durch Nahrungsaufnahme zu erzielenden Verbrennungssteigerung ausdrücken. Es ist fast unnöthig zu bemerken, dass hierdurch nicht die Möglichkeit in Abrede gestellt werden soll, bei einem Individuum durch längere Zeit in immer steigender Menge zugeführte Nahrung, wie durch Mästung schliesslich einen Umsatz hervorzu-
bringen, der den früheren um ein Vielfaches übertrifft, die tägliche Erfahrung an Menschen und die zahlreichen von Bischoff und Voit ausgeführten Fütterungsversuche an Thieren bieten hierfür Beläge genug, allein der Organismus des Individuums zu Anfang und der zu Ende einer solchen Fütterungsperiode sind ganz verschieden von einander, es sind zwei in ihrer Zusammensetzung ganz verschiedene Leiber, deren Umsatz so wenig mit einander verglichen werden kann, wie etwa der Umsatz eines Kindes mit dem eines englischen Preisboxers. Streng genommen trifft dieser Einwand auch die von uns eben angestellte Vergleichung, da ja schon durch jede Nahrungsaufnahme die Zusammensetzung der Körperbestandtheile geändert wird, indess waren bei Ranke während der ganzen Versuchszeit die Ernährungsverhältnisse, abgesehen von dem Versuchstag selbst, die gewöhnlichen, sich ziemlich gleichbleibenden, wie auch schon ungefähr aus der Constanz des Körpergewichts, das nur zwischen 70 und 73,5 Kilo schwankte, hervorgeht. Ein ganz genaues, durchaus beweisendes Resultat würde sich nur erhalten lassen, wenn man einen Hund, wie in meinem obigen Versuch VII., nachdem er mit einer bestimmten Nahrung eine Zeit lang in vollkommenes Gleichgewicht gebracht worden ist, einen oder zwei Tage hungern liesse, hierauf wieder in der früheren Weise fütterte und wenn das Gleichgewicht wieder hergestellt und das frühere Körpergewicht erreicht ist, ihn nun so viel fressen liesse, als er überhaupt zu bewältigen vermöchte. Eine Vergleichung des im letzten Fall stattgefundenen Umsatzes mit dem während der Hungerzeit würde absolut genau zeigen, um wie viel ein und derselbe Organismus durch Nahrungszufuhr seinen Umsatz und demgemäss seine Wärmeproduction zu steigern vermag. Solche Versuche sind meines Wissens bisher nicht angestellt worden, doch glaube ich aus vielfachen anderweitigen Fütterungsversuchen, die ich an Hunden angestellt habe, sowie aus einem genauen Studium der Voit'schen Stoffwechsel-Untersuchungen schliessen zu dürfen,

dass, wie am Menschen, so auch an Thieren der Stoffwechsel im Ganzen nur innerhalb sehr enger Grenzen sich steigern lässt, abgesehen natürlich von den eben besprochenen Verhältnissen der Mästung, des Wachstums u. dgl. m. Eine einseitige Steigerung eines bestimmten Umsatzmaterials, wie z. B. stickstoffhaltiger Substanz, zieht eine entsprechende Verminderung anderer Stoffe, wie stickstoffloser, nach sich und umgekehrt, so dass die Summe aller freigemachten Kräfte stets nur unbedeutend schwankt. Hier liegt eine Regulation, eine Hemmung des Organismus vor, deren tieferes Wesen sich aber vorläufig jeder Forschung entzieht.

Von weit grösserer Wirksamkeit für die Wärmeverhältnisse des Körpers, als die Nahrungszufuhr ist, wie bekannt, die Muskelthätigkeit, so dass man, nicht ohne Berechtigung, selbst versucht hat, den grössten Theil der vom Körper fortwährend producirten Wärmemenge auf Muskelauction zurückzuführen. Um nun die Steigerung der Wärmeproduction kennen zu lernen, welche bei der grösstmöglichen Leistung durch Muskelarbeit sich erzielen lässt, bieten sich zwei Wege, einmal die directe Vergleichung der von dem Organismus in der Ruhe, also bei möglichster Vermeidung willkürlicher Muskelauction mit der von demselben bei äusserster Kraftanstrengung producirten freien Wärme, die durch ein Calorimeter gemessen wird. Dieser Weg ist bisher nur von Hirn¹⁾ in Versuchen an Menschen angestellt worden. Wenngleich die von ihm erhaltenen Resultate nicht frei von Fehlern sind, die zum Theil in der Untersuchungsmethode ihren Grund haben, so lassen sie sich doch unter einander wohl vergleichen und zwar zeigen sie, dass durch einstündige Muskelanstrengung, bei welcher nahezu das Maximum der menschlichen Arbeit ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ einer Pferdekraft, also circa 35,000 Kilogr.—Metr.) geleistet wurde, die freie Wärme um 40 bis höchstens 90 Procent zunahm; nur ausnahmsweise und zwar sonderbarer Weise in Fällen, wo die geleistete Arbeit weniger betrug, erhebt sich die producirt Wärme auf das Doppelte der in der Ruhe gebildeten, ja die grösste Steigerung, wenn man die niedrigste Production eines Individuums in der Ruhe mit seiner höchsten in der Arbeit vergleicht, ist die von 143,9 auf 333,8 und in einem anderen Fall von 155 auf 351, also Verhältnisse wie 100 zu 232

¹⁾ Ludwig, Physiologie. 1861. II. S. 741 ff.

und zu 226. Es geht hieraus, Alles in Allem genommen, hervor, dass die Wärmeproduction durch Muskelarbeit bis auf das Doppelte der normalen Production oder wenig darüber gesteigert werden kann.

Ein anderer und sicherer Weg ist die Vergleichung der Zunahme, welche die Stoffwechselproducte durch die Arbeit erleiden und zwar bietet die Ausscheidung der Kohlensäure ein zuverlässiges Maass hierfür, da sie ein constantes Product der Muskelthätigkeit ist und in geradem Verhältniss zur geleisteten Arbeit und zur freigemachten Wärme steht. Dass die Vergleichung der ausgeschiedenen Harnstoffmengen für unseren Zweck nicht zu verwerthen ist, folgt aus der jetzt wohl hinlänglich sicher gestellten Thatsache, dass seine Vermehrung in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Muskelaction steht; die Wasserausscheidung bietet deswegen keinen Anhalt, weil nicht alles austretende Wasser neugebildet ist, sondern zum Theil schon fertig in den Organismus eingeführt wird, und endlich würde auch eine Vergleichung der aufgenommenen Sauerstoffmengen ein falsches Bild geben, weil wir jetzt namentlich durch die Untersuchungen von Pettenkofer und Voit wissen, dass nicht aller Sauerstoff sofort zur Oxydation dient, sondern eine längere Aufspeicherung desselben im Körper stattfinden kann. Die Untersuchungen der zuverlässigsten Beobachter haben nun ergeben, dass die Zunahme der Kohlensäure eine sehr geringe ist, dass sie, ganz in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der directen Wärmemessung selten das Doppelte der in der Ruhe abgegebenen Kohlensäure erreicht und noch viel seltener, in ganz vereinzeltten Ausnahmefällen dieses um eine Kleinigkeit übersteigt. Indem ich die Angaben der älteren Beobachter, wie Séguin, Scharling, H. Hoffmann und Vierordt, die meist nur den Einfluss sehr mässiger Körperbewegung untersuchten, übergehe, stelle ich im Folgenden die Zahlen zusammen, welche Speck¹⁾, sowie Pettenkofer und Voit²⁾ für die Ausscheidung erwachsener Männer im Ruhezustand und bei angestrenzter, ermüdender Arbeit fanden.

In Speck's Versuchen stellte sich das Verhältniss während der Ruhe und während der Arbeit in den Morgenstunden im Mittel wie 302 zu 355, Nachmittags wie 363 zu 893, im Maximum dort

¹⁾ Schmidt's Jahrb. 1865. CXXV. S. 6 ff.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie. 1866. II.

wie 390 zu 424, hier wie 402 zu 946. In einer anderen Versuchsreihe waren die bedeutendsten Steigerungen von 0,546 auf 1,327 und von 0,7 auf 1,578. Also selbst in den extremsten Fällen wird nur das Doppelte der Produktion in der Ruhe eben überschritten, so aber, dass niemals das 2½fache erreicht wird.

In den zahlreichen Untersuchungen von Pettenkofer und Voit, welche alle das hier Ausgesprochene auf's Vollkommenste bestätigen, war die geringste am Tage während zwölf Stunden von einem ruhenden und hungernden Manne ausgeschiedene Kohlensäure-Menge 379, wogegen in derselben Zeit unter denselben Umständen, aber nach neunstündiger schwerer Arbeit, 930, d. h. um 145 Procent mehr geliefert wurden. Dies ist das höchste zur Beobachtung gekommene Maass, welches in allen anderen Versuchen bei Weitem nicht erreicht wurde. Im auffallendsten Widerspruche mit diesen durch die exactesten Controlversuche sichergestellten Ergebnissen, aber auch im Widerspruch mit allen seit der Entdeckung des respiratorischen Gaswechsels gemachten Angaben über die Grössen der ausgeschiedenen Kohlensäure-Mengen stehen die von E. Smith¹⁾ veröffentlichten Untersuchungen, in denen bei angestrenzter Arbeit selbst das Zehnfache der im Schlafe abgegebenen Kohlensäure gefunden wurde. Die von ihm angegebene Menge, nemlich 190 Grms. CO² für eine einzige Stunde, ist eine so colossale, alle unsere Begriffe von der Leistungsfähigkeit menschlicher Lungen übersteigende, dass zweifelsohne ein Fehler in der Beobachtung vorliegen muss, wie denn auch Pettenkofer und Voit²⁾ sie als unglaublich zurückweisen. Eine so rapide Zunahme von Kohlensäure im Blut lässt sich nicht einmal durch das stärkste Tetanisiren eines Thieres erzwingen, wie dies zur Evidenz aus Sczelkow's³⁾ Untersuchungen hervorgeht. In diesen betrug die Zunahme der Kohlensäure im Venenblut einer bis zur gänzlichen Erschöpfung tetanisirten Extremität gegenüber dem Gehalt des arteriellen des ruhenden Muskels im Mittel 140 pCt., im Maximum 180 pCt. und in diesen Fällen der grössten Steigerung durch sehr lange anhaltendes Tetanisiren traten Erstickungserscheinungen ein, das Blut wurde schwarz etc. Ein Seitenstück zu diesen Versuchen ist der von Ley-

¹⁾ Schmidt's Jahrb. 1859 u. 1860. CVII. S. 282.

²⁾ l. c. S. 545 u. 550.

³⁾ Henle und Pfeuffer's Zeitschr. XVII. S. 140.

den ¹⁾ angestellte, in welchem es diesem gelang, die Mastdarm-Temperatur eines Hundes durch stärkste Tetanisirung des Rückenmarks bis um 5,2° C. zu erhöhen; es trat enorme Dyspnoe ein, in welcher der Hund starb. Dass derartiges beim Tetanus des Menschen nicht beobachtet wird, wie Leyden hinzufügt, ist ganz natürlich, denn der heftigste Tetanus eines Menschen ist an Intensität nicht mit demjenigen durch Tetanisirung des Rückenmarks zu vergleichen und entwickelt sich niemals so rapide, dass plötzlich in kürzester Zeit so bedeutende Mengen von Kohlensäure sich anhäufen können, um eine akute Dyspnoe zu entwickeln. Eine allmähliche Zunahme der Kohlensäure aber ruft bekanntlich nicht das Bild der stürmischen Dyspnoe im engeren Sinne, sondern das der langsamen Intoxication hervor, welchem Tetanische auch in der That erliegen. Selbstverständlich wird aber bei der angestrengtesten willkürlichen Muskularbeit auch nicht annähernd ein dem Tetanus vergleichbarer Umsatz hervorgebracht. — Bei den hier für die Steigerung der Kohlensäure angeführten Zahlen fällt überdies die Schätzung der mit ihr verbundenen Wärmeentwicklung noch etwas zu hoch aus, da die Kohlensäure ein Maass für die Verhältnisse aller freigemachten Kräfte gibt, in welchen aber auch die geleistete mechanische Arbeit mit einbegriffen ist, so dass deren thermisches Aequivalent noch abgezogen werden müsste, um eine richtige Vorstellung von der Zunahme der freien Wärme zu erhalten. Hiernach scheint mir die äusserste Grenze der Wärme-Produktion, wie ich dies schon in einer vorläufigen Mittheilung über diesen Gegenstand ²⁾ angegeben habe, mit dem 2½ fachen eher zu hoch, als zu niedrig gegriffen zu sein.

N a c h t r a g.

In dem soeben erschienenen Werke: „Aus der medicinischen Klinik zu Basel. Beobachtungen und Versuche über die Anwendung des kalten Wassers etc. von Liebermeister und Hagenbach“ finden sich werthvolle Bestätigungen einiger von mir oben angeführten Thatsachen, so des Sinkens der Achselhöhlen- (und Mastdarm-)Temperatur während einer peripherischen Wärmeentziehung

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XXVII. S. 552.

²⁾ Centralbl. f. die med. Wissensch. 1868. No. 45.

nach dem anfänglichen kurz dauernden Steigen bei Gesunden und des gleichen Verhaltens bei Fiebernden. Dieses letztere Verhalten, auf welches v. Wahl aufmerksam gemacht und welches auch Liebermeister nunmehr anerkennt, nöthigt ihn, die Regulations-theorie des Fiebers wenigstens in ihrer bisherigen Form aufzugeben. Im Uebrigen hält er immer noch den Gedanken fest, dass alle von einem Menschen im kalten Bade an das Wasser abgegebene Wärme, wenn man von der in den ersten Paar Minuten stattfindenden Abkühlung absieht, während des Bades producirt sei und von diesem Standpunkt aus vertieft er sich in eine Reihe von Untersuchungen, auf welche einzugehen ich keine Veranlassung habe, da ich durch dieselben an der von mir gegebenen Darlegung Nichts zu ändern finde.

Berlin, im November 1868.

III. Ueber den Stoffwechsel im Fieber.

Da das Wesen des Fiebers nicht in der Störung eines besonderen Regulationsmechanismus für den Wärmehaushalt begründet ist, so steht die Frage nach der Ursache der fieberhaften Temperatursteigerung noch so, wie sie seit Anfang dieses Decenniums gestanden hat, nachdem Traube¹⁾ sich gegen die bis dahin allgemein gültige Ansicht einer gesteigerten Wärmeproduction ausgesprochen hatte. Vielen, ja den meisten Pathologen scheint diese Frage allerdings erledigt zu sein und zwar im Sinne eben dieser älteren Ansicht, indess bei schärferer Beleuchtung schrumpfen die vielen zu Gunsten derselben vorgebrachten Beweismittel so zusammen, dass nur ein einziges stichhaltiges Argument übrig bleibt, dem aber auch nur eine Wahrscheinlichkeitsrechnung mit mehr oder weniger schwankenden Zahlen zu Grunde liegt. Es ist dies die von Liebermeister und Immermann²⁾ aufgestellte Berechnung, durch welche nachgewiesen wird, dass im Körper von intermittens-Kranken während des Froststadiums viel mehr Wärme angehäuft wird, als Gesunde in derselben Zeit durchschnittlich produciren. So stieg, um gleich den am meisten beweisenden Fall herauszugreifen, bei einem Kranken von 57,5 Kilogr. Körpergewicht

¹⁾ Zur Fieberlehre. Med. Centralzeitung 1863. No. 52.

²⁾ Deutsche Klinik 1865, 1 und Prager Vierteljahrsschr. 1865. Bd. 85.

die Temperatur im Mastdarm während 30 Minuten des Fieberfrostes um $2,31^{\circ}\text{C.}$, was, die Wärmecapacität des Körpers zu 0,83 angenommen, einer Wärmeanhäufung von 110,2 Gr. Calorien gleichkommt, vorausgesetzt, dass alle Theile des Körpers gerade um eben so viel wärmer geworden sind, wie das Rectum. Da nun ein gesunder Mensch von dem angegebenen Körpergewicht in derselben Zeit nur ungefähr 45 Calorien producirt, so kann jene Wärmeanhäufung nicht oder nicht bloss von einer verminderten Wärmeabgabe herrühren, sondern es muss eine gesteigerte Wärmeproduction stattgefunden haben. Es ist aber mehr als fraglich, ob alle Körpertheile dieselbe Temperatursteigerung erfahren haben, ob namentlich die Körperperipherie, die Haut, welche bekanntlich im Frost sich sehr bedeutend um $6\text{---}8^{\circ}$ und mehr noch abkühlt und erst gegen Ende desselben wärmer wird, nach Ablauf jener 30 Minuten sich schon wieder um $2,3^{\circ}$ über ihre Anfangstemperatur erhoben hatte. Es kann ferner die Grösse der Normalproduction (1,5 Calorien in der Minute) zufällig bei dem betreffenden Individuum zu klein angenommen oder die Wärmecapacität zu hoch geschätzt sein, wodurch die Berechnung der angehäuften Wärmemenge zu gross ausgefallen wäre. Immerhin aber bleibt dieselbe so gross, dass man zugeben muss, es sei durch jene Beobachtungen wenigstens für das Froststadium des Wechselfiebers eine gesteigerte Wärmeproduction bewiesen, oder doch sehr wahrscheinlich gemacht, nur muss man nicht glauben, dass die ganze Erwärmung der inneren Körpertheile einzig und allein durch die gesteigerte Production bedingt sei, denn ein Theil der aufgehäuften Wärme rührt unzweifelhaft von der im Frost verminderten Wärmeabgabe her.

Alles, was man sonst bisher für die Ansicht von der im Fieber gesteigerten Wärmeproduction und gegen die Annahme einer verminderten Wärmeabgabe vorgebracht hat, ist nicht beweisend. Die im Fieber vermehrte Harnstoffausscheidung bedeutet, wie schon Traube hervorgehoben hat, nur eine gesteigerte Verbrennung von Eiweiss, welches ja namentlich im Vergleich zum Fett, von welchem ausserdem der Regel nach viel grössere Mengen umgesetzt werden, nur einen geringen Wärmezuwachs liefern kann. Auch wäre noch nachzuweisen, ob nicht, wie in der Norm, entsprechend dem gesteigerten Stickstoffumsatz eine Verringerung des Fettver-

brauchs eintrete (s. S. 380), so dass trotz jener Steigerung die Wärmeproduction auf der normalen Höhe bliebe. — Was aber die immer und überall so sehr betonte Steigerung der Consumption im Fieber betrifft, so hat sich bisher noch Niemand die Mühe genommen, dieselbe exact zu prüfen und nachzuweisen, dass im Fieber eine stärkere Gewichtsabnahme stattfindet, als in der Norm unter ganz gleichen Ernährungsverhältnissen und bei Individuen von derselben Leibesbeschaffenheit, wie sie der Fiebernde vor der Erkrankung hatte. Allerdings sind in neuester Zeit Wägungen Fieberkranker vorgenommen worden, welche die Steigerung der Consumption beweisen sollen, nämlich von Wachsmuth¹⁾, der unter möglichster Ausschluss solcher Fälle, in denen massenhafte Ausscheidungen durch Diarrhoen, Blutungen etc. stattfanden, den täglichen Gewichtsverlust Fiebernder, die keine oder nur sehr wenig Nahrung zu sich nahmen, zusammenstellte und ihn sehr bedeutend fand. Vergleicht man aber, was Wachsmuth unterlassen hat, die von ihm gefundenen Zahlen für die durchschnittliche Gewichtsabnahme eines Fiebernden mit den vorliegenden Angaben über den Gewichtsverlust gesunder, hungernder Individuen, so ergibt sich fast gar kein Unterschied, ja man könnte versucht sein, aus einzelnen Fällen dem Fieber eine geringere Consumption zuzuschreiben. In Wachsmuth's Beobachtungen zeigte die stärkste Gewichtsabnahme ein Pneumoniker, welcher vom zweiten bis fünften Tage der Krankheit verlor beziehentlich: 6,9 p. M., 22,5 p. M., 18,8 p. M., 15,2 p. M., also durchschnittlich 16,2 p. M., alle anderen Kranken hatten eine weit niedrigere Durchschnittsziffer. Ein gesunder, nicht arbeitender Mensch verliert dagegen am ersten und zweiten Hungertage nach drei Beobachtungen von Ranke²⁾ durchschnittlich 17,4 p. M. nach drei anderen hier zu verwerthenden Beobachtungen von Pettenkofer und Voit³⁾ im Mittel 12,7 p. M. in 24 Stunden. Sonach hätte von Wachsmuth's Kranken nur jener eine Pneumoniker die Höhe der Consumption erreicht oder vielleicht um ein Geringes überschritten, welche ohne Fieber schon allein der Hungerzustand hervorbringt

¹⁾ Archiv d. Heilk. 1865. VI. S. 197.

²⁾ l. c. S. 335 ff.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie. 1868. II. 4. Beob. 1, 2 und 4.

und dabei ist dort noch der Gewichtsverlust durch die Expectoration mit einbegriffen.

So weit also die vorliegenden, sehr spärlichen Angaben über die fieberhafte Consumption reichen, wäre man ebenso, ja selbst mehr noch berechtigt, sie gegen die Annahme einer gesteigerten Wärmeproduction, als für dieselbe zu verwerthen, wenn dergleichen Beobachtungen an Menschen überhaupt exacte Schlüsse erlaubten. Auch hier wieder ist, wie ich schon wiederholt hervorgehoben habe, die erste Bedingung, dass die Körper der zu vergleichenden Individuen vor dem Beginn der Hungerperiode resp. des Fiebers die gleiche Constitution haben, damit nicht schon die Verschiedenheit der vorangegangenen Ernährungsweisen verschieden auf die Zersetzung des Körpermaterials einwirke. Begreiflicher Weise könnte die Erfüllung dieser Bedingung beim Menschen höchstens ein Mal durch einen besonders glücklichen Zufall herbeigeführt werden, sonst aber könnte nur durch eine überwältigende Zahl von Beobachtungen, die alle in Einem Sinne ausfielen, die Frage überzeugend entschieden werden.

Endlich ist in der allerjüngsten Zeit durch E. v. Wahl¹⁾ der Versuch gemacht worden, auf calorimetrischem Wege nach der oben erörterten Methode von Liebermeister zu beweisen, dass in der Fieberhitze die Wärmeproduction grösser sei, als in der Norm.²⁾ Es ist im ersten Abschnitt ausführlich nachgewiesen worden, dass das Prinzip dieser Methode falsch ist, da die angenommene Constanz der Körperwärme im kalten Bade nicht vorhanden ist. Wenn aber bei gesunden Individuen die Methode wenigstens noch einen Schein von Berechtigung haben konnte, sofern die Bäder die Periode des Steigens der Achselhöhlen-Temperatur nicht überdauerten, so fällt bei den Versuchen v. Wahl's auch dieser Schein fort, da die Temperatur der Fiebernden noch im Bade selbst nach der anfänglichen kurzdauernden Steigerung (s. oben) im fortwährenden Sinken begriffen war und selbst bis unter die ursprüngliche Höhe

¹⁾ l. c.

²⁾ Inzwischen sind auch von Liebermeister in dem eben erschienenen Buch (s. oben Nachtrag) solche calorimetrische Beobachtungen veröffentlicht. Da diese Arbeit bei dem Erscheinen desselben bereits abgeschlossen war, so habe ich nur noch den letzten Abschnitt mit Berücksichtigung derselben umarbeiten können.

kam; und gerade aus den letzten Zeiträumen wird die vermeintliche Production berechnet. — Aus allen solchen Versuchen in kalten und kühlen Bädern kann Nichts weiter, als die Grösse der Wärmeabgabe berechnet werden und hieraus im Vergleich zur Abgabe Gesunder unter gleichen Verhältnissen ist ein Schluss auf eine etwaige Steigerung der Wärmeabgabe im Fieber erlaubt. In dieser Beziehung wird sich später die Gelegenheit finden, die calorimetrischen Versuche nach Gebühr zu berücksichtigen; hier sei nur noch auf eine Quelle von Irrthümern aufmerksam gemacht, die daraus entspringt, dass man zum Vergleich Fiebernder und Gesunder Bäder von genau ein und derselben Temperatur wählt, während ein Vergleich nur zulässig ist, wenn die Temperatur des Badewassers in beiden Fällen in demselben geometrischen Verhältniss zur Körpertemperatur steht. Wenn also ein Gesunder mit einer Temperatur der Achselhöhle von 37° und der Haut von $35-36^{\circ}$ in einem Bade von 25° eine gewisse Quantität Wärme abgibt, so kann diese nicht mit der von einem Fiebernden an ebenso kaltes Wasser abgegebenen Menge verglichen werden, sondern es bedarf dazu eines entsprechend wärmeren Wassers, also z. B. bei einer Temperatur der Achselhöhle von 40° und der Haut von $38-39^{\circ}$ eines Badewassers von $27-28^{\circ}$. Bei dem viel grösseren Leitungsvermögen des Wassers im Verhältniss zur Luft ist dies ein durchaus nicht gering zu schätzender Unterschied.

Zur Entscheidung der schwebenden Fragen ist auch hier wieder die einzige, sichere und directe Resultate versprechende Methode diejenige, welche von der Untersuchung des Stoffwechsels ausgeht. Da hierbei von Untersuchungen an Menschen aus dem angeführten Grunde nicht wohl die Rede sein konnte, so habe ich solche an Hunden angestellt in der Art, dass das Verhalten derselben im Fieber mit demjenigen im Hunger unter übrigens genau denselben Verhältnissen verglichen wurde. Jeder Hund wurde, nachdem er eingebracht war und zwei bis drei Tage Nichts zu fressen bekommen hatte, so lange mit einer bestimmten, ihrer Zusammensetzung nach bekannten Nahrung (ausgesuchtem magerem Pferdefleisch und Schweineschmalz) Ein Mal täglich, Mittags zwischen 12—1 Uhr, gefüttert, bis er mit dieser Nahrung sich vollständig in's Gleichgewicht gesetzt hatte, also von einem Tage zum anderen nur noch ganz unerhebliche Gewichtsschwankungen zeigte und dabei in Harn

und Koth sämmtlichen mit der Nahrung eingeführten Stickstoff auschied. Wenn dieser Ernährungszustand mindestens fünf Tage lang sich constant erhalten hatte, musste das Thier zwei Tage lang hungern, wobei es höchstens etwas Wasser zu saufen bekam ¹⁾, und wurde nach Ablauf dieser Zeit wieder in derselben Weise gefüttert, bis der Gleichgewichtszustand von Neuem erreicht war und mehrere Tage lang anhielt ²⁾. Jetzt wurde ihm durch subcutane Einspritzung von möglichst frischem Abscess-Eiter Fieber gemacht, das sich gewöhnlich schon nach einer halben Stunde in der Temperatursteigerung kundgab, und es in dieser Fieberzeit genau ebenso, wie in der vorausgegangenen Hungerperiode gehalten. In beiden Perioden wurden die Veränderungen des Körpergewichts, das Verhalten des Harns und besonders der Harnstoffausscheidungen genau beobachtet und mit einander verglichen. Etwaige Abweichungen in der Fieberperiode von den in der Hungerzeit beobachteten konnten unter diesen Umständen einzig und allein durch den fieberhaften Prozess bedingt sein.

Eine besondere Sorgfalt wurde auf das Auffangen des Harns verwandt. Wer der neuesten Literatur über Stoffwechsel-Untersuchungen gefolgt ist, weiss, wie berechtigt die von Voit wiederholt ausgesprochene Mahnung zur Vorsicht in dieser Beziehung ist und wie selbst die scheinbar besten Vorkehrungen zum Aufsammeln des Harns vor Verlusten und Irrthümern nicht schützen. Meine Hunde befanden sich bei den hier mitzutheilenden Versuchen in dem schon bei anderer Gelegenheit ³⁾ beschriebenen Käfig mit untergesetzter Glasschaale, jedoch liessen sie den Harn nicht in diese, sondern entleerten ihn, wie auch den Koth, nur, wenn sie aus dem Käfig geführt wurden, was täglich Ein Mal, unmittelbar vor dem Wägen, bei den Fiebernden öfter geschah. Diese letzteren jedoch wurden zuweilen, wenn sie sehr schwer erkrankt waren, wie in den unten folgenden Versuchen XI. und XII., ihrer Gewohnheit untreu,

¹⁾ Gesunde Hunde nahmen am ersten Hungertage gewöhnlich gar kein Wasser, am zweiten nur sehr wenig zu sich. Auch sonst nahmen es die Hunde nur, wenn es mit dem Futter gemischt wurde.

²⁾ Es ist mir nie gelungen, hierbei die Hunde wieder ganz bis auf ihr ursprüngliches Körpergewicht, das sie vor dem Hunger constant behalten hatten, zu bringen.

³⁾ Dieses Archiv Bd. XLII. S. 14.

indem sie auch innerhalb des Käfigs Harn liessen, der alsdann aus dem Sammelgefäss abgegossen wurde, wobei der Rest mit einigen Tropfen Wasser (für die 24stündige Menge höchstens 10 Ccm.) nachgespült wurde. Hierbei mögen wohl ganz kleine Verluste an Harn und namentlich Harnstoff vorgekommen sein, während bis dahin auch nicht Ein Tropfen Harn verloren wurde. Doch würde ein Verlust im Fieber das Resultat der Versuche im Sinne der ihnen von mir gegebenen Deutung noch günstiger erscheinen lassen.

Die Versuche selbst liessen sich bis zur Fieberperiode ohne grosse Schwierigkeit fortführen, hier aber scheiterten viele, indem die Thiere entweder nicht lange genug, nämlich mindestens einen ganzen Tag des Vergleichs halber, fieberten, oder indem sie schon am ersten Tage sehr schwer mit Erbrechen, Diarrhoe, Blutharnen erkrankten, wodurch natürlich der ganze Versuch vereitelt war. Die Schuld hiervon mag theils an der Beschaffenheit des zur Einspritzung verwandten Eiters, theils an der angewandten Menge gelegen haben. In Folge dieser Zwischenfälle ist es mir im Verlauf von neun Monaten nicht möglich gewesen, mehr als drei Versuche mit vier Fiebertagen vollständig durchzuführen, die ich hier von dem Tage des jedesmal erreichten Gleichgewichtszustandes an mittheile. Das Körpergewicht ist das nach Abzug der auf den Tag treffenden Kothmenge corrigirte.

X. Hündin, erhält täglich 300 Grm. Fleisch und 10 Grm. Schmalz. Nach Entleerung von Harn und Koth ist:

10. März Gewicht: 4325 Grm.

11. - Harn 165 Ccm., sp.G. 1057 sauer, Harnstoff 20,01 Grm. Körpergew. 4315 Grm.

12. - - 155 - - 1059 sauer, - 21,49 - - 4315 -

13. - - 185 - - 1055 sauer, - 21,23 - - 4315 -

14. - - 160 - - 1056 sauer, - 20,58 - - 4325 -

15. - - 195 - - 1048 sauer, - 20,39 - - 4320 -

16. - - 171 - - 1051 sauer, - 19,88 - - 4325 -

17. - - 189 - - 1053 sauer, - 21,61 - - 4330 -

29 Grm. Koth mit 11,6 Trockengewicht. Kein Futter. Erster Hungertag.

18. - - 63 - - 1022 sauer, - 2,54 - - 4205 -

Temp. im Rectum 38,7°. Kein Futter. Zweiter Hungertag.

19. - - 37 - - 1030 sauer, - 2,24 - - 4105 -

Temp. im Rectum 38,8°. Erhält wieder 300 Grm. Fleisch und 10 Grm. Schmalz täglich.

25. - Nachdem Harn und Koth entleert sind. Körpergewicht 4270 Grm.

26. März	Harn	185 Ccm.,	sp.G. 1046	sauer,	Harnstoff	19,5 Grm.	Körpergew.	4290 Grm.
27. - -	213 - -	1050	sauer,	-	22,14 - -	-	4275 -	
28. - -	157 - -	1060	sauer,	-	19,21 - -	-	4285 -	
29. - -	180 - -	1054	sauer,	-	21,79 - -	-	4280 -	
30. - -	165 - -	1054	sauer,	-	20,16 - -	-	4285 -	

32 Grm. Koth mit 14,5 Trockengewicht. Gleich nach dem Wägen werden 4,5 Ccm. mit Wasser verdünnten Eiters eingespritzt. Erster Fiebertag.
Temp. Abends 7 Uhr 40°.

31. - -	85 - -	1046	sauer,	-	8,13 - -	-	4095 -	
Temp. Vormittags 40,1°, Abends 39,9°. Zweiter Fiebertag.								
1. April	42 - -	1045	sauer,	-	4,9 - -	-	3975 -	
Temp. Vormittags 39°, Abends 38,9°.								

In den folgenden Tagen bekam der Hund Diarrhoe und an den Einspritzungsstellen entwickelten sich Abscesse, in Folge wovon er sich nur langsam erholte.

XI. Dieselbe Hündin war in der Zwischenzeit, sobald sich die Fresslust wieder eingestellt hatte, ganz in der früheren Weise mit 300 Grm. Fleisch und 10 Grm. Schmalz ernährt worden. Ein neuer Hungerversuch wurde nicht gemacht, sondern nach sechstägigem Gleichgewichtszustand Fieber erzeugt. Am 9. Juli nach Harn- und Kothentleerung: Körpergewicht 4310 Grm.

10. Juli	Harn	170 Ccm.,	sp.G. 1053	sauer,	Harnstoff	21,71 Grm.	Körpergew.	4315 Grm.
11. - -	166 - -	1052	sauer,	-	21,31 - -	-	4320 -	
12. - -	207 - -	1046	sauer,	-	22,08 - -	-	4320 -	
13. - -	180 - -	1050	sauer,	-	20,61 - -	-	4315 -	
14. - -	185 - -	1048	sauer,	-	20,96 - -	-	4320 -	

33 Grm. Koth mit 13,9 Trockengewicht. Temp. 38,3°. Um 12½ Uhr werden 6 Ccm. mit Wasser verdünnten Eiters eingespritzt. Erster Fiebertag.
Temp. 2 Uhr 38,6°, Abends 7 Uhr 40,5°.

15. - -	79 - -	1047	sauer,	-	7,02 - -	-	4245 -	
Temp. früh 40,3°. Zweiter Fiebertag.								
16. -	Während der Nacht Diarrhoe, aus dem Maul läuft blutige Flüssigkeit, um 10 Uhr Vormittags Tod unter Krämpfen.							

XII. Hündin erhält täglich 300 Grm. Fleisch, 25 Grm. Schmalz, 1 Grm. Kochsalz und 100 Ccm. Wasser. Am 10. September nach Harn- und Kothentleerung beträgt das Körpergewicht 7115 Grm.

11. Sept.	Harn	307 Ccm.,	sp.G. 1033	sauer,	Harnstoff	20,69 Grm.	Körpergew.	7100 Grm.
12. - -	278 - -	1037	sauer,	-	20,74 - -	-	7115 -	
13. - -	266 - -	1040	sauer,	-	22,48 - -	-	7110 -	
14. - -	260 - -	1039	sauer,	-	22,18 - -	-	7095 -	
15. - -	297 - -	1037	sauer,	-	21,18 - -	-	7100 -	
16. - -	271 - -	1037	sauer,	-	20,89 - -	-	7115 -	
17. - -	298 - -	1035	sauer,	-	21,01 - -	-	7100 -	

Koth 41,2 Grm. mit 17,8 Trockengewicht. Erster Hungertag.

18. Sept. Harn 61 Ccm., sp.G. 1037 sauer, Harnstoff 4,00 Grm. Körpergew. 6935 Grm.
Temp. im Rectum 38,8°. Säuft 50 Ccm. Wasser. Zweiter Hungertag.

19. - - 75 - - 1040 sauer, - 5,09 - - 6780 -
Temp. 38,8°.

Wird hierauf wieder, wie vorher, gefüttert. Am 5. October Körpergew. 7005 Grm.

6. Oct. Harn 226 Ccm., sp.G. 1043 sauer, Harnstoff 20,81 Grm. - 7020 -
7. - - 244 - - 1042 sauer, - 21,23 - - 7015 -
8. - - 238 - - 1045 sauer, - 21,71 - - 7000 -
9. - - 249 - - 1042 sauer, - 21,51 - - 7015 -
10. - - 240 - - 1042 sauer, - 20,21 - - 7000 -

Koth 36 Grm. mit 17,2 Trockengewicht. Um 12¼ Uhr werden 7 Ccm. verdünnten Eiters eingespritzt. Temp. um 2 Uhr 39,3°, um 7 Uhr 40,6°.

Erster Fiebertag.

11. - - 90 - - 1045 sauer, - 10,5 - - 6750 -
Temp. Vormittags 40,5°. Säuft 50 Ccm. Wasser. Stirbt in der Nacht zum 12ten.

Wir haben in den vorstehenden Versuchen drei erste Fiebertage und einen zweiten, die uns das Material zur Vergleichung mit den entsprechenden Hungertagen desselben Thieres bieten.

In Versuch X betrug am ersten Hungertage der Gewichtsverlust 125 Grm. oder 28,9 pro Mille; die 24stündige Harnstoffmenge belief sich auf 2,54 Grm., so dass auf die anderweitigen Ausgaben, also der Hauptsache nach auf Kohlensäure und Wasser, neben denen die sonstigen Ausfuhrproducte verschwinden, 122,5 Grm. kommen. Der ausgeschiedene Harnstoff ist das Product der Umsetzung von 7,5 Grm. Eiweiss, aus welchem bekanntlich daneben noch Kohlensäure und Wasser im Betrage von zusammen 16,6 Grm. entstehen. Nach Abzug dieser bleiben somit an Kohlensäure und Wasser zusammen 105,9 Grm., die nicht von verbranntem Eiweiss abstammen, sondern aus anderen Quellen, hauptsächlich wohl umgesetztem Fett, ihre Entstehung verdanken.

An dem entsprechenden Fiebertage dagegen (30. — 31. März) betrug die Gewichtsabnahme 190 oder 44,3 p. M., also mehr wie beim blossen Hungern, und zwar ist die Consumption gesteigert im Verhältniss von 153:100. An Harnstoff wurden ausgeschieden 8,13 Grm., ebenfalls mehr und zwar im Verhältniss von 320:100. Die dem entsprechend umgesetzte Eiweissmenge (zu 15,8 pCt. N) liefert noch, wenn keine qualitativen Aenderungen im Stoffwechsel stattfinden, an Kohlensäure und Wasser 52,9 Grm., so dass der Eiweissumsatz an Ausfuhrproducten überhaupt geliefert hat 61 Grm., demnach aus anderweitigen Quellen stammen 129 Grm.

Betrachten wir im Anschluss hierzu gleich den ersten Fiebertag im nächstfolgenden Versuch bei demselben Thier (14.—15. Juli), so ergibt sich hier eine Gewichtsabnahme von 175 oder 40,5 p. M. im Vergleich zum Hunger eine Steigerung wie **140:100**. — Der ausgeschiedene Harnstoff, 7,02, ist vermehrt im Verhältniss von **277:100**. Die entsprechende Eiweissmenge liefert noch an $\text{C}\Theta^2$ und $\text{H}^2\Theta$ 45,7, so dass aus anderweitigen Quellen herkommen **122,3 Grm.**

Der zweite Hund verlor am ersten Hungertage 165 oder 23,2 p. M. Er gab an Harnstoff aus 4 Grm., an $\text{C}\Theta^2$ und $\text{H}^2\Theta$, die von Eiweiss abstammen, 26,1 Grm., so dass von anderweitigen Quellen herrühren **134,9**. An dem entsprechenden Fiebertage verlor er 250 oder 35,7 p. M., eine Steigerung der Consumption wie **154:100**. — Der Harnstoff betrug 10,5, ist also vermehrt im Verhältniss von **262:100**. Die vom Eiweiss gelieferte $\text{C}\Theta^2$ und $\text{H}^2\Theta$ berechnet sich auf zusammen 79,8, so dass einen anderweitigen Ursprung haben **159,7**.

Den zweiten Fiebertag überlebte nur der Hund in dem ersten Versuch. An dem entsprechenden Hungertage (18.—19. März) nahm er im Ganzen ab um 100, also 23,8 p. M. Harnstoff schied er aus 2,24 und an $\text{C}\Theta^2$ und $\text{H}^2\Theta$ aus derselben Quelle 14,7, wonach aus anderweitigen Quellen geliefert wurden **83,1**.

Der zweite Fiebertag zeigte eine Abnahme des Gewichts um 120 oder 29,3 p. M. Das Verhältniss der Steigerung ist **123:100**. Der ausgeschiedene Harnstoff (4,9) ist gesteigert im Verhältniss von **219:100**. Auf $\text{C}\Theta^2$ und $\text{H}^2\Theta$ von verbranntem Eiweiss kommen 32,1, also auf anderweitige Quellen **83,0**.

Auf den ersten Blick scheinen die Versuche nur Bekanntes zu bestätigen; die Vermehrung des Harnstoffs im Fieber ist eine längst bewiesene Thatsache und die Steigerung der Consumption im Ganzen wird allgemein angenommen, wenngleich sie bisher nicht bewiesen war. Allein bei näherer Betrachtung fällt als erstes und wichtiges Ergebniss auf die Incongruenz der beiderseitigen Steigerung. Die Steigerung der Harnstoffausscheidung, d. h. des Eiweissumsatzes und diejenige der Consumption im Ganzen finden nicht gleichmässig Statt, sondern jene ist stets bei Weitem grösser als diese. Die folgende tabellarische Zusammenstellung lässt dieses Verhältniss deutlich erkennen.

Auf 1 Kilo Hund kommen in 24 Stunden Grm.						
Versuch	Harnstoff			Consumption		
	im Hunger	im Fieber	Verhältniss	im Hunger	im Fieber	Verhältniss
X. 1. Tag	0,59	1,89	100 : 320	28,9	44,3	100 : 153
XI. 1. Tag	"	1,62	100 : 273	"	40,5	100 : 140
XII. 1. Tag	0,56	1,5	100 : 260	23,2	35,7	100 : 154
X. 2. Tag	0,53	1,2	100 : 226	23,8	29,3	100 : 123

Man sieht, dass der Stickstoffumsatz, namentlich an den ersten Fiebertagen, um mehr als das $2\frac{1}{2}$ - bis 3fache gesteigert ist, während die Consumption höchstens um die Hälfte zugenommen hat. An dem zweiten Fiebertage, wo die Temperatur bereits wieder der Norm sich näherte, ist das Verhältniss weniger scharf, doch noch unverkennbar ausgeprägt.

Hieraus folgt schon mit Nothwendigkeit, dass nicht alles Körpermateriale gleichmässig an der Zersetzung im Fieber Theil nimmt, sondern dass, wenn überhaupt verschiedene Gewebsbestandtheile eine gesteigerte Verbrennung erfahren, die des Eiweisses alle anderen weitaus überwiegt.

Die oben ausgeführte Berechnung der Ausgaben aber und deren Vertheilung auf stickstoffhaltige und stickstofflose Körperbestandtheile beweist, dass die Verbrennung dieser letzteren gar nicht oder nur in verschwindend kleiner Menge über das Maass der normalen Umsetzung (im Hunger) hinausgeht. Denn die Mengen der stickstofflosen Ausfuhrproducte, welche nicht vom Eiweiss abstammen, übersteigen im Fieber die entsprechenden Mengen in der Norm (dem Hunger) so wenig, dass, abgesehen von den unvermeidlichen Fehlerquellen der Versuche selbst, im günstigsten Fall eine äusserst unbedeutende Zunahme in der Verbrennung stickstoffloser Substanz sich herausrechnen liesse. Am zweiten Fiebertage ist gar keine Differenz, dass die Zahlen hier gerade so genau übereinstimmen, ist wohl nur Zufall. An den drei ersten Fiebertagen ist ein Mal die Differenz ebenfalls so gering, dass sie ganz unbedenklich innerhalb der Fehlergrenzen der Beobachtung und Rechnung fällt, dagegen in dem ersten und dritten Versuch ist im Fieber die nicht von Eiweiss herrührende Gesamtmenge von CO^2 und H^2O um 23,1 Grm. und resp. 24,8 Grm. grösser, als beim blossen Hunger, obgleich die Hunde zu Anfang der Fieberperiode noch etwas leichter, als zu Anfang der entsprechenden Hungerzeit waren. Nehmen wir selbst an, dass die ganze Differenz durch einen im Fieber gesteigerten

Fettumsatz bedingt sei, so würden in jenen Fällen 5,5 — 6,5 Grm. Fett mehr verbrannt sein, da 1 Grm. Fett beinahe 4 Grm. an CO_2 und H_2O liefert. Die Zunahme beliefe sich auf ein Sechstel der im fieberfreien Zustande verbrannten Fettmenge und stände in gar keinem Vergleich zur Steigerung des Eiweissumsatzes. Die Annahme, dass die Differenz von gesteigerter Fettverbrennung herrühre, ist aber mehr als unwahrscheinlich, während Alles dafür spricht, dass sie nur durch eine im Fieber vermehrte Wasserabgabe bedingt sei. Denn erstens muss in Folge der gesteigerten Temperatur die Verdunstung unter sonst gleichen Bedingungen stärker sein, wiewohl bei den Thieren mit ihrer behaarten Haut die Verdunstung nicht die grosse Rolle spielt, wie beim Menschen. Zweitens dürfte eine vermehrte Harnstoffausfuhr auch die Transsudation von Harnwasser befördern. Die Harnmenge war in der That im Fieber stets grösser als in der fieberfreien Zeit, ein Theil der Differenz kommt also ganz unzweifelhaft auf die gesteigerte Wasserausfuhr, man müsste denn annehmen wollen, dass die Menge des verdunsteten Wassers entsprechend abgenommen habe, woran natürlich nicht zu denken ist. Sonach bleibt von einer Steigerung des Fettumsatzes im Fieber Nichts oder fast Nichts übrig.

Wollte man statt Fett, wie hier überall geschehen, Kohlenhydrate, etwa Zucker, mehr verbrennen lassen, so würde sich die Annahme einer Steigerung noch ungünstiger stellen, da 1 Grm. Zucker an CO_2 und H_2O zusammen mehr als 7 Grm. liefert.

Durch jene Versuche dürfte hiernach schon der überzeugende Beweis geliefert sein, 1) dass im Fieber, wenigstens in dem durch Eitereinspritzung erzeugten, nur eine theilweise Steigerung des Stoffwechsels stattfindet, indem nur der Stickstoffumsatz abnorm vermehrt ist, während die stickstofflosen Substanzen keiner grösseren Verbrennung, als im fieberlosen Zustand der Inanition anheimfallen und 2) dass die geringe Zunahme der Consumption im Fieber vollständig durch die etwas vermehrte Ausfuhr der Verbrennungsproducte des Eiweisses und die vermehrte Wasserabgabe gedeckt wird ¹⁾.

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit berichtige ich eine Ungenauigkeit, welche sich in meine vorläufige Mittheilung (Med. Centralbl. 1868. No. 45) eingeschlichen hat, indem in Satz 5 derselben bei der Erklärung der Consumption nur von

Da in diesen Versuchen die Ausgaben an Kohlensäure und Wasser nicht direct bestimmt werden konnten, sondern durch Rechnung gefunden wurden und eben deshalb auch nur die Summe beider zu erkennen war, während die Vertheilung auf jeden der beiden Posten unbekannt blieb, so habe ich gleich von Anfang an zur Ergänzung noch Respirationsversuche angestellt, in denen die sogenannten insensiblen Ausgaben direct bestimmt wurden. Hierzu konnte ich nicht, wie wohl wünschenswerth gewesen wäre, jene zu den obigen Stoffwechseluntersuchungen benutzten Thiere verwenden, weil mir ein grosser Respirationsapparat hier nicht zu Gebote stand; vielmehr musste ich mich mit kleinen Kaninchen und Kätzchen, für welche mein Respirationsapparat ausreichte, begnügen und konnte die Untersuchung auch nur auf wenige Stunden des Tages ausdehnen. Der Apparat bestand aus einer grossen Luftpumpenglocke von 950 Cubikzoll Inhalt, welche auf einer matten Glastafel ruhte und durch diese, wenn die Ränder gut mit Fett verschmiert wurden, vollständig luftdicht geschlossen wurde. Die Glastafel hat innerhalb der Peripherie der Glocke auf einer Seite eine und auf der gegenüberliegenden Seite zwei kreisrunde Oeffnungen, in deren jedes durchbohrte Kautschukstopfen luftdicht eingefügt sind; durch die letzteren geht je eine gebogene Glasröhre in das Innere der Glocke. Von diesen drei Röhren dient die eine als Zuleitungsrohr, die beiden anderen ihr gegenüber befindlichen als Ableitungsrohren. Die zugeleitete Luft wurde durch Kali und Schwefelsäure von Kohlensäure und Wasser befreit, die Glockenluft mit den Exspirationsproducten strich durch Chlorcalcium, Kalilauge und Kalistückchen. Die Luft wurde durch zwei mit Wasser gefüllte Gasometer aspirirt, von denen je einer mit dem System eines Abzugsrohres in Verbindung stand. Zwei Abzugsröhrensysteme mussten deshalb gebraucht werden, weil die durch einen einzigen Aspirator besorgte Ventilation sich ungenügend erwies.

Die Versuche wurden nun in der Weise ausgeführt, dass das Thier eine bestimmte Zeit und zwar immer von 11½—2 Uhr Mittags in der Glocke verweilte, zuerst ein Mal oder öfter bei völliger Gesundheit, dann Tags darauf, während es fieberte. Das Fieber wurde

der Harnstoffausscheidung die Rede ist, ohne der dazugehörigen anderen Endproducte des Eiweissumsatzes, sowie der gesteigerten Verdunstung zu gedenken.

meist durch Einspritzung von einigen Tropfen Natronlauge unter die Haut erzeugt, da nach Eitereinspritzungen Kaninchen und ganz kleine Katzen selten den folgenden Tag erlebten oder aber bei ganz geringen Mengen des injicirten Eiters von Fieber Nichts erkennen liessen. Um allen Anforderungen zu genügen, hätten die Versuchsthiere nach den nun schon wiederholt ausgesprochenen Grundsätzen so ernährt werden müssen, dass die Zusammensetzung ihres Leibes wenigstens bis zum Beginn des Fiebers immer die gleiche blieb, indess war daran bei diesen kleinen Thieren nicht zu denken, namentlich verweilen bekanntlich bei Kaninchen Futterreste so lange im Darm, dass man niemals bestimmen kann, wann eine Fütterungsperiode abgelaufen ist. Ausserdem aber frassen sie gewöhnlich, nachdem die Einspritzung gemacht war, nur noch wenig oder gar nicht mehr, während, wenn ich sie vor dem Respirationsversuch ohne Fieber hatte lange hungern lassen, sie so wenig widerstandsfähig wurden, dass sie trotz wieder gereicherter Nahrung ebenfalls meistens starben. An Exactheit lassen also diese Versuche, wie ich mir selbst nicht verhehle, Manches zu wünschen übrig, doch dürften sie, da das Resultat bei allen in gleichem Sinn ausfiel und als Ergänzung zu jenen ersten Versuchen, nicht ganz ohne Werth sein.

Um eine weitere Controle zu haben, wurden die Thiere unmittelbar vor Anfang und nach Beendigung jedes Versuchs gewogen; nur wenn sie, was zuweilen vorkam, innerhalb des Apparates Koth liessen (der Harn wurde vorher ausgedrückt), unterblieb die zweite Wägung, in diesen Fällen war natürlich auch die Wasserbestimmung ohne Werth und ist in den betreffenden Fällen nicht angeführt. Aus einer sehr grossen Anzahl von Versuchen betrachte ich nur die hier folgenden als gelungene.

XIII. 14. Mai. Weisses Kaninchen von 574,9 Grm. Körpergewicht. Temp. 39,3°. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,543 Grm. Kohlensäure 1,433 Grm. Gewicht am Ende des Versuchs 572,8, also Abnahme 2,1 Grm.

15. Mai. Gestern $\frac{1}{2}$ Ccm. Eiter eingespritzt. Temp. jetzt 40,3°. Gewicht 562,7 Grm. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,536 Grm. Kohlensäure 0,9335 Grm. Endgewicht 561,1, also Abnahme 1,6 Grm.

XIV. 2. Juni. Kaninchen wiegt 967,7 Grm. Temp. 39,3°. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,532 Grm. Kohlensäure 1,503 Grm. Endgewicht 965,7, Abnahme 2,0 Grm.

3. Juni. Gestern $\frac{1}{2}$ Ccm. Eiter eingespritzt. Temp. 40,2°. Gewicht 916,9.

Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,508 Grm. Kohlensäure 1,134 Grm. Endgewicht 915,1, Abnahme 1,8 Grm.

XV. 24. Juni. Kätzchen 592,7 Grm. Temp. $38,9^{\circ}$. Sehr unruhig. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser nicht bestimmt, weil Koth gelassen. Kohlensäure 1,544 Grm. — Caust. Natron eingespritzt.

25. Juni. Gewicht 583,2 Grm. Temp. $39,4^{\circ}$. Dauer des Versuches $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 1,3625 Grm. Kohlensäure 1,1084 Grm. Endgewicht 579,3. Abnahme 2,9 Grm.

XVI. 28. Juni. Kaninchen wiegt 571,2 Grm. Temp. $39,6^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser nicht bestimmt, weil Koth gelassen. Kohlensäure 1,2575 Grm. Natron eingespritzt.

29. Juni. Gewicht 529,2 Grm. Temp. $40,1^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser nicht bestimmt, weil Koth und Urin gelassen. Kohlensäure 1,0475 Grm.

XVII. 3. Juli. Kaninchen wiegt 1010 Grm. Temp. $39,1^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,675 Grm. Kohlensäure 1,4745 Grm. Endgewicht 1008. Abnahme 2,0 Grm.

4. Juli. Gestern Natron eingespritzt. Gewicht 973,5 Grm. Temp. $39,8^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,577 Grm. Kohlensäure 1,2845 Grm. Endgewicht 971,6. Abnahme 1,9 Grm.

XVIII. 10. Juli. Kaninchen wiegt 854,2 Grm. Temp. $39,4^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 1,105 Grm. Kohlensäure 1,2195 Grm. Endgewicht 851,5. Abnahme 2,7 Grm.

11. Juli. Gestern Natron eingespritzt. Gewicht 808,5 Grm. Temp. $39,9^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,995 Grm. Kohlensäure 0,9645 Grm. Endgewicht 806,3. Abnahme 2,2 Grm.

XIX. 22. Juli. Kätzchen wiegt 519,8 Grm. Temp. $37,9^{\circ}$. Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,885 Grm. Kohlensäure 1,0505 Grm. Endgewicht 517,2. Abnahme 2,7 Grm.

23. Juli. Gestern Natron eingespritzt. Gewicht 503,6 Grm. Temp. 39° . Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden. Wasser 0,8411 Grm. Kohlensäure 0,9911. Endgewicht 501,5. Abnahme 2,1 Grm.

In allen Fällen waren während des Fiebers die Consumption, sowie die exhalirten Kohlensäure- und Wassermengen geringer als vorher. Wenn dies Resultat scheinbar in Widerspruch steht mit dem früher gefundenen, wonach alle drei Factoren wenigstens in Etwas gesteigert sein müssten, so ist zu bedenken, dass in den eben aufgeführten Versuchen die fiebernden Thiere sich stets mehr oder weniger im Zustand der Inanition befanden, während sie bis zur ersten Periode des Versuchs ihr Futter wie gewöhnlich zu sich genommen hatten. Eben deshalb war auch das Körpergewicht zu Anfang des Respirationsversuchs im Fieber niedriger, als zu Anfang

desselben Versuchs in der Norm. Dazu kommt, dass die Wasser-Ausscheidung durch den Harn, die, wie wir in den früheren Versuchen gesehen haben, im Fieber vermehrt war, hier wegfiel, oder wenigstens während der Versuchsdauer nicht zur Beobachtung kam, wodurch also der Gewichtsverlust im Ganzen etwas kleiner ausfallen musste.

Jedenfalls geht auch aus diesen Versuchen hervor, dass der Stoffwechsel im Ganzen im Fieber nicht erheblich gesteigert ist, denn wenn die Steigerung nur die Hälfte oder ein Viertel des Normalen oder selbst noch weniger betragen hätte, so würde die Gewichtsabnahme wenigstens in einigen Fällen doch gestiegen sein, oder zum Mindesten diejenige in der Norm erreicht haben. Es folgt zugleich wieder daraus, dass keine merkbare Steigerung in der Verbrennung stickstoffloser Substanzen stattfinden kann, weil deren in vier- bis siebenfacher Menge frei werdende Producte, Kohlensäure und Wasser, entschieden vermehrt hätten sein müssen.

Es ist hier der Ort, an einige ältere Respirationsversuche Lehmann's¹⁾ zu erinnern, welcher bei Kaninchen, denen Wunden und Entzündungen beigebracht waren, hiernach die Menge der exhalirten Kohlensäure sehr erheblich niedriger als zuvor fand. —

Was sonstige Veränderungen des Stoffwechsels im Fieber anlangt, so habe ich bei den Versuchen an Hunden Harnsäure, welche im Harn der hungernden Thiere nicht vorhanden war, auch im Fieber nicht auftreten sehen. Der Chlorgehalt des Harns schien in zwei Fällen (XI. und XII.), in welchen ich darauf geachtet habe, sehr bedeutend, selbst bis zum gänzlichen Verschwinden abgenommen zu haben, ganz entsprechend den Erfahrungen am Menschen. Eiweiss fand sich in den sehr schnell tödlich verlaufenden Fällen immer, in den anderen kurz vor dem Tode, doch liessen sich hier Verunreinigungen des Harns durch schleimige oder blutige Darmdejectionen nicht vermeiden, weshalb auf diesen Befund kein Gewicht zu legen ist.

IV. Zur Theorie des Fiebers.

Wenn man auf Grund der im Vorstehenden experimentell festgestellten Thatsachen über das Eiter- und Wundfieber der Thiere

¹⁾ Zoochemie.

die Verhältnisse an fiebernden Menschen prüfen und beurtheilen will, so darf man die Berechtigung dazu in dem Umstande finden, dass die positiven Erfahrungen über das Fieber, soweit sie bis jetzt vorliegen, im Allgemeinen mit den Ergebnissen des Experiments übereinstimmen. Dies gilt namentlich und vor Allem von der bedeutenden Steigerung des Stickstoffumsatzes im Fieber, aber auch von dem Verhalten des Körpergewichts, wenigstens ist soviel sicher, dass dasselbe nicht gleichen Schritt hält mit der Eiweissconsumtion, dass also die Verbrennung stickstoffloser Substanz nicht in gleicher Weise gesteigert, eher noch herabgesetzt ist. Eine irgend namhaft erhöhte Oxydation von Fett oder Kohlehydraten müsste auch einen solchen Zuwachs an Kohlensäure erzeugen, dass jeder Fiebernde in Gefahr wäre, zu ersticken, denn wie bereits oben (S. 382) gezeigt wurde, ist die Grenze, bis zu welcher eine vermehrte Bildung von Kohlensäure ertragen werden kann, sehr eng gezogen. Und endlich wäre es bei einem gleichmässig gesteigerten Verbrauch sämtlichen Körpermaterials, des stickstofflosen, wie des stickstoffhaltigen, nicht zu begreifen, wie ein fiebernder Mensch mit einem Minimum von Nahrung und oft noch copiösen Absonderungen Tage und Wochen lang existiren kann. Alles dies berechtigt zu der Annahme, dass auch beim Menschen wenigstens in der Mehrzahl der fieberhaften Krankheiten nur der Eiweissumsatz gesteigert ist.

Wenn wir, hiervon ausgehend, die Grösse des Eiweissumsatzes im Fieber, oder das Verhältniss seiner Steigerung zu dem normalen Umsatz (im Hunger) mit der Zunahme der Wärmeabgabe in der Fieberhitze vergleichen können, so wird sich zunächst unmittelbar die Frage beantworten lassen, ob die Steigerung des Stoffwechsels ausreicht zur Deckung des grösseren Wärmeverlustes oder nicht, und ob also die fieberhafte Temperaturerhöhung noch anderweitige Ursachen haben muss. Sowohl die Grösse des Eiweissumsatzes, als der Wärmeabgabe lassen sich aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial, wiewohl es der weiteren Vervollständigung noch dringend bedürftig ist, hinreichend genau für unseren Zweck feststellen. In erster Beziehung genügt es, das Maximum der in fieberhaften Krankheiten überhaupt vorkommenden 24stündigen Harnstoffausscheidung zu kennen, und dies dürfte, wenn wir das intensivste Fieber, das ja gewöhnlich auch mit der grössten Harnstoffausscheidung verbunden ist, bei gutgenährten Individuen in's Auge

fassen, niemals 65 bis 70 Grms. übersteigen, zumal bei absoluter Inanition. Dies ist das $3\frac{1}{2}$ bis 4fache der von einem Erwachsenen am ersten oder zweiten Hungertage ausgeschiedenen Harnstoffmenge. Mit der Annahme eines im intensivsten Fieber vierfach gesteigerten Eiweissumsatzes werden wir also auch den übertriebensten Ansprüchen gerecht werden. Der Zuwachs im Fieber zu dem im blossen Hunger gebildeten Harnstoff würde hiernach 52—55 Grms. entsprechend 154—162 Grms. Eiweiss, und die Wärme, welche dieses mehrverbrauchte Eiweiss im Körper entwickelte, in aller günstigsten Fall 690 Calorien betragen ¹⁾. Wenn wir die tägliche Wärmeproduction eines Erwachsenen im Hunger auf 2000 Calorien veranschlagen, würde sonach ein Fiebernder kaum 2700 Calorien produciren. Das Verhältniss der Steigerung in der Wärmeproduction ist also nachweislich höchstens 100:135.

Die Wärmeabgabe lässt sich zwar direct nicht bestimmen, wohl aber das Verhältniss der Steigerung im Vergleich zur Wärmeabgabe eines Gesunden unter gleichen Verhältnissen und zwar zunächst durch calorimetrische Untersuchungen, wie solche durch v. Wahl und ganz besonders mit grosser Genauigkeit von Liebermeister in den soeben erschienenen „Beobachtungen und Versuchen über die Anwendung des kalten Wassers“ etc. (s. oben Nachtrag) veröffentlicht worden sind. Wenngleich diese Untersuchungen zu anderen Zwecken angestellt und zu Schlüssen über die Wärmeproduction in nicht haltbarer Weise verwerthet worden sind, so geben doch die dabei gewonnenen Zahlen über die Wärmeabgabe ein für unseren Zweck sehr brauchbares Material ²⁾. Nach dem, was ich in dem ersten Abschnitt über die Bedeutung der Haut und Hauttemperatur bei Veränderungen der Umgebungstemperatur und namentlich im kalten Bade auseinandergesetzt habe, ergibt sich ohne Weiteres, dass nur die in den allerersten Zeiträumen abgegebenen Wärmemengen verglichen werden können, da sehr bald, wenn die erste und grösste Differenz überwunden ist, während die Haut immer noch den grössten Theil des Wärmever-

¹⁾ Die Verbrennungswärme des Eiweisses bis zu Harnstoff, Kohlensäure und Wasser ist nach Frankland 4,263.

²⁾ Wie wenig diese Methode das beweist, was sie beweisen soll, geht daraus hervor, dass die von Liebermeister berechnete Production im Fieber meistens geringer ausfiel, als in der Norm.

lustes allein trägt und die tiefer liegenden Theile vor der Einwirkung der Kälte schützt, jeder Unterschied zwischen der abgekühlten Haut eines Fiebernden und der eines Gesunden ganz oder fast ganz aufhört, wenigstens für so lange, als solche Versuche mit kalten und kühlen Bädern überhaupt ausgedehnt werden können. Da nun jene ersten vergleichbaren Zeiträume nicht scharf von den darauf folgenden zu trennen sind, so ist der Willkür hierbei insofern einiger Spielraum gelassen, als man jene ersten Zeiträume auf die ersten zwei bis fünf oder selbst zehn Minuten ausdehnen kann; je grösser der Zeitraum genommen wird, um so kleiner werden die Unterschiede. In den allermeisten Fällen ist aber schon nach den ersten fünf Minuten die weitere Abkühlung der Haut eine so langsame, dass dieser Zeitraum bei der Vergleichung nicht überschritten werden darf, wenn man eine richtige Vorstellung von dem Grade der Wärmeabgabe gewinnen will. Wenn man nun nach der von Liebermeister gegebenen tabellarischen Zusammenstellung¹⁾ die von Fiebernden und Gesunden in den ersten fünf Minuten abgegebenen Wärmemengen bei auf 60 Kilogr. Körpergewicht reducirten Oberflächen vergleicht, so erhält man als durchschnittliches Verhältniss des Wärmeverlustes eines Gesunden zu dem eines intensiv Fiebernden (mit 40,1—40,7°) in den ersten fünf Minuten 100:172. Bei dieser Vergleichung ist in allen Fällen für den Gesunden die niedrigere Wasserwärme, für den Fiebernden die nächstfolgende höhere angenommen, weil, wie schon bemerkt (S. 388.), es nicht auf die gleiche, sondern auf die in dem entsprechenden Verhältniss zur Körper- oder Hauttemperatur erniedrigte Temperatur des Badewassers ankommt. Wollte man den Vergleich für ein- und dieselbe Wassertemperatur durchführen, so würde natürlich die Wärmeabgabe für den Fiebernden noch grösser erscheinen²⁾.

Das eben angegebene Verhältniss dürfte ungefähr der richtige Ausdruck für die Steigerung des Wärmeverlustes während hoher Fieberhitze sein. F. v. Bärensprung³⁾ fand, dass die Leitung und Strahlung der Wärme bei einer Achselhöhlentemperatur von

¹⁾ l. c. S. 121. Col. VI.

²⁾ Leyden gibt in einer eben erschienenen vorläufigen Mittheilung (Cbl. 1868. No. 47) die Wärmeabgabe bei hoher Fiebertemperatur als die doppelte der normalen an.

³⁾ Müller's Archiv 1852. S. 280 ff.

31,75—32,75° R. durchschnittlich um 69 pCt. grösser war, als bei Gesunden, d. h. ein Verhältniss von 100:169. — Für die Steigerung der indirecten Wärmeabgabe im Fieber durch Verdunstung fehlen bisher Untersuchungen; dass aber die Steigerung in der Fieberhitze in Folge der höheren Hauttemperatur, der grösseren Puls- und Respirationsfrequenz eine sehr bedeutende sein müsse, liegt auf der Hand. Wenn es erlaubt ist, aus den Veränderungen der Perspiration im gesunden Zustande unter Verhältnissen, die in physikalischer Beziehung denjenigen im Fieber vergleichbar sind, also bei erhöhter Temperatur und Pulsfrequenz, Schlüsse auf das Verhalten im Fieber zu ziehen, so liessen sich vielleicht aus den zahlreichen und lange fortgesetzten Untersuchungen Weyrich's¹⁾ über die Hautausdünstung Anhaltspunkte zu einer annähernden Schätzung der durch Verdunstung bewirkten Steigerung des Wärmeverlustes im Fieber gewinnen. Er fand nemlich, dass mit jedem Grad C., um welchen die Achselhöhlentemperatur über die Norm erhöht ist, die mittlere Perspirationsleistung durchschnittlich um 40—50 pCt. des Mittelwerthes steigt, während jedem Pulsschlag über der mittleren Frequenz ein Zuwachs von 1 pCt. entspräche. Hiernach würde die Verdunstung bei einer im Fieber um 3° C. höheren Temperatur um 120—150 pCt. und bei einem um 35 bis 40 Schläge frequenteren Puls um 17,5—20 pCt., im Mittel aus beiden Factoren um 68—85 pCt. steigen, also ein Verhältniss der normalen zur fieberhaften Perspiration wie 100:168 bis 185, ein Werth, der mit den anderen Verhältnissen sehr gut übereinstimmt.

Alles zusammengekommen kann man mit Sicherheit die von einem in der Fieberhitze befindlichen erwachsenen Menschen mit einer Durchschnittstemperatur von 40—41° abgegebene Wärmemenge auf mindestens das 1½fache des unter gewöhnlichen Verhältnissen stattfindenden Wärmeverlustes veranschlagen, während die nachweisbare Wärmeproduction höchstens bis auf 1½ des gewöhnlichen Maasses steigt. Die Wärmeproduction bleibt selbst in der Fieberhitze weit hinter der Wärmeabgabe zurück.

Wenn ausser den bisher betrachteten keine neuen Momente

¹⁾ Die unmerkliche Wasserverdunstung der menschlichen Haut. Leipzig 1862. S. 143, 144 u. 227.

in's Spiel kämen, so wäre die nothwendige Folge der die Wärme-production übertreffenden Abgabe die, dass, wenn ein Mal eine bestimmte Höhe erreicht ist (auf welche Weise, mag vorläufig dahin gestellt bleiben), die Temperatur von da ab fortwährend sinken müsste; es könnte niemals zu einem länger dauernden, continuirlichen Hitzestadium kommen, wie es doch in Wirklichkeit der Fall ist, wenn sich auch allenfalls noch die geringfügigen Schwankungen aus einem An- und Abswellen der Production erklären liessen. Während der Fieberhitze wird das einmal erreichte höhere Niveau der Temperatur durchschnittlich festgehalten, was doch nur geschehen kann, wenn wenigstens in grösseren Zeiträumen, etwa in 24 Stunden, der Zufluss und Abfluss von Wärme sich das Gleichgewicht halten, und da der gesteigerte Eiweissumsatz zur Deckung in keiner Weise ausreicht, so müssen schlechterdings neben demselben im Verlauf des Hitzestadiums noch Einflüsse zur Geltung kommen, welche einen Zuwachs zu dem jeweiligen Wärmeverrath des Körpers bewirken. Will man nun nicht im Widerspruch mit den bisher bekannten und bewiesenen Thatsachen dennoch eine gesteigerte Oxydation auch der stickstofflosen Körpersubstanzen annehmen, so bleiben überhaupt nur zwei Möglichkeiten denkbar, jenes Wärmedeficit zu decken. Erstens nämlich könnte man sich vorstellen, dass im Fieber das Fett oder die anderen N-freien Stoffe Veränderungen erleiden, die ohne eigentliche Oxydation doch mit Wärmeentwicklung verbunden sind, indem gesättigtere Atomverbindungen, als die bisherigen Molecüle darstellten, dabei zum Vorschein kommen, dass also Umlagerungen ohne eigentliche Oxydation stattfinden, analog denjenigen, die bei der alkoholischen Gährung des Zuckers gedacht werden. Allein diese Vorstellung hat sehr viel Unwahrscheinliches, erstens, weil man keinen derartigen mit Wärmeentwicklung verbundenen Umlagerungsprozess kennt, bei dem nicht Kohlensäure frei wird. So tritt bei der eben angeführten Gährung des Zuckers unter Anderem Kohlensäure aus, und dasselbe wäre bei der nach L. Hermann's Hypothese im Muskel mit Wärmebildung stattfindenden Spaltung des Inogens der Fall. Da aber eine ausser von Eiweissverbrennung herrührende Vermehrung der Kohlensäure nicht vorhanden ist, so ist jene Annahme schon aus diesem Grunde unzulässig. Dann aber müssten diese Umlagerungsproducte sämmtlich im Körper zurückgehalten

werden, da eine nicht durch das Austreten von Eiweissabkömmlingen bedingte stärkere Gewichtsabnahme ebenfalls nicht stattfindet, und endlich sind derartige Umlagerungsproducte im Fieber noch niemals nachgewiesen worden, so dass diese Annahme auch aller thatsächlichen Unterlagen entbehrt. Sonach bleibt bei dem jetzigen Stande unseres Wissens und, so lange nicht andere Möglichkeiten erwiesen, oder wenigstens wahrscheinlicher gemacht werden, nur die Annahme übrig, welche die Traube'sche Theorie bietet, nach welcher eine Zurückhaltung von Wärme von wesentlicher Bedeutung im Fieber ist. Man muss annehmen, dass im Verlauf des Hitzestadiums von Zeit zu Zeit eine Beschränkung des Wärmeverlustes eintritt neben der fort-dauernd durch vermehrten Eiweissumsatz gesteigerten Wärmeproduction und dass erst durch das Zusammenwirken beider Ursachen ein Gleichgewicht in dem Wärmebestand während grösserer Zeiträume hergestellt wird, wodurch ein gewisses Durchschnitts-Niveau sich constant erhalten kann. Die Beschränkung des Wärmeverlustes kann nicht anders, als in einer Contraction der contractilen Hautelemente, hauptsächlich also der kleinen und kleinsten Arterien gesucht werden, wie sie ihren höchsten Ausdruck zwar im Fieberfrost findet, aber auch ohne diesen, selbst ohne den leisesten Schauer, überhaupt ohne jede Empfindung einer vor sich gehenden Aenderung in der Beschaffenheit der Haut zu Stande kommen kann. Es ist durchaus nicht nothwendig, dass die verminderte Abkühlung immer nur während eines Schüttelfrostes und durch einen solchen stattfindet, wiewohl ja häufig genug die Fieberhitze auch durch einen ausgesprochenen Frost und noch häufiger durch leichtere Anwandlungen von Frösteln bis zum allerunmerklichsten Ueberlaufen von Kühle unterbrochen wird. Das Reflexphänomen des Frostes setzt, wie jede Reflexerscheinung, eine gewisse Stärke des Reizes und eine gewisse Erregbarkeit voraus, die durchaus nicht immer und in gleichem Grade vorhanden zu sein brauchen. — Wie oft die eigentliche Fieberhitze durch einen solchen Contractionsvorgang in der Haut unterbrochen wird, ob eine gewisse Regelmässigkeit darin stattfindet oder nicht, und ob vielleicht die Fluctuationen der Temperatur damit in Zusammenhang stehen, das mag vorläufig auf sich beruhen, ebenso wie die Frage, ob der Contractionsvorgang immer

gleichzeitig in dem gesammten Stromgebiet der Haut stattfindet, oder ob nicht einzelne Gefässbezirke im Zustand der Verengung sich befinden können, während andere turgesciren.

Aus dem Gesagten folgt unmittelbar, dass die beiden Vorgänge, welche wir zur Erklärung der fieberhaft erhöhten Temperatur heranziehen, die gesteigerte Eiweissverbrennung und die periodisch eintretende Zurückhaltung von Wärme, nicht nothwendig in einem ursächlichen Zusammenhang mit einander stehen, sondern gleichzeitig nebeneinander und in gewissem Sinne unabhängig von einander als Wirkungen einer und derselben oder verschiedener Ursachen, des eigentlichen Fieberagens, hergehen. Die Contraction ist nicht oder nicht allein und nicht immer die Folge einer rasch ansteigenden Wärmeproduction und einer dadurch gesetzten grösseren Differenz zwischen der peripherischen und inneren Temperatur, sondern die Folge einer auch ohne diese stattfindenden Erregung vasomotorischer Nerven. Auch dies ist bereits von Traube ausgesprochen worden. Den Beweis hierfür sehe ich unter Anderem darin, dass das eine Moment ohne das andere in Krankheiten vorkommt unter Umständen, welche zu der Annahme eines Fiebers zwingen, wenn man sich nicht auf eine rein äusserliche, grob symptomatische Auffassung beschränken will. Wie wäre sonst die Thatsache zu erklären, dass in der Intermittens häufig nach Unterdrückung der eigentlichen, ausgesprochenen Fieberanfälle durch Chinin noch eine Zeit lang die Harnstoffausscheidung typisch vermehrt ist ohne Erhöhung der Körpertemperatur?¹⁾ Ob auch umgekehrt eine krankhaft erhöhte Temperatur ohne vermehrte Harnstoffausscheidung vorkommt, ist bisher mit Sicherheit nicht constatirt, doch steht der Annahme eines solchen Vorkommens Nichts entgegen, wofern nicht schon die blosse Erhöhung der Körpertemperatur, wie es nach Beobachtungen von Bartels²⁾ möglich scheint, die Harnstoffausscheidung vermehrt. (Vgl. unten S. 409.) Wenn schon für das Stadium der sogenannten continuirlichen Fieberhitze neben der vermehrten Wärmeproduction noch eine verminderte Wärmeabgabe angenommen werden muss, so ist diese letztere für die vorhergehende Periode des schnelleren oder lang-

¹⁾ Griesinger, *Infectionskrankh.* 1864. S. 36.

²⁾ Greifswalder med. Beitr. 1865. III. 1.

sameren, stetigen oder unterbrochenen Ansteigens der Temperatur, durch welche schliesslich ein höheres, sich länger behauptendes Niveau erreicht wird, von doppelter Wichtigkeit. Es ist ganz und gar unverständlich, wie eine hohe Körpertemperatur sich ausbilden und fortbestehen kann ohne Beschränkung des Wärmeverlustes, wenn die Wärmeproduction im Ganzen so wenig gesteigert ist, wie es die vorliegenden Untersuchungen ergeben haben.

Denn wenn auch urplötzlich eine grössere Menge Eiweiss schnell verbrannt würde und dadurch der augenblickliche Vorrath an Wärme sich erhöhte, so würde doch sehr bald, wenn keine Einflüsse auf die vasomotorischen Nerven dem entgegenwirkten, die Haut, wie im gesunden Zustande, ihre Thätigkeit erhöhen und den Ueberschuss aus dem Inneren wegschaffen. So gross kann durch eine blosser Verbrennung von Eiweiss in wenigen Minuten oder selbst in einer halben und ganzen Stunde die Wärmeanhäufung nicht werden, dass sie die Wärmeabgabe, zumal eine gesteigerte, lange überwiegt und wollte man eine ganze Tagesquantität auf einmal verbrennen lassen, so würde für die weitere Unterhaltung der Fieberhitze das Material fehlen. Genug, es ist nicht anders denkbar, als dass vom Beginn der fieberhaften Erkrankung an zugleich mit dem vermehrten Eiweissumsatz eine periodische Wärmezurückhaltung durch Contraction der musculösen Hautelemente stattfindet. Wer um jeden Preis an einem im Fieber gestörten Regulationsmechanismus festhalten will, der mag hier die Störung finden, wiewohl ich einen Mechanismus nicht für gestört halten kann, der auf einen Reiz in normaler Weise reagirt, sei dieser Reiz physiologischer oder pathologischer Natur.

Wir haben allen bisherigen Betrachtungen die Annahme zu Grunde gelegt, zu der wir nach allen bekannten Thatsachen wohl berechtigt sind, dass in der Mehrzahl der fieberhaften Krankheiten eine Steigerung des Eiweissumsatzes und nur dieses allein stattfindet. In allen Krankheiten, die man zu den fieberhaften rechnet, ist dies sicherlich nicht der Fall, und ich bin weit entfernt davon, die obige Theorie für eine allgemein gültige Fiebertheorie auszugeben; ich halte sie nur für die einzig mögliche und den Thatsachen am meisten Rechnung tragende Erklärung, so lange man, wie es jetzt geschieht, alle Krankheiten mit erhöhter Temperatur fieberhaft nennt und nach einem blossen Symptom die allerverschie-

densten Vorgänge zusammenwirft und andere zusammengehörige auseinanderreißt. Man könnte mit demselben Recht irgend ein anderes Symptom, etwa die verminderte Harnabsonderung oder die vermehrte Puls- oder Respirationsfrequenz als Eintheilungsprincip und als pathognomisches Kriterium des Fiebers wählen und versuchen, dann eine Fiebertheorie zu geben. Jene Theorie und alle, welche bisher vorgebracht sind, sind keine Theorien des Fiebers, sondern nur der abnorm erhöhten Temperatur, was nur denjenigen identisch scheinen kann, die sich gewöhnt haben, Fieber und erhöhte Temperatur zu identificiren, oder für die es kein Fieber ohne Temperaturerhöhung gibt. Dass aber ersteres ohne letztere vorkommen kann in Fällen, die man selbst nach der jetzigen Auffassung und trotz derselben doch nicht anders, denn als einen Fieberparoxysmus bezeichnen kann, beweist das oben angeführte Verhalten des Intermittensprozesses und dass eine Temperaturerhöhung ohne Fieber vorkommen kann durch Muskelanstrengungen, durch Zufuhr von Wärme u. s. w., wird Niemand bestreiten. In Krankheiten kann allerdings eine Temperaturerhöhung ohne „Fieber“ nicht vorkommen, weil man jede Krankheit mit erhöhter Temperatur fieberhaft nennt; hier bewegt man sich im Cirkel. — Ich erkenne am wenigsten die Wichtigkeit des Symptomes der erhöhten Temperatur in Krankheiten und will seinen Werth für die Praxis und namentlich für das therapeutische Handeln nicht im Entferntesten herabsetzen, aber nimmermehr kann es als Ausgangspunkt für eine wissenschaftliche Eintheilung der Krankheiten gelten.

Es ist schon um desswillen unwahrscheinlich, dass die Veränderungen des Stoffwechsels bei allen sogenannten fieberhaften Krankheiten in gleicher Weise ablaufen, weil, wie ich schon in einem früheren Abschnitt bei Besprechung der Schweisssecretion angedeutet habe (S. 376), die verschiedene Natur der mit erhöhter Temperatur einhergehenden Krankheiten ohne Zweifel in ihrer Weise modificirend in den Stoffwechsel eingreifen muss und dadurch die durch den fieberhaften Prozess hervorgerufenen Veränderungen bald verstärken und schärfer hervortreten lassen, bald ihnen entgegenwirken und sie verdecken kann. Bei unserer noch so sehr mangelhaften Kenntniss pathologischer Stoffwechselvorgänge ist ein in alles Einzelne gehender Nachweis dessen natürlich nicht zu führen, dennoch aber, glaube ich, kann man schon jetzt zwei gerade für eminent

fieberhaft geltende Krankheiten als solche bezeichnen, welche ihre besonderen, von der Mehrzahl der fieberhaften Krankheiten abweichenden Stoffwechselvorgänge haben müssen. In erster Reihe ist dies der sogenannte fieberhafte Tetanus. Nach unseren jetzigen Kenntnissen über den Stoffverbrauch der Muskeln bei der Contraction können wir nicht umhin anzunehmen, dass beim Tetanus stickstofflose Substanz verbrannt wird und zwar in grossen Mengen, entsprechend der bedeutenden Leistung, welche durch die energische Contraction des grössten Theils der Körpermusculatur gesetzt wird. Ueber das Verhalten der Harnstoffausscheidung beim Tetanus sind Beobachtungen bisher nicht bekannt geworden, doch lässt sich mit Sicherheit annehmen, dass dieselbe nicht vermehrt ist, wenigstens nicht in einem der enormen Temperaturerhöhung entsprechenden Maasse. Ich selbst habe nur Gelegenheit gehabt, bei Pferden, welche bekanntlich häufig von dem sogenannten rheumatischen Tetanus befallen werden, zwei Mal den Harn zu untersuchen und fand trotz ihrer erhöhten Temperatur eine ganz auffallend niedrige Harnstoffausscheidung in 24 Stunden, nemlich nur 19 und 14,5 Grm. Ich weiss freilich nicht, wie gross die normale Harnstoffausfuhr unter gleichen Ernährungsverhältnissen gewesen wäre und ob nicht vielleicht Substanzen in dem Harn enthalten gewesen sein mögen, welche die Liebig'sche Titirmethode fehlerhaft machten. Jedenfalls aber muss man dem Tetanus eine ganz besondere Stellung unter den Krankheiten, die man jetzt als fieberhaft bezeichnet, zuweisen, schon wegen der hier so enormen Thätigkeitsäusserung der Muskeln, die ja in anderen fieberhaften Krankheiten gerade in der auffallendsten Weise herabgesetzt ist und wegen der eben deswegen vorauszusetzenden überwiegenden, wenn nicht ausschliesslichen Steigerung in der Oxydation stickstofflosen Materials. Wie wenig die Temperatursteigerung mit dem Wesen der Krankheit zu thun hat, das zeigt ein von Billroth ¹⁾ neuerdings mitgetheilte Fall von Tetanus, welcher ohne Temperaturerhöhung in 18 Stunden zum Tode führte, zugleich ein schlagender Beweis dafür, dass selbst eine übermässig gesteigerte Wärmeproduction keine Temperaturerhöhung zu Wege bringt, wenn nicht noch ein anderes Moment, die verminderte Wärmeabgabe, dazu kommt. An den Tetanus schlies-

¹⁾ Archiv f. klin. Chir. 1867. IX. 1.

sen sich alle Fälle von fieberhaften Krankheiten, in deren Verlauf Krämpfe auftreten, denn es liegt auf der Hand, dass durch diese, indem die Oxydation stickstoffloser Substanzen gesteigert ist, der Typus des fieberhaften Stoffwechsels, die vermehrte Eiweissverbrennung, verwischt wird. Eine gleichzeitige erhebliche Steigerung in dem Verbrauch beider Arten von Körperbestandtheilen kann, wie schon bemerkt, keinesfalls lange andauern; unter physiologischen Verhältnissen kann sie nicht vorkommen, weil eine gewisse enge Grenze des Umsatzes nicht überschritten wird (s. Abschnitt II.), in Krankheiten muss sie zum Tode führen, wenn nicht der ganze Prozess sehr schnell zur Norm zurückkehrt. Das letztere scheint mir der Fall zu sein in der Krankheit, welche ich als zweite Ausnahme von der Regel betrachte, obgleich man sie bisher gerade für den Typus des Fiebers und zum Ausgangspunkt aller Betrachtungen genommen hat, nemlich in der Intermittens. Es ist in der That unschwer, eine ganze Reihe von Eigenthümlichkeiten auch trotz unserer noch so lückenhaften Einsicht in die tieferen Vorgänge aufzuzählen, welche das typische Wechselfieber von allen anderen fieberhaften Krankheiten unterscheiden. Zunächst gibt es keine Krankheit, bei welcher in so kurzer Zeit, d. h. binnen wenigen Stunden, die Temperatur sich zu den höchsten Graden erhebt, dann findet sich bei keiner Krankheit, etwa die Pneumonie ausgenommen, eine so regelmässige Aufeinanderfolge von Frost, Hitze und Sch weiss, wie hier, ferner ist während des Fieberanfalls, abweichend von allen anderen fieberhaften Krankheiten, die Kochsalzausscheidung durch den Harn vermehrt, ebenso wie die Wasserausscheidung und endlich sind der ganze Verlauf, das schnelle Auftreten, die rapide Entwicklung aller Erscheinungen bis zum Höhestadium, die Intervalle etwas bei allen anderen Krankheiten ganz Ungewöhnliches. Dazu kommt, dass die nachweislich stattfindende Vermehrung des Eiweissumsatzes, selbst wenn man die grösstmöglichen Werthe annimmt, zusammen mit der verminderten Wärmeabgabe im Frost, wäre diese auch ganz aufgehoben, nicht ausreicht, die thatsächlich eintretende Erhöhung der Körperwärme zu erklären. Liebermeister und Immermann haben, wie oben angegeben, den gegen Ende des Froststadiums der Intermittens aufgehäuften Ueberschuss an Wärme auf ungefähr 110 Calorien berechnet und wenn diese Zahl auch vielleicht im Frost noch nicht erreicht ist, so wird sie jedenfalls im

Anfang des Hitzestadiums erreicht, wenn nicht gar übertroffen. Ich habe mehrfach im Beginn des Hitzestadiums bei einer Achselhöhlentemperatur von $40,5^{\circ}$ diejenige der Haut (nach der früher angegebenen Methode gemessen) bis auf 39° steigen sehen. Nehmen wir das Gewicht der Patienten, welches ich nicht habe feststellen können, auf nur 55 Kilo, demnach das der Haut zu 3,8 Kilo an, wobei sie durchschnittlich um mindestens $2,5^{\circ}$ wärmer als die eines Gesunden unter denselben Verhältnissen ist, während der übrige Körper im Gewicht von 51,2 Kilo durchschnittlich mindestens 3° wärmer war; so gibt das für die Haut einen Ueberschuss von mindestens 7,6 Calorien und für den übrigen Körper von 124,8 (die Capacität = 0,8 gesetzt), zusammen also gewiss nicht unter 130 Calorien, ein Ueberschuss, der sich durch eine noch so sehr gesteigerte Eiweissconsumtion bei gänzlicher Zurückhaltung der Wärme nicht erklären lässt. Man muss hier also, da ich einen anderen Ausweg nicht sehe, annehmen, dass auch stickstoffloses Material in gesteigertem Maasse zum Umsatz kommt. Der Intermittensprozess wäre demnach bis jetzt der einzige, für welchen eine gleichzeitige Consumption aller Körperbestandtheile (aber eben deshalb nur während kurzer Zeit, wenigstens bei günstigem Ausgang) mit Bestimmtheit anzunehmen ist. Vielleicht wird durch weitere Forschung die Zahl dieser Art von jedenfalls nur kurzdauernden Krankheiten mit Gesamtsteigerung des Stoffwechsels vermehrt und dadurch die grosse Klasse der von uns oben als fieberhaft angenommenen Krankheiten eingeschränkt. —

Es erübrigt mir zum Schluss noch, eine Erscheinung zu besprechen, welche in neuerer Zeit ebenfalls zum Beweise einer im Fieber vorhandenen Störung eines besonderen nervösen Regulationsapparates herangezogen wurde, nemlich die Agoniesteigerung der Körpertemperatur. Nachdem Doyère ¹⁾ und v. Bärensprung ²⁾ in einzelnen Krankheiten gegen das tödtliche Ende ein auffallendes Steigen der Temperatur beobachtet hatten, ist namentlich von Wunderlich ³⁾ in einer grösseren Reihe von Krankheiten des Nervensystems, besonders von Tetanus ein schnelles Steigen der Temperatur, womit zugleich sich das tödtliche Ende vorbereitete,

¹⁾ Comptes rendues 1849.

²⁾ l. c.

³⁾ Archiv d. Heilk. 1861. S. 547.

hervorgehoben worden. Diese Thatsache hat seitdem mehrfache Bestätigung, aber auch insofern eine Modification erfahren, als sie nicht bloß in Nervenkrankheiten, sondern auch bei anderen Affectionen, wie im Typhus [Fiedler ¹⁾], Variola, Gelenkrheumatismus [Simon ²⁾], Ringer ³⁾] etc. constatirt wurde. Die einfache Thatsache also, wie sie sich der von theoretischen und vorgefassten Meinungen nicht befangenen Beobachtung darstellt, ist: dass in vielen Krankheiten, am häufigsten in solchen des Nervensystems, die Temperatur mit dem Eintritt der Agonie oder kurz zuvor steigt. Kann diese Thatsache jemals zu dem Schluss berechtigen, dass die Temperatur steigt, weil die Agonie eintritt und weil nunmehr gewisse hypothetische Moderationscentren ihre Thätigkeit einstellen? oder liegt es nicht vielmehr nahe, fast zu nahe, wie es scheint, umgekehrt anzunehmen, dass die Agonie und der Tod eintreten, weil aus irgend einem Grunde die Temperatur bis zu einer mit dem Leben nicht verträglichen Höhe steigt? Wenn man bei Thieren, wie dies seit Crawford so oft wiederholt worden, die Temperatur künstlich steigert durch heisse Bäder u. dgl., so stirbt das Thier, nachdem die Temperatur eine gewisse Grenze (43° — 44°) erreicht hat; wem wird es in den Sinn kommen, hieraus zu schliessen, dass die Temperatur steigt, weil die Thiere starben, und so den Sachverhalt auf den Kopf stellen? zweifelt Ein Mensch daran, dass sie sterben, weil die Temperatur steigt und ist irgend ein Unterschied zwischen dem Experiment hier und der Beobachtung dort ausser dem, dass in dem Experiment die Ursache der Temperatursteigerung von uns ausgeht, in der Krankheit aber von irgend wo anders! Zum Ueberfluss muss man noch wissen, dass das Steigen der Temperatur gewöhnlich auch das erste Zeichen der sich vorbereitenden Agonie ist. Ich kann also aus jener Thatsache nur schliessen, dass die die Temperatur erhöhenden Prozesse sich zu einer Verderben bringenden Höhe steigern. Dass gerade in Affectionen der Nerven centra jene Erscheinung häufiger vorkommt, hat ebenfalls nichts Auffallendes bei unseren jetzigen Vorstellungen über die Entstehung des Fiebers. Es ist kaum zu bezweifeln, dass das Fieber in allen Fällen durch Aufnahme pyrogener Stoffe irgend welcher Art in das

¹⁾ Deutsches Archiv f. klin. Med. I. 5.

²⁾ Ann. d. Charité-Krankenh. 1866. XIII. 1.

³⁾ Med. Times 1868. No. 901.

Blut erzeugt wird, und es ist darum kein Wunder, wenn Nervenkrankheiten eine Zeit lang mit geringem oder ohne Fieber verlaufen, weil bei der bekannten Armuth der Centraltheile an Blutgefässen Affectionen, die pyrogene Substanzen erzeugen, Abscesse etc. viel länger, als anderwärts bestehen und sich entwickeln können, bis eine genügende Menge auf Ein Mal in die Säftemasse gelangt. Dann tritt der Moment der Temperatursteigerung ein, aber dann hat auch gewöhnlich die zu Grunde liegende Krankheit ihren Höhepunkt erreicht.

XXI.

Zur pathologischen Anatomie der Tastkörper.

Von Paul Langerhans, Stud. med. in Berlin.

Veranlasst durch eine von der Berliner Facultät gestellte Preisaufgabe unternahm ich im Winter 1867—1868 im Berliner pathologischen Institute Untersuchungen über das Verhalten der Tastkörper bei Affectionen des Centralnervensystems und der Haut. Das Resultat derselben ist, von einigen Hautleiden abgesehen, ein rein negatives. Ich hätte somit ausser dem theoretischen Interesse, welches das Resultat vielleicht für die *Tabes dorsalis* hat, um so weniger eine Veranlassung, dasselbe mitzutheilen, als das Intactbleiben sensibler Nervenendapparate vollkommen mit der von L. Türk¹⁾ festgestellten Beschränkung der secundären Degenerationen harmonirt, wenn meine Beobachtungen nicht zu der einzigen Angabe, welche sich über unseren Gegenstand in der Literatur findet, in directem Widerspruch ständen. Meissner²⁾ nemlich fand „in zwei Fällen von dem Tode längere Zeit vorangegangener Apoplexie mit nachfolgender Parese“ eine fettige Degeneration der Nerven und

¹⁾ Vgl. besonders den zweiten Fall in der Abhandlung: „Ueber die Beziehungen gewisser Krankheitsheerde zur Anästhesie“, Sitzungsber. der mathem.-naturw. Klasse. Bd. XXXVI. No. 14. S. 194 u. 198.

²⁾ Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853. S. 17 ff.