Neunter Brief.

Die thierische Wärme.

Linné hat in seiner Eintheilung der höheren Thiere hauptsächlich auf einen Charakter Rücksicht genommen, der jedem Kinde bekannt ist, nämlich auf die Wärme des Blutes, und danach zwei Hauptgruppen: warmblütige und kaltblütige Thiere, aufgestellt. Der unangenehme Eindruck, den wir empfinden, wenn wir die Haut eines Frosches oder Fisches berühren, der Widerwillen, den viele Personen gegen die Annäherung eines solchen Thieres zeigen, ist tief begründet in der Aehnlichkeit ihrer Temperatur mit der eines Leichnames. In den todten Körpern der Menschen, der Säugethiere, ist ebenfalls die Wärme geschwunden, welche das Resultat des Lebens war, und in dem lebenden Reptil, Lurch oder Fisch findet zwar während des Lebens eine Wärmeentwickelung Statt, die aber so schwach ist, daß sie unsere Hand nicht mehr fühlt. Es deutet dies auf einen bedeutenden Unterschied in dem Lebensprozesse der Wirbelthiere hin; denn die Produktion der Wärme ist nichts Zufälliges, sie ist auf das Innigste mit dem Leben verbunden und bei den höheren Thieren eines der wesentlichsten Resultate des Lebensprozesses. Gerade darum aber, weil diese Wärme eben nur als eines der letzten Resultate auftritt und mit allen einzelnen Phänomenen dieses Prozesses in Verbindung zu stehen scheint, eben deßhalb ist auch ihre Erzeugung einer der dunkelsten Punkte in der Physiologie. Man kann kaum einen Eingriff in die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

geringste Funktion des Körpers wagen, kaum eine Aenderung dieses oder jenes scheinbar vereinzelten Phänomens beobachten, ohne zugleich eine Veränderung des Wärmegrades eines einzelnen Theiles oder des Gesammtkörpers wahrzunehmen. Man hat nun, wie es scheinen will, viel zu häufig den Fehler begangen, je nachdem man diese oder jene Quelle der Wärme entdeckte, dieser auch allein die Produktion derselben zuzuschreiben, und nur zu oft den Erfahrungssatz außer Augen gelassen, nach welchem gleiche Ursachen auch gleiche Wirkungen bedingen, nie aber gleiche Wirkungen auch auf gleiche Ursachen schließen lassen. Das Holz geräth ins Brennen, ob man es nun nach der früheren Weise civilisirter Nationen mit einem in Schwefel getauchten Zündhölzchen, oder nach Art der Wilden durch heftiges Reiben in Flammen setze; der chemische Prozeß, wie der mechanische Effekt, so verschieden sie auch in sich sein mögen, haben durchaus dieselbe Wirkung —; wäre es nicht thöricht, behaupten zu wollen, daß man nur mittelst Zündhölzchen anbrennen könne? — Man kann nicht läugnen, daß die Physiologen oft in diesen Fehler gefallen sind; der Eine, der durch Muskelbewegung Wärme erzeugt werden sah, wollte dem Andern nicht glauben, der den chemischen Umwandlungen im Körper ebenfalls exclusiv die Wärmeerzeugung zuschrieb. Ein vernünftiger Vergleich beider streitenden Partheien, wo jede ein Weniges nachgelassen hätte, würde vielleicht den Streit zu Ende gebracht haben.

Man mißt die Temperatur des thierischen Körpers überhaupt meist an Orten, wo die Thermometerkugel in Oeffnungen eingeführt werden kann. So meistens im Munde unter der Zunge, im After, in der Achselhöhle u. s. w. Die mittlere Temperatur eines Erwachsenen an diesen Stellen beträgt etwa 37,2 Grade des hunderttheiligen Thermometers, oder 29,8 des Réaumur'schen, während an freien Hautstellen diese Temperatur um einige Grade sinkt, und im Durchschnitte nur 34,1 Celsius oder 27,3 Réaumur beträgt.

Messungen der verschiedenen Körpertheile ergeben ein Resultat, welches mit den Schlüssen, die man a priori machen könnte,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vollkommen im Einklang steht. Es ist begreiflich, daß Theile des Körpers, welche eine größere Oberfläche darbieten, aus denen mithin mehr Wärme ausstrahlen kann, sich schneller abkühlen, als andere, die nur eine sehr geringe Oberfläche besitzen. Im Allgemeinen sind noch die einzelnen Theile in der Beziehung vortheilhaft gebaut, daß sie mehr oder minder regelmäßige Cylinder darstellen, wie der Rumpf, die Arme und Beine, oder selbst Formen, welche derjenigen der Kugel nahe kommen, mithin bei größtem Rauminhalte die kleinste Oberfläche darbieten. Nichts desto weniger ist der Wärmeverlust, den die Enden der Extremitäten, die Finger, Zehen, Hände und Füße erleiden, so bedeutend, daß an der Fußsohle z. B. die Temperatur nur 32°,3 C. beträgt. Einen Schutz gegen solchen Verlust verschafft uns die Bedeckung mittelst schlecht leitender Körper, wie Wolle, Federn, Haare u. s. w. Alle diese Stoffe zeichnen sich durch die Eigenschaft aus, daß die Wärme sie nur sehr schwer durchdringt, aber auch eben so schwer von ihnen mitgetheilt wird. Ein Stück Metall, das an dem einen Ende glühend ist, kann nicht ohne Schaden an dem anderen Ende angefaßt werden; ein Holzbrand dagegen, der unten brennt, zeigt wenige Zolle davon kaum eine merkliche Erhöhung seiner Wärme.

Ein Metall aber kühlt sich schnell ab, giebt die Wärme, die es erhalten, eben so schnell ab, als es sie in seinem Innern weiter leitete, während ein schlechter Leiter sie eben so lange erhält, als er sie langsam in sich aufnimmt. In unseren Climaten, wo die mittlere Jahrestemperatur etwa um 20 Grade tiefer steht, als diejenige des Körpers, bedarf es mithin eines Schutzes, und diesen suchen wir ihm durch Kleider, Pelzwerk, Federdecken zu gewähren. Bei den Thieren, welche die nordischen und gemäßigten Klimate bewohnen, hat die Natur in ähnlicher Weise gesorgt. Die Fischsäugethiere ausgenommen, über deren Organisation und Lebensverhältnisse wir überhaupt nur sehr wenige Kenntnisse besitzen, sind alle Thiere der kälteren Zonen mit dichtem Pelz oder Federüberzügen versehen, deren Dichtigkeit bekanntlich im Winter um ein Bedeutendes zunimmt. Man

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

würde vergeblich außerhalb der warmen Zonen Thiere mit nackter, kahler Haut suchen, welche in der Nähe des Aequators so häufig vorkommen. Ich will damit keineswegs behaupten, daß die Natur den Thieren einzig nur deßhalb Federn und Haare auf dem Leibe wachsen lasse, um sie fein warm zu halten; es giebt an dem Aequator Thiere, die ein eben so schönes Pelzwerk besitzen als andere an den Polen, und neben Affen mit langen dichten Wollhaaren klettern andere in den Urwäldern Amerika's umher, die fast nackt sind.

Man hat bekanntlich viel von dem kälteren Blute der Nordländer, dem heißeren der Südländer gesprochen, und die Poeten namentlich haben dies Kapitel auf das Reichlichste ausgebeutet. Die Eifersucht, Rachsucht, kurz alle Triebe und Leidenschaften, welche bei einzelnen Völkern mehr oder minder ausgeprägt scheinen, werden auf Rechnung der Wärme des Blutes geschoben. Mit diesen physiologischen Eroberungen nicht zufrieden, ging ein Dichter aus der Zeit des Becker'schen Rheinliedes sogar so weit, auch die Farbe des Blutes bei den verschiedenen Raçen verschieden zu finden, und den Germanen blaues, den Franken rothes Blut zu vindiciren. Ich weiß nicht, ob sich diese Behauptung auf genauere Beobachtungen stützt; — was die Temperatur des Blutes betrifft, so kann man ziemlich dreist behaupten, daß solche Verschiedenheiten nicht existiren, und daß die kleinen Abweichungen, welche man bei den Völkern der entlegensten Zonen getroffen hat, nicht größer sind als die Verschiedenheiten, welche man bei einzelnen Individuen findet. Der Malaye, dessen wüthende Leidenschaften zum Sprüchwort geworden sind, zeigt keine größere Wärme des Blutes, als der geduldige Hottentotte, und wenn auch die Untersuchungen der Naturforscher über diesen Punkt noch nicht alle wünschenswerthe Ausdehnung erhalten haben, so darf man doch schon jetzt den Dichtern und Nationalökonomen den Rath geben, andere Gründe für die Charakterverschiedenheit der Raçen und Völker zu suchen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aus vielfachen vergleichenden Untersuchungen geht hervor, daß Männer und Weiber fast genau die gleiche Temperatur haben, indem bei den Frauen der geringere Stoffwechsel durch geringere Wärmeausstrahlung compensirt wird. Das Alter hat keine unbedeutenden Einflüsse auf die Wärme des Körpers. Unmittelbar bei der Geburt ist dieselbe am höchsten, sinkt aber schnell in den ersten Stunden, um sich, sobald einmal Athmung und Kreislauf vollständig hergestellt sind, etwa auf derselben Höhe bis zum Eintritt der Reife zu erhalten. Von dem zwanzigsten Jahre an sinkt die Wärme zwar nur sehr unbedeutend, doch allmählich bis etwa zu dem sechzigsten, wo ihr tiefster Stand Statt findet. Bei Greisen steigt sie wieder und zwar so sehr, daß sie das Maß des kindlichen Alters erreicht. Dies scheint freilich im Widerspruche zu stehen mit dem Sinken des Lebensprozesses überhaupt bei den Greisen. Man darf aber nicht vergessen, daß der Produktion der inneren Wärme durch einen äußeren Faktor, durch Ausstrahlung und Verdunstung auf der Haut entgegengearbeitet wird, und daß bei den Greisen die Haut stets welk, zusammengefallen, und die abkühlende Schweißbildung und Ausdünstung auf ein Minimum beschränkt ist. Periodische Schwankungen während des Tages finden allgemein Statt und scheinen selbst in gewissem Grade unabhängig von der Lebensweise. Merkwürdiger Weise sind diese täglichen Schwankungen größer, als die Unterschiede zwischen den mittleren Temperaturen in verschiedenem Alter, denn sie betragen fast 1 Grad R., während der Unterschied zwischen der höchsten Temperatur zur Zeit der Reife im vierzehnten Jahre bis zum sechzigsten nicht ganz ½ Grad beträgt. Die Temperatur erhebt sich des Morgens nach dem Erwachen ziemlich schnell und erreicht ihren ersten Höhepunkt um die 11. Vormittagsstunde; sie sinkt in den darauf folgenden Stunden ein wenig, bis die Zeit des Mittagsbrodes den Ausgangspunkt eines neuen Ansteigens bildet, welches um die 6. bis 7. Nachmittagsstunde seinen Gipfel erreicht. Von diesem, welcher zugleich der Höhepunkt für den ganzen Tag ist, an, sinkt dann die Temperatur fast stetig während der Abend-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und Nachtstunden, und erreicht während des Schlafes um die 4. Nachmitternachtsstunde ihren niedrigsten Stand. Um mich eines verständlichen Bildes zu bedienen, macht also die Temperatur im Laufe des Tages eine doppelte Welle. Der Wellenberg der kleineren fällt in die 11., ihr Thal in die 2. Mittagsstunde; der Berg der größeren in die 6. Nachmittagsstunde, das Thal derselben in die 4. Nachmitternachtsstunde. Es stehen diese Schwankungen in dem genauesten Zusammenhange mit dem Pulse, dessen Häufigkeit ganz denselben gleichzeitigen Schwankungen unterliegt, und dadurch auch mit der Athmung, da, wie wir gesehen haben, die Häufigkeit der Athembewegungen stets in einem gewissen Verhältniß zu derjenigen des Pulses steht.

Die Temperaturverschiedenheiten der inneren Theile des Körpers können natürlich nicht bei lebenden Menschen untersucht werden, und auch bei Thieren sind bis jetzt nur wenige Versuche mit zuverlässiger Genauigkeit angestellt worden. Es ist zu beklagen, daß wir hier keine Thatsachen in großer Zahl besitzen, die freilich genau genug gesammelt sein müßten, um sehr kleine Verschiedenheiten von einem Zehntel und selbst einem Zwanzigstel Grad mit Sicherheit angeben zu können; solche Versuche würden mehr, als lange Seiten theoretischer Abhandlungen, auf sichere Schlüsse über den eigentlichen Ort der Wärmeerzeugung führen. Die bis jetzt bekannten Versuche ergeben nur sehr wenig Resultate. So soll das Blut der Halsschlagader beinahe um einen Grad höher temperirt sein, als dasjenige der Halsvene; Lunge und Leber ebenfalls um einen Grad höher, als Gehirn und Magen, und während einerseits die meisten Beobachter behaupteten, das linke Herz sei um einen halben bis ganzen Grad wärmer, als alle übrigen Körpertheile, fanden anderseits nicht minder glaubwürdige Beobachter das Blut der rechten Herzkammer um einen halben Grad wärmer, als das durch die Athmung abgekühlte Blut der linken Herzkammer. Ist diese letztere Beobachtung richtig, so dürfte es auch wahrscheinlich sein, daß das venöse Blut überhaupt etwas wärmer wäre, als das arterielle, das die Produkte des Umsatzes der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gewebe noch nicht in sich aufgenommen hat. Die meisten Beobachter wollen aber gefunden haben, daß die Arterien um etwas mehr als einen halben Grad wärmer sind, als die sie begleitenden Venen, und Mancher schließt daraus gerade entgegengesetzt, daß das linke Herz eine Wärmequelle sei, von welcher aus das geheizte Arterienblut in alle Theile des Körpers ströme.

Die Athmung ist ohne Zweifel einer der wichtigsten Hebel zur Erzeugung der Wärme. In allen Fällen, wo die Athmung sinkt, wo die Athemzüge in längeren Intervallen folgen, nur kurz sind, und an Intensität, Tiefe und Schnelligkeit abnehmen, in allen diesen Fällen sinkt auch die Temperatur des Körpers rasch und oft selbst mit auffallender Schnelligkeit. Jeder hat wohl schon diese Beobachtung bei Individuen gemacht, welche in Ohnmacht fallen, wo die Athemzüge fast gänzlich verschwinden, der Herzschlag sich vermindert und eisige Kälte sich über den Körper verbreitet. Beiläufig gesagt, ist dadurch auch ein Mittel gegeben, eine wahre Ohnmacht von einer verstellten zu unterscheiden. Wir können zwar willkürlich den Athem einhalten und uns so gewöhnen, daß wir denselben nur unmerklich und in großen Intervallen schöpfen; allein willkürlich kalt zu werden ist noch keinem Menschenkinde gelungen; sogar den Frauen nicht, welche zuweilen in Darstellung künstlicher Ohnmachten eine anerkennenswerthe Virtuosität besitzen.

In weit ausgedehnterem Maße aber lassen sich diese Erscheinungen bei denjenigen Thieren beobachten, welche in Winterschlaf sinken. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, den kleinen Siebenschläfer, die sogenannte Haselmaus, in ihrem Schlafe zu beobachten, und genaue Untersuchungen darüber sind vor nicht langer Zeit von einem meiner Freunde veröffentlicht worden. Sobald das Thier schläft, so werden seine Athemzüge so selten und so sanft, daß es kaum möglich ist, sie zu beobachten; das Herz schlägt nur äußerst schwach und kaum fühlbar. Unmittelbar nach dem Einschlafen sinkt auch die Eigenwärme des Thieres, und zwar allmählich so tief, daß sie kaum ein Weniges über der Temperatur des umgebenden Raumes sich erhält. So bleibt

das Thier während seines Schlafes. Sobald es aber erwacht werden die Athemzüge häufiger, der Herzschlag rascher und in kurzer Zeit steigt die Wärme höher und höher, bis sie den Punkt erreicht, auf welchem sie sich beim wachenden Zustande stationär erhält. Ob das Thier unmittelbar vorher gefressen habe, oder nicht, hat auf die nachfolgenden Erscheinungen durchaus keinen Einfluß; seine Temperatur sinkt beim Einschlafen in durchaus ähnlicher Weise.

Der Einfluß der Respiration auf Entwickelung der Wärme ist demnach nicht zu verkennen; allein es fragt sich, ob derselbe unmittelbar ist, ob der chemische Prozeß der Athmung selbst Wärme bildet, oder ob vielmehr diese Funktion nur mittelbar wirkt, indem sie mit anderen Thätigkeiten des Körpers in die engste Verbindung tritt.

Es kann nicht geläugnet werden, daß in dem Körper eine Oxydation der durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe vor sich geht. Betrachten wir die in dem Darmkanal aufgenommenen Substanzen ihrer allgemeinsten Zusammensetzung nach, so stellt sich heraus, daß alle eine bestimmte Quantität Sauerstoff enthalten, nie aber eine so große Menge dieses Elementes, daß sie hinreichend wäre, den Kohlenstoff und den Wasserstoff, der sich ebenfalls in den Nahrungsmitteln findet, vollständig zu verbrennen und in Kohlensäure und Wasser überzuführen. Auf der anderen Seite treten uns in den Auswurfsstoffen des Körpers, und namentlich in den gasförmigen Produkten der Respiration, diese zwei vollständig oxydirten Stoffe hauptsächlich entgegen; die Athmung liefert Kohlensäure und Wasser. Es muß demnach offenbar in dem Körper eine Verbrennung des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes auf Kosten des durch die Respiration zugeführten Sauerstoffes der Luft vor sich gehen, und daß Verbrennung Wärme entwickele, ist eine Thatsache, die nicht erst bewiesen zu werden braucht. Die erste Frage, welche hier gestellt werden muß, ist ohne Zweifel die: Genügt die auf die angegebene Weise entwickelte Wärmemenge, den Verlust, welchen der Körper beständig durch Ausstrahlen erleidet, zu decken?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ist es möglich, aus dieser beständigen Verbrennung zu erklären, warum wir in den verschiedensten Temperaturen der umgebenden Luft dennoch stets dieselbe Eigenwärme beibehalten, oder können noch andere Wärmequellen nachgewiesen werden?

Man hat approximativ so genau als möglich die Menge von Kohlenstoff zu bestimmen gesucht, welche in den Körper durch die Nahrungsmittel gelangt. Es müssen solche Berechnungen stets etwas Schwankendes haben; denn selten wohl findet man Leute, die sich zu einem durchaus regelmäßigen Regime hergeben wollen, die einen Tag um den andern genau dieselbe Quantität Speisen zu sich nehmen möchten, und ohne zu wechseln eine solche Lebensart Monate durchführen wollten. Unterscheidet sich doch, der Behauptung Beaumarchais' zu Folge, der Mensch neben anderen Charakteren gerade dadurch von den Thieren, daß er über den Durst trinkt, und oft auch mehr ißt, als er Hunger hat. Aus der Verproviantirung der dänischen Seeleute hat man berechnet, daß dieselben etwa 23 Loth Kohlenstoff in 24 Stunden verbrauchen, und für die englischen Seeleute gelangte man etwa auf die gleiche Zahl. Für die Gefangenen eines Zuchthauses, welche gemeinschaftlich und so viel wie möglich im Freien arbeiten, erhielt man den etwas geringeren Werth von 21 Loth und für Gefangene in Einzelhaft und Untersuchungsarrest die noch weit geringere Menge von 17 Loth, die auf eine zerstörende Unterdrückung und Niederhaltung des Lebensprozesses deutet. Aus dieser Verhältnißzahl schon kann man entnehmen, welche raffinirte Grausamkeit unser Zeitalter in Erfindung der lange fortgesetzten Einzelhaft bethätigte. Fand doch derselbe Beobachter, welcher diese niedrige Zahl des Kohlenstoffverbrauches für die Einzelgefangenen berechnete, nach derselben Methode für den Verbrauch einer Kompagnie Soldaten, deren Leben doch wahrlich nicht zu beneiden ist, ein Mittelzahl von beinahe 28 Loth täglich, also ¼ mehr als bei den Einzelgefangenen! Und solchen Zahlen gegenüber müht man sich noch ab, nachweisen zu wollen, daß Menschen durch die Einzelhaft gebessert und daß überhaupt diese Art und Weise der Behand-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lung den wohlthätigsten Einfluß auf ihre moralische Seite haben könne!

Kehren wir indeß zu unserem Gegenstande zurück. Man hat sich vielfach abgemüht, nachzuweisen, daß die Verbrennung der Kohlenstoffmenge, welche in den Körper eingeführt wird, hinreiche, um die Entwickelung von Wärme in demselben und den steten Verlust durch Ausstrahlung und Verdunstung zu decken.

Man ging dabei von dem Satze aus, daß eine gewisse Menge Kohlenstoff dieselbe Quantität Wärme entwickeln müsse, ob er nun direkt verbrannt werde, oder durch mancherlei Zwischenstufen verschiedenartiger Verbindungen dem Endziele der Verbrennung entgegen geführt werde. Allein gerade dieser Fundamentalsatz wird durch neuere Untersuchungen nicht bestätigt, während auf der anderen Seite die Quellen der Wärmeentstehung außerordentlich vermehrt werden durch die Erkenntniß, daß überhaupt gar kein Stoffumsatz, gar keine chemische Zersetzung, gar keine Bewegung der Moleküle stattfinden könne ohne gleichzeitige Entbindung von Wärme. Hat man dies einmal erkannt, so muß man einsehen, daß es unmöglich ist, auf experimentalem Wege das Maß der inneren Wärmeentwickelung im Körper anzugeben. Die Resultate der Ernährung, die wir erst in ihren Summen vor uns sehen, sind aus einer unendlichen Menge kleiner Pöstchen zusammengesetzt, deren Maß eben seiner Kleinheit wegen sich unseren Untersuchungsmitteln entzieht. Jedes Blutkörperchen, jedes Fäserchen, jedes Tröpfchen Flüssigkeit im Körper ist in beständiger Bewegung, in stetem Umtausche, in unausgesetzter Zerstörung und Neubildung begriffen. Jeder dieser Prozesse, an unendlich kleinen Theilen vor sich gehend, entwickelt eine unmeßbar kleine Menge von Wärme, deren Summe uns erst in für unsere Instrumente zugänglicher Größe entgegentritt. Aus eben so kleinen Posten summirt sich auch der Verlust, den der Körper durch Verdunstung von Flüssigkeiten, durch Verflüssigung fester Theile, durch Ausstrahlung und ähnliche Prozesse erleidet, und hier auch tritt uns erst die Summe dieser vielen unendlich kleinen Wirkungen entgegen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hat man sich diese Verhältnisse einmal klar gemacht, so hat man sich schon gewissermaßen die Frage beantwortet, an welchen Ort denn der Heerd der Wärmeerzeugung hinzusetzen sei. Die ältere Meinung, welche namentlich seit Lavoisier gäng und gäbe geworden war, schien freilich die einfachste und ungezwungenste. Nach dieser fand die Verbrennung in der Lunge Statt; das venöse Blut kreiste, mit verbrennlichen Stoffen angefüllt, in der Lunge, trat dort in Wechselwirkung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre; was verbrennen konnte, verbrannte, und das durch diesen Prozeß erhitzte arterielle Blut verbreitete sich nun in dem ganzen Körper, überall hin seine Wärme tragend und vertheilend. Die Lungen waren demnach der thierische Ofen, und wie in einem mit Wasserheizung versehenen Hause vertheilten sich die dort zusammenlaufenden Heizröhren nach allen Theilen des Körpers.

Manche Umstände jedoch ließen sich schwer mit dieser Annahme vereinigen, und namentlich darf man unter diesen die Temperatur der Lungen selbst in Anschlag bringen. Die Hitze müßte in diesen sehr groß, jedenfalls um einige Grad höher sein, als in den übrigen Theilen des Körpers. Die Erfahrung sagt hier das Gegentheil; die Lungen sind nicht wärmer als der Magen und alle anderen Eingeweide, welche in verschlossenen, wohlgeschützten Räumen liegen. Man hätte die aus dieser Thatsache abzuleitenden Schlußfolgerungen zwar noch umgehen können; mit dem Augenblick aber, wo durch den Versuch nachgewiesen wurde, daß Thiere auch in anderen Gasarten als Sauerstoff Kohlensäure ausathmen; daß die Kohlensäure in dem Blute schon existirt, ehe dieses nur in den Lungen ankommt und daraus dargestellt werden kann; mit diesem Augenblick, sage ich, mußte das ganze theoretische Gebäude fallen. Die Lungen konnten nicht mehr das Organ sein, in welchem die Kohlensäure gebildet wird, und da der eben erwähnten Ansicht nach die Erzeugung dieses Oxydes die Ursache der Erwärmung des Körpers war, so mußte auch nothwendig der Ort, wo diese vor sich geht, aus den Lungen verlegt und anderen Organen vindicirt werden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn indeß auch die Lungen der alleinige Wärmeheerd nicht sind, so muß dennoch zugestanden werden, daß wenigstens ein geringer Grad von Wärme darin entwickelt werden müsse. Folgende Umstände scheinen eine solche Annahme durchaus gebieterisch zu verlangen.

Die Luft, welche wir einathmen, hat im Durchschnitt in unseren Zonen eine Temperatur von 10 bis 12 Graden, im Sommer mehr, im Winter weniger. Selten nur haben wir Hitzegrade, wo die Luft so warm wäre, als unser Körper. Die ausgeathmete Luft hingegen hat die Temperatur unseres Körpers, sie ist demnach innerhalb der Lungen bis auf diesen Grad erwärmt worden; die Lungen müssen eine gewisse Quantität Wärme durch diese Abgabe verloren haben, die um so größer ausfällt, je kälter die äußere Temperatur ist. Im Winter muß demnach dieser Verlust an Wärme weit bedeutender sein, als im Sommer, und je weiter im Norden wir leben, um so mehr muß er zunehmen, während umgekehrt, gegen den Aequator hin, dieser Verlust mehr und mehr abnimmt.

Ferner ist die Luft, die wir einathmen, nur sehr selten mit Wasserdampf gesättigt. Sie ist wohl nie vollkommen trocken, allein eben so selten auch tritt der entgegengesetzte Fall ein. Die ausgeathmete Luft dagegen ist vollkommen mit Wasserdampf gesättigt, und dieser Dampf kann nur durch Verdunstung der innerhalb der Lungen befindlichen Flüssigkeiten, d. h. des Blutes, geliefert werden. Nehmen wir nun auch an, daß ein Erwachsener täglich nicht mehr als ein halbes Pfund Wasserdampf in seinen Lungen bilde (eine Annahme, die nach den jetzt vorliegenden Thatsachen eher zu gering, als zu hoch ist), so erhalten wir dadurch ein Abkühlungsmoment, welches noch viel bedeutender einwirken dürfte, als die Erhitzung der eingeathmeten Luft. Denn es ist bekannt, daß ein fester Körper, welcher flüssig wird, oder eine Flüssigkeit, welche sich in Dampf verwandelt, einer bedeutenden Quantität Wärme bedarf, um in ihren neuen Zustand überzugehen; daß diese Wärme, welche man die latente nennt, sich an dem Thermometer nicht mehr fühlbar macht, und daß

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

somit die Verdampfung einer gewissen Quantität Wasser in den Lungen eine bedeutende Abkühlung dieser letzteren erzeugen müsse. Diese Abkühlung aber kann in der That nicht nachgewiesen werden; die Lungen haben dieselbe Temperatur, wie alle inneren Organe des Körpers, für welche diese außerordentlichen Momente der Abkühlung nicht eintreten, und es kann demnach mit vollem Rechte aus dieser Thatsache gefolgert werden, daß in den Lungen noch eine besondere Wärmequelle existiren müsse, welche, trotz des Umstandes, daß ihnen beständig Wärme entzogen wird, sie doch auf einer constanten Temperatur erhält.

Die Schwierigkeit, diese Quelle zu bestimmen, fällt in die Augen. Die bis jetzt vorhandenen Thatsachen können auf keine solche leiten, zumal da der Präexistenz der Kohlensäure in dem dunkeln, venösen Blute wegen die unmittelbare Verbrennung des Kohlenstoffes in den Lungen nicht statuirt werden kann. Vielleicht indeß, daß diese Thatsache nicht absoluten Werth hat, und daß zwar ein Theil der Kohlensäure schon fertig zugeführt wird, ein anderer aber erst in den Lungen sich bildet. Auffallend ist es wenigstens, daß bei alten Leuten, bei welchen die Intensität der Respiration bekanntlich sehr abnimmt, sich beinahe regelmäßig in den Lungen schwarze Massen absetzen, welche fast nur aus reinem Kohlenstoffe bestehen. Diese Absätze von Kohlenstoff sind nicht allein krankhafte, geschwulstartige Anhäufungen, die man unter dem Namen von Melanosen schon seit langer Zeit kennt; — sie erscheinen vielmehr in Form eines feinen Pulvers, das im Lungengewebe selbst sich anhäuft, und oft dasselbe so erfüllt und in so hohem Grade unwegsam macht, daß es Aerzte giebt, welche den Tod der Alten zum großen Theile dieser Anhäufung von Kohlenstoff in den Lungen zuschreiben. Sieht es nicht aus, als wenn hier der Kohlenstoff, der bei der langsamen und unvollständigen Respiration in den Lungen nicht verbrennen konnte, in seiner ursprünglichen Form in dem Gewebe abgelagert würde?

Eine unzweifelhafte Quelle der Wärmeentwickelung im menschlichen und thierischen Körper ist noch außerdem in der Bewegung zu finden; allein leider erscheint auch hier die genaue

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bestimmung dieses Faktors eben so schwierig und in ungemein weiten Grenzen schwankend, als die Anerkennung der Thatsache an sich allgemein ist. Angestrengtes Umherlaufen und Bewegung der Füße wärmt diese mehr und nachhaltiger, als Annäherung an das Kamin, und bei Arbeiten im Freien während des Winters befinden wir uns wohl in Kleidern, die in der Ruhe uns kaum vor dem Erfrieren schützen würden. Der Einfluß der Bewegung ist sicher schon ein durchaus unmittelbarer; der Armmuskel eines Mannes, welcher Holz sägt, erwärmt sich durch die anhaltenden Contraktionen, die er macht, um mehr als einen Grad über seine gewöhnliche Temperatur, es kann somit nicht in Zweifel gestellt werden, daß die Muskularbewegung an sich schon Wärme erzeugen müsse. Vielleicht ist auch gerade in den Zusammenziehungen des Herzens die Quelle der dort entwickelten Wärme zu suchen. Wenn es überhaupt wahr ist, daß die linke Herzkammer der wärmste Theil des Körpers sei, so ist nicht außer Augen zu lassen, daß das Herz ein in beständiger heftiger Bewegung begriffener Muskel ist, und daß gerade das linke Herz die größte Masse besitzt und die lebhaftesten und kräftigsten Zusammenziehungen ausführt.

Nicht nur durch unmittelbare Erzeugung von Wärme aber wirkt die Bewegung, sondern auch mittelbar durch Anfeuerung aller Funktionen des Körpers. Lebhaftes Springen, Laufen, jede Anstrengung der Muskelkraft überhaupt beschleunigt die Athmung, wirkt dadurch belebend auf die Thätigkeit des Herzens ein, und fördert somit durch Anregung des Kreislaufes den Blutumlauf und den Stoffwechsel. Das Blut kreist schneller durch die Organe, die Metamorphose wird lebhafter, eben weil in schnellem Umschwunge das Blut der in der Ernährung gebildeten Auswurfsstoffe sich mit größerer Raschheit entledigen kann. Das Capillargefäßsystem der Organe ist aber, wie wir schon früher ausgeführt haben, der Sitz der chemischen Prozesse; in dem Gewebe der Organe selbst, das von den vielfachen feinen Röhren der Haargefäße durchzogen ist, geht jener Stoffwechsel vor sich, den wir als Ernährung bezeichnen und dessen Hauptaufgabe

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bildung neuer organischer Formelemente und Zurücknahme aller verbrauchter Stoffe ist. Da, wo der Sitz der chemischen Prozesse des Körpers ist, muß aber auch der Heerd seiner Wärme sein; denn die chemischen Verbindungen sind es hauptsächlich, welche Wärme entwickeln. Sonach dürfen wir denn auch dreist behaupten, daß der Ernährungsprozeß der Organe es sei, welcher die Quelle der thierischen Wärme liefert, und es liegen Thatsachen in hinreichender Zahl vor, welche beweisen, daß man sich die Wärme des menschlichen Körpers nicht so vorstellen muß, wie von einem einzelnen Punkte ausgehend, sondern daß vielmehr seine Temperatur das Resultat aller jener kleinen Wärmemengen ist, welche in jedem Momente des Körpers an allen Punkten seiner Theile produzirt werden. Man kann mit dem Thermometer in der Hand nachweisen, daß entzündete Theile eine höhere Temperatur besitzen, daß mithin die Empfindung von Hitze, welche bei jeder nur irgend wahren Entzündung sich einstellt, nicht nur auf einem subjektiven Gefühle der Nerven beruht, sondern in der That einen objektiven Grund besitzt. In entzündeten Theilen aber ist der Stoffwechsel in hohem Grade bethätigt, das Blut kreist vielleicht nur ganz im Anfange, sobald die Entzündung noch auf dem bloßen Stadium der Congestion stehen bleibt, schneller als im normalen Zustande. Später stockt das Blut völlig in den gelähmten Capillargefäßen, sein Plasma tritt aus in die umgebenden Theile, und bald entstehen nun Neubildungen verschiedener Art, je nachdem der Prozeß der Entzündung mehr zu diesem oder jenem Ausgange neigt. Während der ganzen Zeit, wo dieser Prozeß dauert, ist auch die Temperatur des Theiles bedeutend erhöht, und somit eine selbstständige Produktion von Wärme einzig durch die im Innern des entzündeten Theiles vorgehenden chemischen Metamorphosen durchaus außer Zweifel gestellt.

Man darf indeß diese erhöhte Wärme, welche sich nicht nur dem Gefühle des Kranken, sondern auch dem Thermometer kund giebt, nicht allzu hoch anschlagen, wenn sie gleich für den Kranken oft ungemein quälend ist. Die Empfindung von Wärme

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

oder Kälte, welche ein Individuum hat, hängt weit mehr von dem Zustande seines Nervensystemes, als von dem wirklichen Temperaturunterschiede ab. Wir werden in einem späteren Briefe sehen, daß die Hautnerven lediglich mit der Vermittelung des Wärmegefühls betraut sind, und daß in Folge krankhafter Zustände in dieser Beziehung große Irrthümer Statt finden können, lehrt die ärztliche Erfahrung. Bei dem Wechselfieber wechseln bekanntlich drei scharf abgeschnittene Stadien regelmäßig mit einander ab. Der Kranke bekömmt einen Frostanfall, gegen den Decken und warme Krüge nicht schützen; dann folgt trockene Hitze, und endlich bricht reichlicher Schweiß aus, der den Anfall endet. Schiebt man ein Thermometer in die Achselhöhle (der geeignetste Ort, um an Erwachsenen Untersuchungen dieser Art anzustellen), so sieht man, den Empfindungen der Kranken gerade entgegengesetzt, das Quecksilber noch vor dem Beginne des Frostanfalles steigen und dies Steigen während des Frostes fortdauern. Gegen das Ende des Schüttelfrostes, wo der Kranke vor Kälte am ganzen Leibe zittert und mit den Zähnen klappert, erreicht der Thermometer seine größte Höhe und zeigt somit statt einer Verminderung eine Vermehrung der inneren Wärme im Froststadium an; im Hitzestadium ist es von dieser Höhe schon wieder herabgesunken, und dieses Sinken dauert fort, bis an dem Ende des Anfalles das Thermometer seine normale Höhe wieder erlangt hat. Man sieht also, daß man wohl unterscheiden muß zwischen dem subjektiven Wärmegefühl, welches beim Individuum auch unabhängig von äußeren Einflüssen in verschiedener Weise entwickelt werden kann, und dem objektiven Wärmegrade, den unsere Instrumente anzeigen. Ein ähnlicher Unterschied ist auch zu machen in den Empfindungen, welche die berührende Hand uns selber mittheilt. Die Aerzte unterscheiden mit vollem Rechte verschiedene Arten von Hitze, die oft auf verschiedene Krankheitsprozesse deuten. Bei manchen Kranken empfindet die aufgelegte Hand eine unangenehme stechende Hitze, bei anderen eine Vermehrung der Temperatur, die aber kein unangenehmes Gefühl erregt, bei noch anderen endlich scheint

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Temperatur kaum verändert. Es ist möglich, daß das Thermometer bei den drei so verschiedenen Kranken durchaus denselben Grad der Temperatur angiebt. Die Haut in ihren verschiedenen Zuständen der Spannung und Erschlaffung, der Blutleere und der Blutfülle hat offenbar eine verschiedene Leitungsfähigkeit für die Wärme, und hiernach, nicht nach dem wirklichen Wärmegrade, urtheilt unsere fühlende Hand. Man lege ein Stück Eisen und ein Stück Holz neben einander auf einen geheizten Ofen, bis beide dessen Temperatur angenommen haben. Man wird das Holz mit der bloßen Hand anfassen und bei Seite legen können, während man sich an dem Eisen verbrennt, und dennoch wird das Thermometer genau denselben Wärmegrad für beide anzeigen. Wir fühlen mit unserer Hand nicht nur den Unterschied der Temperatur, wir sind auch empfindlich für die absolute Menge von Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einem Körper auf uns überströmt. Das Eisen aber, ein guter Leiter, giebt unmittelbar bei der Berührung eine große Wärmemenge ab, die aus dem Holze erst nach längerer Zeit überströmt. Die verschiedene Wärmeempfindung, welche wir bei der Berührung von Kranken haben, die dem Thermometer doch dieselbe Wärme anzeigen, beruht sicherlich auf demselben Grunde.

Sollen wir nun unsere Untersuchungen über die Erzeugung der Wärme im thierischen Körper zusammen fassen, so sehen wir, daß in dieser Erzeugung selbst gewissermaßen das Resultat aller verschiedenen Lebensprozesse gegeben ist, und daß die Wärme selbst eine höchst veränderliche Größe ist, zusammengesetzt aus einer Menge veränderlicher Faktoren, deren Einzelsummen oft der unmittelbaren Beobachtung sich entziehen. Nicht nur der Stoffwechsel allein findet seinen Ausdruck in dieser Wärmeerzeugung; auch alle übrigen dem Nervenleben angehörigen Prozesse üben mittelbar durch Niederhaltung oder Anfeuerung des Stoffwechsels ihren Einfluß in dieser Beziehung aus. Es ist keine leere Phrase, wenn man sagt, daß man sich von begeisternder Rede erwärmt, von langweiligem Geschwätze erkältet fühle.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Anregung erhöhter Thätigkeit des Gehirnes bedingt schnelleren Stoffwechsel in diesem Organe selbst, schnelleren Blutlauf, erhöhte Thätigkeit in allen Organen des Körpers und damit auch erhöhte Wärme.

Zum Beschlusse dieses Briefes muß ich nun einer Hypothese erwähnen, die noch jetzt in vielen Köpfen spuckt und deren leicht vorauszusehender Tod erst dann erfolgen wird, wenn die hier entwickelten Ansichten durch genaue experimentelle Thatsachen ihre Bestätigung gefunden haben werden. Diese Hypothese besteht einfach darin, daß man den Nerven oder dem unbekannten Räthsel der Lebenskraft die Erzeugung der thierischen Wärme zuschreibt. Wie man ersteren noch eine solche Funktion ertheilen könne, ist mir unbegreiflich. Ein Glied, an welchem man die Nerven durchschnitten hat, behält darum nichts desto weniger so lange seine normale Temperatur bei, als die Ernährung nicht unter der Lähmung leidet. Den Effekt des Sinkens der Temperatur in diesem Falle aber den Nerven zuschreiben zu wollen, ist durchaus unthunlich. Es ist bekannt, daß Glieder, deren Bewegung aus einem oder dem anderen Grunde lange Zeit nicht geübt wurde, in ihrer Ernährung abnehmen und magerer werden; bei Beinbrüchen kann man alltäglich die Erfahrung machen, daß auch das gesunde Bein während des langen Liegens im Bett bedeutend abgemagert ist. Bei Klumpfüßen, wo durch die Difformität des Fußes die Wadenmuskeln ganz außer Thätigkeit kommen, schrumpfen diese ein, ohne daß nur die Nerven im mindesten krankhaft affizirt wären, und die Ernährung nimmt so ab, daß die Kranken beständig Kälte an dem unförmigen Fuße empfinden. Der gleiche Fall tritt bei Lähmungen und Durchschneidungen der Nerven ein, das geringe Sinken in der Temperatur des betreffenden Theiles, das meist erst nach Monate langer Aufhebung des Nerveneinflusses eintritt, kann nur dem Leiden der Ernährung im Ganzen zugeschrieben werden. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur vergleichende Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei dem einen die Blutgefäße der Extremitäten unterbindet, bei dem andern die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nerven durchschneidet. In dem Fuße, wo man die Circulation des Blutes unmöglich gemacht hat, kann man die Abnahme der Temperatur von Stunde zu Stunde mit dem Thermometer in der Hand konstatiren; da wo der Nerveneinfluß aufgehoben wurde, ist keine solche Abnahme bemerklich.

Die Lebenskraft endlich gehört zu der Zahl jener Hinterthüren, deren man so manche in der Wissenschaft besitzt und die stets der Zufluchtsort müssiger Geister sein werden, welche sich die Mühe nicht nehmen mögen, etwas ihnen Unbegreifliches zu erforschen, sondern sich begnügen, das scheinbare Wunder anzustaunen. — Die Medizin ist besonders erfinderisch in dieser Beziehung. Guter Gott! was sollte aus der Praxis werden, wenn wir nicht den Rheumatismus, die Hypochondrie und Hysterie hätten; drei jener Rumpelkammern, in welche wir alles werfen, von dem wir nichts Genaueres wissen. Als man die Elektrizität noch nicht kannte, hielt man den Donner für eine übernatürliche Erscheinung, je weiter man aber in der Kenntniß der Natur fortschritt, desto mehr schwand das Geheimnißvolle. Ein gleiches Verhältniß haben wir in der Physiologie; die Lebenskraft ist jenes unbekannte X, das überall im Hintergrunde steht, das stets ausweicht, wo man es fassen will, und dessen Reich um so weiter zurückgedrängt wird, je weiter voran die Wissenschaft ihre Fackel trägt. Noch zu Anfange unseres Jahrhunderts gab es keine Funktion des Körpers, worin nicht dies unbekannte Element der Lebenskraft eine bedeutende Rolle gespielt hätte, die Berufung auf sie zur Erklärung einer vorliegenden Thatsache hat jetzt schon keinen wissenschaftlichen Werth mehr, sie ist nur eine Umschreibung der Unwissenheit.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf