

H. 133.

WZ

Die  
**thierische Eigenwärme**  
und deren Erhaltung.

Von

**Prof. Hermann v. Meyer**  
in Frankfurt a. M.



Hamburg.

Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. (vormals F. F. Richter).

1891.

zwe

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Druck der Verlagsanstalt und Druckerei Actien-Gesellschaft  
(vormals J. F. Richter) in Hamburg.



Unter den mancherlei äußeren Einflüssen, welchen der organische Körper ausgesetzt ist, befindet sich einer, welcher denselben niemals und unter keinen Verhältnissen verläßt und sich daher beständig an demselben geltend macht. Es ist dieses die Temperatur des umgebenden Mediums, welches für den bei weitem größten Theil der höheren Thiere die atmosphärische Luft ist. Insoferne als der organische Körper eine Anhäufung einer gewissen Menge von Materie ist, muß er sich nach bekannten physikalischen Gesetzen in seiner eigenen Temperatur mit derjenigen seiner unmittelbaren Umgebung in Gleichgewicht setzen. Ganz entgegen diesem Gesetze finden wir aber die merkwürdige Thatsache, daß der Körper der sogenannten warmblütigen Thiere stets eine Eigenwärme von ungefähr  $37^{\circ}$  Celsius\* behauptet, während doch in unserem Klima die Temperatur der Luft zwischen  $20^{\circ}$  minus und  $30^{\circ}$  plus sich zu bewegen pflegt, in anderen Klimaten aber diese Grenzen nach oben, beziehungsweise nach unten bedeutend überschreiten kann; melden uns doch Afrika-reisende von  $35^{\circ}$  plus im Schatten und Polarreisende von  $50^{\circ}$  minus.

Vollständig unabhängig ist indessen doch die Eigenwärme des Organismus gegenüber der Lufttemperatur keineswegs, wie

\* Alle Temperaturangaben in dem Folgenden sind nach Celsius.

Versuche, welche für diesen Zweck angestellt wurden, gezeigt haben. Berger und de la Roche setzten sich für einige Minuten einer trockenen Wärme von  $80-87^{\circ}$  aus und erfuhren eine Zunahme ihrer Körperwärme (unter der Zunge gemessen) auf  $42-43^{\circ}$ ; andererseits fand Davy, als er sich längere Zeit einer Temperatur von  $0^{\circ}$  aussetzte, eine Verminderung seiner Körperwärme auf  $35^{\circ}$ . — Beide Beobachtungen zusammen geben also einen durch die äußere Temperatur veranlaßten Unterschied der Eigenwärme des Körpers von  $7-8^{\circ}$ . Mit Rücksicht auf den außerordentlich großen Unterschied der für die Versuche gewählten Lufttemperaturen erscheinen diese  $7-8^{\circ}$  indessen doch verhältnißmäßig sehr gering. Immerhin aber werden wir dadurch belehrt, daß doch ein gewisser Wärmeaustausch zwischen dem Körper und der äußeren Luft stattfindet und daß es sich dadurch erklärt, warum die für die Eigenwärme des Körpers aufgestellte Zahl  $37^{\circ}$  nach Individualität oder zufälligen äußeren Umständen um einige Zehntelgrade schwanken kann.

Daß größere Störungen der Eigenwärme mit mehr oder weniger großen Nachtheilen für den Organismus verbunden sein müssen, läßt sich ohne weiteres vermuthen und wird auch durch die Erfahrung bestätigt; und ebenso ist auch anzunehmen, daß ein gedeihliches Leben des Organismus nur innerhalb gewisser engerer Grenzen der äußeren Temperatur möglich ist, welche die Erhaltung der Eigenwärme auf ungefähr  $37^{\circ}$  leicht gestatten. Als den durch solche Grenzen eingeschlossenen Raum kann man die Wärmegrade zwischen  $10^{\circ}$  und  $20^{\circ}$  bezeichnen, und unsere Erfahrung rechtfertigt diese Aufstellung, denn unter  $10^{\circ}$  finden wir es kalt und über  $20^{\circ}$  finden wir es warm, d. h. für unser Wohlbefinden wird unter  $10^{\circ}$  zu viel und über  $20^{\circ}$  zu wenig von unserer Eigenwärme in das umgebende Medium übergeführt.

Wenn also einerseits festgestellt ist, daß der Grad der Eigenwärme des Körpers durch die Temperatur seiner Umgebung

beeinflusst werden kann, und wenn andererseits die Erfahrung lehrt, daß nur innerhalb der bezeichneten sehr engen Grenzen diese Beeinflussung sich mit dem Wohlbefinden des Organismus verträgt, so drängt sich die Frage auf, bis zu welchem Grade jene Grenzen nach oben und nach unten überschritten werden dürfen, ohne daß das Leben des Organismus vernichtet wird. — Auch für diese Frage giebt die Wissenschaft entsprechende Antwort. Beobachtung und Versuch haben nämlich ermittelt, daß das Leben erlischt, wenn die Eigenwärme des Körpers auf  $25^{\circ}$  hinabgedrückt ist, — und ebenso, wenn die Eigenwärme auf einige Grade über  $40^{\circ}$  hinaufgetrieben ist, indem nach Weikart bei  $42,6^{\circ}$  Eigenwärme das Blut in den Adern gerinnt und bei  $49^{\circ}$  die Muskeln durch Gerinnung absterben. Das Maximum der Schwankungen, welchen die Eigenwärme ausgesetzt sein darf, ohne daß der Tod eintritt, beträgt also nur etwa  $15^{\circ}$ , von welchen  $11^{\circ}$  unterhalb und etwa  $4^{\circ}$  oberhalb der für die Eigenwärme normalen  $37^{\circ}$  gelegen sind, — so daß die Grenzen der möglichen Bewegungen der Eigenwärme des lebenden Organismus den Raum von  $26—41^{\circ}$  umschließen.

Wenn wir nun mit diesem Ergebniß den Umfang der Lufttemperaturgrade vergleichen, welchen wir in unserem Klima unterworfen sind, so finden wir einen auffallend großen Unterschied. Halten wir nämlich fest an den im Früheren aufgestellten Werthen, so besitzt der Umfang unserer Lufttemperatur von minus  $20^{\circ}$  bis plus  $30^{\circ}$  den Werth von  $50^{\circ}$ , während der Werth des Umfanges der möglichen Eigenwärme des Körpers, wie soeben gezeigt, nur  $15^{\circ}$  beträgt; und zwar liegen diese  $50^{\circ}$  äußerer Temperatur mit Ausnahme der wenigen Grade von  $26^{\circ}—30^{\circ}$  alle tiefer als die möglichen Grade der Eigenwärme; der größte Theil dieser letzteren liegt also höher als das Maximum der Luftwärme unseres Klimas, welches nur von dem direkten Sonnenbrand überschritten wird. Wir bewegen uns daher stets

in einer Luft, deren Temperatur bedeutend tiefer steht als die Eigenwärme. Hieraus ist aber zu erschließen, daß die Erzeugung dieser Eigenwärme eine Leistung des Organismus selbst ist, eine Lebenserscheinung, welche geeignet ist, einer mit den Funktionen des Organismus nicht verträglichen Auskältung zu widerstehen. Es erscheint daher als nächste Aufgabe, nach den Quellen der Eigenwärme des lebenden Organismus zu forschen.

In dieser Beziehung lehrt uns nun die Physiologie, daß als Träger der Eigenwärme zunächst das in seinen Gefäßbahnen alle Theile durchströmende Blut zu erkennen ist, und daß dieses in seinem überaus schnellen Umlaufe alle Temperaturverschiedenheiten der einzelnen Theile des Organismus vollständig ausgleicht, so daß dieser ganz gleichmäßig durchwärmt erscheint. In gleicher Weise erzeugt bei der Warmwasserheizung das in Röhren umlaufende warme Wasser eine annähernd gleichmäßige Durchwärmung des ganzen Hauses. Das auf solche Weise verwendete Wasser hat aber als solches die Wärme nicht in sich, sondern es muß dieselbe erst einem Heizungsapparate entnehmen, welchen es in seinem Umlaufe immer aufs neue durchströmt. Dasselbe ist auch bei dem Blute der Fall. Auch dieses entnimmt seine Wärme zuerst gewissen in dem Organismus beständig wirkenden Quellen. Als solche sind aber anzusehen die verschiedenen chemischen Prozesse, welche im Verlaufe der Lebenserscheinungen auftreten und die Reibungen, welche infolge der Bewegungen der Theile aneinander zu stande kommen.

Die chemischen Quellen der Wärme in dem lebenden Organismus finden ihr Bestehen zunächst darin, daß alle Lebensvorgänge mit Zersetzen der Substanz derjenigen Organe verbunden sind, durch welche sie in die Erscheinung treten. Besonders ausgezeichnet sind in dieser Beziehung die absondernden Drüsen und die Muskeln. Das Zustandekommen dieser Zersetzungen ist schon für sich eine sehr wichtige Wärmequelle; deren

Bedeutung wird aber noch wesentlich erhöht durch die Art und Weise, wie die Produkte dieser Zersetzungen aus dem Körper entfernt werden. Sie verbinden sich nämlich mit dem durch die Athmung in das Blut aufgenommenen Sauerstoff und werden dadurch in die beiden Stoffe Wasser und Kohlensäure umgesetzt, welche dann auf verschiedenen Wegen, namentlich aber durch die Lungen und die Haut ausgeschieden werden. Da nun aber diese Umwandlung in Wirklichkeit derselbe Prozeß ist, wie der Prozeß der Verbrennung, so ist es begreiflich, daß dieselbe eine überaus wichtige Quelle der Eigenwärme werden kann und muß; ist sie doch recht eigentlich eine innere Heizung des Körpers durch Verbrennung von Heizungsmaterial. Nach einer von angesehenen Seite aufgestellten, gegenwärtig freilich vielfach angezweifeltten Ansicht sollen auch gewisse Nahrungsmittel, welche sehr reich an Kohlenstoff sind, wie Fett, Mehl, Alkohol, sobald sie in das Blut gelangen, in diesen Verbrennungsprozeß hereingezogen werden und dadurch ihren Hauptwerth als Heizungsmaterialien für den Organismus finden.

Reibungen, welche wärmeerzeugend wirken, sind namentlich gegeben durch die Bewegungen der Muskeln und das Gleiten ihrer Sehnen, durch die Reibung der Lungen an der Brustwand beim Athmen, durch die Bewegung der Blutmasse innerhalb ihrer Gefäße &c.

Indem das Blut in seinem Umlaufe [durch die thätigen Muskeln und Drüsen und durch die übrigen Wärmequellen deren Wärme aufnimmt und mit derselben befrachtet die anderen Theile des Körpers, welche nicht eigene Wärmeerzeugung haben, durchströmt, durchwärmt es auch diese zugleich und zwar um so mehr, je mehr Wärme es hat aufnehmen können und je größer seine Menge überhaupt und insbesondere in den betreffenden Theilen sich zeigt. Die größte Eigenwärme muß also ein Organismus erkennen lassen, welcher durch gute Ernährung eine reichliche

Blutmenge besitzt und starke Muskelbewegung ausführt. Beweis dafür liefert die tägliche Erfahrung, daß eine reichliche Mahlzeit eine stärkere allgemeine Erwärmung zur Folge hat und daß uns bei starker Muskelthätigkeit sehr warm wird. Direkter sprechen dafür die Thatsachen, daß nach stärkeren Blutverlusten, z. B. nach Verwundungen, die Eigenwärme von  $37^{\circ}$  bis auf  $35\frac{1}{2}^{\circ}$  sinken kann, — und daß andererseits bei dem Wundstarrkrampf, in welchem in rascher Folge eine Reihe heftigster allgemeiner Krämpfe den Patienten befällt, dessen Eigenwärme bis auf  $42^{\circ}$  und darüber bis zum tödtlichen Maximum steigen kann. Den schlagendsten Beweis dafür, daß wirklich gute Ernährung und Muskelthätigkeit die Hauptquelle der Eigenwärme sind, liefern aber die Versuche von Chossat, welcher Thieren Nahrung und Möglichkeit der Bewegung entzog und dann fand, daß bei diesen schon in sehr kurzer Zeit selbst bei einer Lufttemperatur von plus  $12^{\circ}$  bis  $18^{\circ}$  die Eigenwärme auf das tödtliche Minimum von  $25^{\circ}$  hinabging.

Der Organismus erzeugt also beständig eine je nach Umständen etwas größere oder etwas geringere Eigenwärme, welche im beständigen Austauschverkehr mit der Temperatur der umgebenden Luft steht, und da diese letztere als Regel niedriger ist als die Eigenwärme, so wird dieser Verkehr vorzugsweise darin bestehen, daß Eigenwärme nach außen abgegeben wird, wodurch sich auch die bekannte Erfahrung erklärt, daß überfüllte Zimmer und namentlich Tanzlokale, in welchen lebhafteste Muskelthätigkeit geübt wird, gar bald unangenehm warm werden.

Wie schon erwähnt, ist eine Lufttemperatur von plus  $10^{\circ}$  bis  $20^{\circ}$  für den Organismus die gedeihlichste, d. h. bei dieser findet eine Art von Gleichgewicht in der Weise statt, daß die Quellen der Eigenwärme genügen, den Abgang, welchen die um  $20^{\circ}$  bis  $25^{\circ}$  kühlere Luft dem Körper entzieht, vollständig zu ersetzen. — Bei höherer oder niederer Lufttemperatur ist indessen dieses Gleichgewicht



gestört. Bei höherer als plus 20° wird dem Körper zu wenig Wärme entzogen und bei einer solchen von über 37° wird ihm sogar noch Wärme von außen mitgetheilt; — bei niederer als plus 10° dagegen und gar bei einer solchen unter dem Gefrierpunkt wird ihm zu viel Wärme entzogen, ohne daß er im stande ist, den Abgang genügend zu ersetzen.

Die hier angegebenen Zahlen sind indessen nicht so anzusehen, als ob sie absolut genau gewisse Grenzen anzugeben im stande wären. Sie können vielmehr nur eine annähernde Genauigkeit haben, weil in ihrer Aufstellung nur die Temperatur der äußeren Luft allein maßgebend ist, während doch noch andere Verhältnisse derselben in Verbindung mit der Temperatur einen Einfluß auf den Organismus geltend machen, nämlich ihre Bewegung und ihr Wassergehalt (Feuchtigkeitsgrad).

Ist die Luft bewegt, d. h. trifft den Körper mehr oder weniger Wind oder Durchzug, so ist die Folge davon, daß immer wieder neue kühlere oder kältere Luft mit seiner Oberfläche in Berührung tritt und ihm Wärme entzieht und zwar um so mehr, je mehr die Luftströmung, die Kleider durchdringend, in die unmittelbare Nähe der Haut gelangen kann. Ein steter Wechsel der Luft befördert ferner auch die Verdampfung der beständig an die Oberfläche der Haut hervortretenden leichten Wasserausscheidung und wirkt auch dadurch wärmeentziehend. — Bewegte Luft vermehrt daher den Eindruck kälterer äußerer Temperatur und vermindert den Eindruck wärmerer. Die Grenzen der dem Organismus angemessenen Lufttemperatur werden dadurch nothwendig etwas nach oben verschoben und dürften dann etwa auf 15° bis 25° anzunehmen sein statt auf 10° bis 20°.

Als regelmäßiger Bestandtheil der Atmosphäre ist außer den dieselbe bildenden Gasen (Sauerstoff und Stickstoff), sowie etwaigen zufälligen Beimengungen stets noch eine gewisse Menge von Wasserdampf in Gasgestalt zu finden. Von dieser Thatsache

kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen kalten Gegenstand in wärmere Luft bringt, denn man sieht alsdann den vorher unsichtbaren Wassergehalt der Luft in tropfbar flüssiger Gestalt auf der Oberfläche des kalten Gegenstandes sich niederschlagen. Dieser Wassergehalt der Luft rührt her von der Verdampfung des vielen freien Wassers, welches sich überall findet und von dem Wasserdampfe, welchen pflanzliche und thierische Organismen beständig an die äußere Luft, abgeben. — Im allgemeinen kann wärmere Luft mehr Wasserdampf in sich auflösen als kältere Luft; aber diese letztere ist darum doch im Stande eine nicht unbeträchtliche Menge von Wasser in sich aufzunehmen, wenn ihr solches z. B. bei Regenwetter geboten wird. — Wasser ist aber ein besserer Wärmeleiter als Luft und entzieht deshalb bei der Berührung mit der Haut dem Körper in energischerer Weise seine Eigenwärme; daher erscheint uns kaltes Wasser kälter als Luft von der gleichen Temperatur. — Dagegen erscheint uns warmes oder laues Wasser wärmer, als Luft von gleicher Temperatur, weil es die abkühlende Verdampfung an der Hautoberfläche hemmt. Eine mit Wasserdampf gesättigte, kältere oder kühlere Luft berührt uns deswegen empfindlicher, als es nach dem Stande des Thermometers zu erwarten ist, und wir nennen sie „rauh“. In gleicher Weise läßt uns auch eine mit Wasserdämpfen gesättigte Luft die äußere Wärme unangenehmer empfinden, als möglichst trockene Luft von gleichem Thermometergrade, und wir nennen sie „schwül“. Feuchte Luft beschränkt deswegen das Gebiet der zuträglichen äußeren Temperatur an seinen beiden Enden und verkleinert deswegen dessen Umfang je nach Umständen in höherem oder geringerem Maße.

Trotz der unter allen Verhältnissen sehr engen Grenzen der dem Gedeihen des Organismus angemessenen Lufttemperatur sehen wir doch, daß sowohl unter der versengenden Gluth des

Äquators wie in den eisstarrenden Zonen der Polarländer Säugethiere und Vögel sich kräftigen Lebens und fröhlichen Gedeihens erfreuen und dabei stets, wie Untersuchungen bestätigt haben, eine gleichmäßige normale Eigenwärme behaupten; — und nicht minder müssen wir uns davon überzeugen, daß auch der Mensch unter diesen beiden so extrem einander gegenüberstehenden klimatischen Verhältnissen lebt, gedeiht und sich heimisch gemacht hat. — Hieraus ist aber zu erschließen, daß die Warmblüter in sich selbst die Möglichkeit finden, der zu starken Einwirkung extremer Lufttemperaturen zu widerstehen; und in Wirklichkeit zeigt es sich auch, daß ihnen hierfür mancherlei Hülfsmittel zu Gebote stehen.

Das einfachste Hülfsmittel ist für Menschen und Thiere in dem Vermögen der Ortsbewegung gegeben, wodurch sie in den Stand gesetzt sind, solche Vertlichkeiten aufzusuchen, in welchen sie den nachtheiligen Einflüssen weniger ausgesetzt sind. Gegen zu niedrige Temperatur werden windgeschützte und gedeckte Orte aufgesucht, wie Höhlen oder Gebüsche oder auch zum Verkriechen geeignete Haufen von Laub oder anderen vegetabilischen Abfällen. Gegen zu hohe Temperaturen aber werden schattige und zugige Orte gewählt; und auch wohl durch kalte Bäder eine allerdings nur vorübergehende allgemeine stärkere Abkühlung erzielt. Dem Menschen ist es außerdem noch vergönnt, daß er in geschlossenen Räumen auf künstlichem Wege angemessene Temperaturen zu erzeugen und zu genießen im Stande ist und daß er auch schon seine Wohnstätten so einzurichten vermag, daß sie ihm Schutz gegen die Angriffe des Klimas gewähren. Der Eskimo wohnt in künstlichen Erdhöhlen und der Neger in Hütten aus Holzstäben und Palmblättern.

Ein zweites sehr wirksames Mittel besteht darin, daß die Möglichkeit des gegenseitigen Einflusses der inneren und der äußeren Temperatur beschränkt oder auch möglichst gehemmt

wird. Dieses kann aber dadurch geschehen, daß die Oberfläche des Körpers in eine Luftschichte eingehüllt wird, welche als schlechter Wärmeleiter die Ausstrahlung der Eigenwärme in die kältere Luft erschwert und in gleicher Weise auch die Einwirkung höherer Wärmegrade auf die Körperoberfläche hemmt. Eine solche Luftschichte muß natürlich eine ruhende sein und dadurch gewissermaßen einen Bestandtheil des Körpers selbst bilden. Dieser Bedingung kann aber nur dadurch entsprochen werden, daß die der Körperoberfläche zunächst liegende Luftmasse durch widerstandleistende feste Gebilde verhindert wird in die Strömungen der Atmosphäre hineingezogen zu werden. In sehr vollkommener Weise wird dieses aber geleistet durch das Haarkleid der Säugethiere und durch das Federkleid der Vögel, bei welchen in den Zwischenräumen zwischen den Haaren beziehungsweise den Federn eine mehr oder weniger mächtige Luftschichte sich befindet, die Schutz gewährt nicht nur gegen Abgabe zu vieler Körperwärme an die Außenwelt, sondern auch umgekehrt gegen zu starke Einwirkung äußerer Wärme auf den Körper. Dem Menschen gewährt den gleichen Schutz allerdings nur für den Kopf das Haupthaar. Im übrigen ist er bekanntlich darauf angewiesen, den Vortheil, welchen Säugethiere und Vögel auf diese Weise genießen, durch seine Bekleidung zu erstreben, welche theils in ihrem Gewebe und in ihren Zwischenräumen, theils in dem Raume, der sie von der Körperoberfläche trennt, die einhüllende Luftschichte festhält. Je größer diese Luftschichte, um so größer ist auch der Schutz, den sie gewährt. Deshalb ist auch der Turban und der schleierumwickelte Hut ein ebenso guter Schutz gegen die zu starke Erwärmung des Kopfes in der Sonnenwärme, wie die wattirte Pelzmütze des Nordländers gegen Durchkältung des Kopfes, und ebenso hat der Neger in seinem wohlgepflegten Wollhaar einen kräftigen Schutz seines Kopfes gegen den afrikanischen Sonnenbrand. — Da der Zweck der

Kleidung eine Hemmung der Wärmestrahlung nach einer oder der anderen Seite hin sein soll, so ist auch eine möglichst helle Kleidung für beide Verwendungen das Angemessenste, weil die weiße Farbe ein viel schlechterer Wärmeleiter ist als die schwarze. — In Bezug auf Dichtigkeit und Färbung haben also unter den Säugethieren der Eisbär, der Jack und das Schaf das ausgezeichnetste Schutzkleid.

Die beiden bisher besprochenen Hülfsmittel beziehen sich nur auf Regelungen der Verkehrsmöglichkeit zwischen der Temperatur der Luft und der Eigenwärme des Körpers. Neben diesen besitzt aber der Organismus in seinen eigenen Lebensfunktionen eine Reihe von Hülfsmitteln, welche im Stande sind innerhalb gewisser Grenzen den nachtheiligen Einwirkungen unpassender äußerer Temperaturgrade zu widerstehen; und diese Hülfsmittel werden dadurch in die Erscheinung gerufen, daß die Haut, welche die oberflächliche Schichte des Körpers bildet, bis zu einem gewissen Grade von der äußeren Temperatur durchdrungen und somit direkt von außen her erwärmt oder ausgekältet wird.

Ist die äußere Temperatur eine zu hohe, so ist die nächste Folge der Durchwärmung der äußeren Haut eine Erschlaffung der in dieser reichlich vorhandenen Blutgefäße. Diese letzteren können deswegen dem von der Herzkraft mitgetheilten Drucke, unter welchem das Blut in den Gefäßen strömt, nicht genügend widerstehen und werden daher stark mit Blut erfüllt. Dem Auge bietet sich diese Blutfülle als mehr oder weniger starke Röthung dar, für den Organismus selbst wird sie aber von größter Wichtigkeit, indem auf ihr die Möglichkeit einer stärkeren Abkühlung desselben beruht. Fürs erste nämlich ist dadurch eine gewisse größere Menge von Blut an die Oberfläche gerückt und kann etwas von ihrer Wärme an die immerhin noch kühlere Atmosphäre abgeben, in ähnlicher Weise, wie ja auch ein zu warmes Getränk durch die Berührung mit dem angeblasenen

warmen Athem abgekühlt wird. Viel wichtiger wird aber eine andere Folge der Blutfülle. Innerhalb der Grenzen der als angemessenste erkannten äußeren Temperatur giebt nämlich das Blut der Hautgefäße eine gewisse Menge seines Wassers nach außen ab; diese Menge ist aber so gering, daß sie sogleich verdunstet. Von ihrem Vorhandensein kann man sich jedoch leicht überzeugen, wenn man die Hand an die kalte Fenster Scheibe bringt, denn sie schlägt sich dann in Gestalt vieler kleiner Tropfen auf diese nieder. Sind die Gefäße von Blut stark ausgedehnt, so enthalten sie einestheils eine größere Menge von Blut und anderentheils sind die ausgedehnten Gefäßwandungen dünner, die Abgabe von Wasser nach außen kann also auch leichter und reichlicher geschehen, so daß die Haut sich feucht anfühlt. Sehr bald aber kann dann auch unter Mitwirkung der Nerven eine so reichliche Wasserausscheidung eintreten, daß große Tropfen die Hautfläche bedecken und über sie abfließen, eine Erscheinung, die als Schwitzen hinlänglich bekannt ist. Es ist leicht verständlich, daß die Verdunstung des in solcher Menge ausgeschiedenen Wassers namentlich bei bewegter Luft im Stande ist, der Haut und dem in ihr umlaufenden Blute und somit auch dem ganzen Körper eine entsprechende Menge von Wärme zu entziehen, so daß dadurch das richtige Gleichgewicht zwischen innerer Wärmeerzeugung und äußerer Wärmeentziehung hergestellt wird. — Unterstützt werden diese Vorgänge noch dadurch, daß die mit stärkerer äußerer Wärme stets verbundene allgemeine Schlassheit lebhaftere Bewegungen vermeiden läßt, so daß die in den Muskelbewegungen gegebene Quelle innerer Wärmeerzeugung spärlicher fließt.

Wie wirksam auch der Schutz ist, welcher dem Organismus durch diese Verhältnisse gegen die Einwirkung äußerer Wärme gegeben ist, so genügt dieser doch nur bis zu einer gewissen Grenze. Ist die äußere Wärme nach Grad oder nach Dauer zu beträchtlich und findet dabei etwa auch noch stärkere Muskel-

thätigkeit statt, also stärkere innere Wärmeerzeugung, wie z. B. bei angestrenzter Feldarbeit im Sonnenbrand — oder findet lebhaftere innere Wärmeerzeugung durch andauernde starke Muskelthätigkeit statt, während engumschließende, sonnendurchwärmte Kleidung die Wärmeabgabe an die Luft hindert, wie z. B. bei militärischen Märschen, — dann kann die Eigenwärme die zulässige Höhe überschreiten und zu schwerer Erkrankung, ja zu plötzlichem Tode führen, welche Erscheinung als „Hitzschlag“ bezeichnet wird.

• Verwandt mit dieser Erscheinung ist die auffallende Thatsache, daß Verbrennungen und Verbrühungen der äußeren Haut oft mit Folgen verbunden sind, welche in gar keinem Verhältniß zu der Größe der Verletzung stehen. Eine Brandwunde, welche die Größe von zwei Handflächen hat, ist im Stande das Leben ernsthaft zu gefährden oder wenigstens schwere allgemeine Erkrankung zu veranlassen, während doch die Funktion eines so unbedeutenden Stückes der Haut ohne irgend einen Nachtheil entbehrt werden kann. Unter diesen Verhältnissen ist es unverkennbar, daß eine Brandwunde schon als solche ein mächtiger Eingriff in die Integrität des Organismus sein muß; und allerdings besitzen wir hierüber höchst belehrende Mittheilungen von Welfl,<sup>1</sup> welcher durch Versuche die Art dieses Eingriffes zu ermitteln suchte. Er tauchte die beiden Ohren eines Kaninchens in Wasser von 43° und erwärmte dieses allmählich bis auf 56°. Nach nicht voll einer Stunde war die Eigenwärme auf 42° gestiegen, es erfolgten allgemeine Krämpfe und unter diesen der Tod. In einem anderen Versuche erfolgte der Tod in etwas kürzerer Zeit ohne Krämpfe aber bei einer Eigenwärme von über 43°. Diese Ergebnisse geben schon einen interessanten Hinweis darauf, wie von einer einzigen verhältnißmäßig kleinen Hautstelle aus in verhältnißmäßig kurzer Zeit der ganze Körper in eine beträchtlich höhere Eigenwärme, sogar bis zum tödtlichen Maximum

derselben übergeführt werden kann. Bei genauerer Untersuchung der todten Thiere stellte es sich dann heraus, daß das Blut bei seinem Umlaufe durch die erhitzten Ohren bedeutende Veränderungen erfahren hatte, welche in der Bildung zahlreicher klumpiger Massen bestanden. Diese Massen waren dann, durch die Blutströmung weiter geführt, in den verschiedensten Organen, namentlich in Gehirn, Nieren und Magen stecken geblieben und hatten dort Störungen veranlaßt. Es durfte also zweifelhaft sein, ob der Tod durch die Erreichung des Maximums der Eigenwärme oder durch die inneren Umlaufstörungen namentlich des Gehirns herbeigeführt worden war. — Wenn aber die Thiere den Versuch überlebten, so erlagen sie doch nach einigen Tagen und zwar in Folge der Zerstörungen, welche die Gefäßverstopfungen in den Nieren und dem Gehirne veranlaßt hatten.

Diese Untersuchungen geben uns also genügende Erklärung über die unmittelbare oder mittelbare Tödtung durch umfangreiche Verbrennungen oder Verbrühungen. Zu gleicher Zeit aber gestatten sie auch für den Hitzschlag ein ähnliches Zustandekommen zu vermuthen. Lange Einwirkungen des Sonnenbrandes auf entblößte Theile, wie Hals und Arme, muß in ähnlicher Weise wie das Eintauchen der Ohren des Kaninchens in heißes Wasser die Eigenwärme allgemein erhöhen und dieses muß um so schneller geschehen können, je mehr zugleich angestrengte Muskelthätigkeit auch von innen her die Eigenwärme steigert. Bei Personen aber, welche den Anfall des Hitzschlages überleben und nachher doch nach einiger Zeit erliegen oder eine langwierige Genesung haben, dürfen wir wohl voraussetzen, daß Veränderungen in dem Blute und deren Folgen wie bei Verbrennungen Ursache der Nachwirkung des Hitzschlages werden.

In den beiden soeben näher ausgeführten Fällen des Hitzschlages und der Verbrennungen hatten wir eine schaden- oder todbringende Steigerung der Eigenwärme durch äußere



Einwirkungen zu erkennen. Diesen Thatsachen gegenüber ist es nun zu beachten, daß unter geeigneten Verhältnissen eine solche schadenbringende Steigerung der Eigenwärme auch allein durch innere Ursachen erzeugt werden kann, wenn nämlich die inneren Wärmeerreger zu stark wirken. Es ist dieses schon im Früheren von dem Wundstarrkrampfe (Tetanus) erwähnt worden, bei welchem die heftigen Muskelkrämpfe die Eigenwärme bis zum Maximum steigern. Dieser Erfahrung ist nun noch die Erscheinung beizufügen, daß auch andere noch theilweise unbekanntere innere chemische Prozesse die Eigenwärme in hohem und gefährdendem Grade zu steigern vermögen. Dieses ist wenigstens gegenwärtig als derjenige Vorgang erkannt, welcher in Begleitung der verschiedensten Erkrankungen beobachtet zu werden pflegt und als „Fieber“ bezeichnet wird. Seit man dieses erkannt hat, hat man deswegen auch allgemein angefangen, die Höhengrade des Fiebers nach dem Thermometer zu bestimmen und die frühere Uebung zu verlassen, nach welcher man die Höhe des Fiebers nach der Zahl der Pulschläge bestimmte, welche auf die gleichzeitig mit dem Fieber auftretende und durch dieses veranlaßte Vermehrung der Herzthätigkeit hinwies.

Betrachten wir nunmehr die Einwirkung einer zu niedrigen äußeren Temperatur auf den lebenden Organismus, so fällt uns vor allem auf, daß die Eingriffe, welche dem Organismus von dieser Seite her drohen, viel beträchtlicher sein müssen, als diejenigen, welche er von der entgegengesetzten Seite erfahren kann und zwar deswegen, weil der Unterschied zwischen der äußeren Temperatur und der Eigenwärme des Körpers ein sehr bedeutender werden kann. Rechnen wir als höchsten Kältegrad in unserem Klima nur minus 25°, so ist dieser immer noch 35° unter dem Minimum der dem Organismus zuträglichen äußeren Temperatur und 62° unter der Eigenwärme des Körpers.

Hieraus ist schon leicht ersichtlich, welche große Ansprüche an die Widerstandsfähigkeit des Organismus niederen Temperaturen gegenüber gemacht werden. Zwar hat er in seinen Funktionen auch nach dieser Seite hin die Mittel diesen Ansprüchen bis zu einem gewissen Grade zu genügen; dennoch aber muß der wichtigste Schutz hier immer durch die früher besprochenen äußeren Hülfsmittel gewährt werden, für die Thiere durch das Haar, beziehungsweise Federkleid und Aufsuchen geschützter Orte, für den Menschen durch Kleidung und geheizte Räume.

Indessen steht der Organismus für sich allein den Angriffen der Kälte gegenüber keineswegs vertheidigungslos da. Wie in der durchwärmten Haut die Gefäße erschlaffen und mehr Blut aufnehmen, so erfahren in der durchkälteten Haut die Gefäße eine starke Zusammenziehung und Verengerung und nehmen weniger Blut in sich auf. Allerdings wird dadurch der Haut ihre Wärmequelle beeinträchtigt und die Kälteempfindung wenigstens anfangs gesteigert; dagegen wird aber eine gewisse Menge von Blut vor der Wärmeabgabe durch die Haut behütet und dafür gegen die inneren Organe gedrängt, welche dadurch den Vortheil genießen, mehr Schutz gegen die Durchkältung zu finden.

In dem Inneren des Körpers ist übrigens das Blut vor den Angriffen der Kälte keineswegs gesichert, denn der Athmungsprozeß führt stets etwa zwanzigmal in der Minute eine gewisse Menge äußerer Luft in die Lunge. In diesem Organ zirkulirt aber eine sehr bedeutende Blutmenge in außerordentlich engen Röhren ganz dicht unter der Oberfläche seiner Luftkanäle, so daß Luft und Blut sich gegenseitig leicht beeinflussen können. Dieses ist ja auch der Zweck der Lunge; denn in ihr soll ein Gasaustausch zwischen Luft und Blut in der Weise stattfinden, daß das Blut aus der Luft deren Sauerstoff entnimmt und dagegen Kohlen Säure an dieselbe abgibt. Hierauf kann sich aber der gegenseitige Einfluß von Luft und Blut nicht beschränken, denn

wenn die äußere Luft einen Temperaturgrad besitzt, welcher sehr verschieden ist von demjenigen der Eigenwärme des Blutes, dann müssen die ungleichen Temperaturen sich auch ausgleichen. Daß dieses auch in Wirklichkeit geschieht, davon überzeugen wir uns sehr leicht durch persönliche Erfahrung, wenn wir z. B. vor einem geöffneten Ofen einen Athemzug von überhitzter Luft einnehmen und deren Wärme bis in die Brust hinein empfinden. In höherem Grade aber werden wir darüber belehrt, wenn wir an dem kühlen Abend eines warmen Sommertages tief einathmen und uns dann einer wohlthätigen Durchkühlung der ganzen Brust erfreuen. In der Lunge erfährt also das Blut in gleicher Weise eine Wärmeentziehung wie in der äußeren Haut, und die dadurch gegebene Abkühlung des Blutes ist um so größer, je bedeutender der Kältegrad der in die Lunge eintretenden Luft ist. — Das Unangenehme des Einathmens kalter Luft läßt sich aber bekanntlich leicht vermeiden, wenn man dafür sorgt, daß man nur erwärmte Luft einathmet; und dieses bringt man dadurch zu stande, daß man ein Tuch vor Nase und Mund hält, am besten ein recht locker gestricktes in mehrfacher Lage. Die ausgeathmete, in den Lungen erwärmte Luft durchdringt das Gewebe, erwärmt dessen Fäden und bleibt zum Theil zwischen diesen zurück. Wenn dann bei dem Einathmen die äußere Luft das Gewebe durchstreicht, dann erwärmt sie sich an dessen warmen Fäden und vermengt sich mit der zwischen diesen liegenden warmen Luftschichte, und der in den Körper eintretende Luftstrom hat dadurch schon viel von seiner Kälte verloren. — Der sogenannte „Respirator“, welchen man bei Lungen- und Kehlkopfkranken vielfach angewendet sieht, leistet seine Dienste nach demselben Grundsatz nur durch einen kleinen aus Metalldrähten gebildeten Apparat, welcher vor dem Munde getragen wird.

Es ist nun von großem Interesse zu finden, daß in dem Baue des Organismus Anordnungen sich vorfinden, welche nach

den gleichen Grundsätzen für die Erwärmung der eingeathmeten Luft wirksam sind. Um dieses zu verstehen, ist vor allem zu berücksichtigen, daß die richtige Eingangspforte für die eingeathmete Luft nur die Nase ist und nicht der Mund, obgleich durch diesen die Luft auf nächstem Wege zu dem Kehlkopfe und durch diesen in die Lungen gelangt. Die Nase ist nämlich allein in Bezug auf die Verbindung ihrer Höhle mit der Oeffnung des Kehlkopfes geeignet dem Luftstrom die angemessenste Richtung in die Luftröhre zu geben, während der durch die Mundhöhle geleitete Luftstrom erst den hinteren Abschluß der Mundhöhle durchbrechen muß und dann auch nicht einen direkten Einfluß in die Luftröhre findet. Außerdem sind auch die erwähnten Erwärmungsapparate nur in der Nasenhöhle zu finden. Ein alter Gesundheitspruch für rauhes und kaltes Wetter heißt deswegen auch: „Halte den Mund verschlossen,“ d. h. athme allein durch die Nase und nicht durch den Mund. Bekanntlich wird diese Maßnahme auch noch von dem ästhetischen Standpunkte aus empfohlen, und wir müssen uns freuen, hierin wenigstens eine Gesundheitsvorschrift mit dem sogenannten Schönheitsgefühl des Publikums in Einklang zu finden.

Die Nasenhöhle hat ihren vorderen Eingang durch die enge Nasenöffnung, erweitert sich dann ziemlich beträchtlich nach oben und außen und geht dann wieder durch eine engere Oeffnung in den Schlundkopf über, in welchen auch von unten her die Luftröhre mit ihrem obersten Theile, dem Kehlkopfe, einmündet. — Diese Einrichtung bedingt es, daß der Luftstrom durch die Nase nur verhältnißmäßig langsam hindurch gehen kann. Durch die engere Nasenöffnung kann nämlich die Luft nicht so rasch einströmen, daß sie die in dem erweiterten Nasenraume enthaltene wärmere Luft schnell oder plötzlich verdrängen könnte. Sie mischt sich daher nur allmählich dieser Luft bei, während in dem gleichen Verhältniß die Luft des Nasenraumes nach dem

Rehköpfe hin abfließt. Der Nasenraum kann also erst mit der Zeit durch eine Luft erfüllt sein, welche ganz oder annähernd die gleiche Temperatur zeigt wie die Atmosphäre, und diese Luft kann nicht so schnell durch die engere Abflußöffnung entweichen, muß also eine gewisse Zeit in dem Nasenraume verweilen. Nun befindet sich aber angeheftet an die äußere Wand der Nasenhöhle eine dünne Platte, „untere Muschel“ genannt, welche bei dem Menschen spiralig gerollt in den Hohlraum der Nase hineinragt, — und diese ist mit einer Schleimhaut überzogen, die mit vielen sehr weiten Gefäßen durchsetzt ist, so daß sie überaus reichlich mit Blut erfüllt ist. Es ist unverkennbar, daß an dieser Muschel oder vielmehr an dem Blute, welches dieselbe umströmt, die Luft während ihrer langsameren Fortbewegung durch den Nasenraum sich wie an einem Ofen wärmen kann. Bei Säugethieren kann man besonders gut erkennen, daß dieses wirklich die Bedeutung der unteren Muschel ist, denn bei diesen ist sie meist sehr komplizirt gebaut, indem sie theils in vielen Windungen zusammengerollt ist, theils auch, in viele Blätter zerfallen, ein fast schwammartiges Aussehen gewinnt. In diesen beiden Gestalten bietet sie aber dem über sie hinstreichenden eingethmeten Luftstrom eine außerordentlich große blutreiche Oberfläche dar, welche wohl geeignet ist, denselben zu durchwärmen.

Noch ist einer merkwürdigen Einrichtung der Nasenhöhle zu gedenken, welche ohne Zweifel mit dieser Schutzeinrichtung gegen das Eindringen zu kalter Luft in die Lungen in engster Verbindung steht. In einem Theile der Gesichtsknochen befinden sich nämlich Höhlen, welche durch enge Gänge oder Oeffnungen mit dem Luftraume der Nasenhöhle in Verbindung stehen und auch mit Luft erfüllt sind. Diese Verbindungsöffnungen sind aber so angeordnet, daß nur der ausgeathmete Luftstrom in sie eintreten kann, nicht aber der eingethmete. Diese Anordnung giebt uns einen Hinweis auf deren Bedeutung für die Athmungsthätigkeit. Der aus-

geathmete Luftstrom wird nämlich dadurch mit der ganzen Kraft seiner Bewegung theilweise in diese Nebenhöhlen hineingedrängt, so daß diese mit verdichteter warmer Luft gefüllt werden. Hört nun die Ausathmungsthätigkeit auf, so dehnt sich diese Luft wieder aus und hilft den Lustraum der Nasenhöhle ausfüllen; — außerdem wirkt aber auch hernach die Einathmungsthätigkeit anfangend auf die in den Nebenhöhlen verbleibende Luft, so daß diese dem eingeathmeten Luftstrom als Erwärmungsmittel beigemischt wird. Die Nebenhöhlen der Nase sind deswegen als Vorrathsbehälter für erwärmte Luft anzusehen.

Die durch die Nasenhöhle eingezogene Luft erreicht also schon gut durchwärmt den Eingang des Kehlkopfes, so daß eine Schädigung der diesen Eingang bildenden Stimmbänder durch die Kälte der Luft vermieden ist. Tritt sie aber sodann durch den Kehlkopf in die Luftröhre und durch diese in die Lungen, so findet sie in diesen noch einen beträchtlichen Vorrath von warmer Luft, denn die Lungen entleeren im gewöhnlichen ruhigen Athmen mit einer einzelnen Ausathmung nur etwa ein Sechstel ihres Luftgehaltes, so daß etwa fünf Sechstel zurückbleiben. Das Ein- und Ausathmen erscheint deswegen nicht sowohl als eine vollständige Entleerung und Wiederfüllung der Lungen, sondern vielmehr als eine Ventilation der in ihnen enthaltenen Luft, so daß erst etwa fünf bis sechs Athmungsbewegungen eine annähernd vollständige Erneuerung der Luft in den Lungen zu stande bringen.

Unter diesen Verhältnissen sind schon recht hohe oder sehr lange einwirkende äußere Kältegrade erforderlich, um eine namhafte Wärmeentziehung für das Blut auf dem Wege der Athmung zu bedingen.

Trotz der besprochenen Schutzmittel ist indessen der Organismus keineswegs gegen wichtigere Nachtheile höherer Kältegrade geschützt. Gegen solche bedarf es nicht allein des Schutzes, sondern es bedarf zur Erhöhung der Widerstandskraft des Organismus

auch noch vermehrter Leistung der inneren Wärmequellen. Diese wird aber gewährt durch lebhaftere Muskelthätigkeit in rascherer Ortsbewegung oder in sonstiger anstrengender Arbeit und durch kräftige Ernährung, namentlich auch mit reichlicher Beimengung von kohlenstoffreichen Nahrungsmitteln, besonders Fetten, weshalb auch die Eskimos in einem natürlichen Gefühle sich so sehr begierig nach Fett und Thran zeigen.

Bei längerer Einwirkung hoher Kältegrade genügt aber auch dieses nicht mehr den Kampf gegen die elementaren Gewalten mit Erfolg weiterzuführen, und es erfolgt allmählich immer tieferes Eindringen der Kälte, bis der ganze Körper zuletzt auf das tödtliche Minimum von plus 25° durchkältet ist, d. h. es tritt Tod durch Erfrieren ein. Bei Mangel an Bewegung und bei etwa noch vorhandener unvollständiger Ernährung genügen indessen oft verhältnißmäßig sehr unbedeutende Kältegrade, um zu diesem Ziele zu führen, wie vielfache Erfahrungen beweisen und wie auch Chossats schon erwähnte Versuche darlegen, in welchen Thiere ohne Bewegung und ohne Nahrung selbst bei + 12° bis + 18° auf + 25° auskälteten, d. h. also: erfroren.

Entgegengesetzt der Erscheinung bei tödtlicher Ueberhitzung, deren Folge so schnell einzutreten pflegt, daß sie in ihrer Benennung einem Schlagfluß (Apoplexie) verglichen wird, tritt die Wirkung einer tödtlichen Durchkältung sehr allmählich und unmerklich ein.

Zuerst wird die äußere Haut durchkältet; sie wird dadurch relativ blutleer und verliert infolgedessen noch mehr ihre Widerstandsfähigkeit gegen weitere Durchkältung. Wie wichtig aber eine gewisse Blutfülle für diese Widerstandsleistung sein muß, läßt sich schon aus dem früher über die Bedeutung des Blutes Entwickelten erschließen, wird aber auch durch die Erfahrung hinlänglich dargelegt, welche sich vielfach unangenehm aufdrängt. Glacehandschuhe und enge Stiefel haben bekanntlich den Zweck,

die Theile, für deren Bekleidung sie bestimmt sind, auf den kleinsten Umfang zusammenzudrücken; sie drängen deshalb bei ihrer Verwendung das Blut aus der Haut zurück, entziehen dieser damit ihre Wärmequelle und bedingen dadurch ein empfindliches Frieren der Hände und Füße bei kaltem Wetter. — Wenn die Haut einmal durchkältet ist, so gestattet sie nicht nur ein weiteres Eindringen der Kälte, sondern sie entzieht selbst, wie ein kalter Umschlag, den unter ihr liegenden Theilen von ihrer Eigenwärme; sie selbst aber kann bei längerer Einwirkung intensiver Kälte so stark ausgekältet werden, daß unbedeckte oder ungenügend gedeckte freierliegende Theile, wie Wange, Nase, Ohren, Finger, Zehen, wirklich zu Eis gefrieren können und dann nur durch sehr vorsichtiges Aufthauen noch gerettet und vor brandigem Abfallen bewahrt werden können.

Weiter eindringend befällt die Durchkältung zunächst die mehr oder weniger mit Fett versehene Unterhautzellschichte. Das Fett ist nicht ein für den Organismus wichtiges Gebilde, auch ist es nicht mit vielen Gefäßen versehen. Eine Durchkältung von dieser Schichte kann daher auch keine große Bedeutung zum Nachtheile des Organismus gewinnen. Dagegen aber kann eine mächtigere Fettschichte unter der Haut dem Organismus den Vortheil eines gewissen Schutzes gewähren, weil, so lange die Durchkältung diese Fettschichte noch nicht durchdrungen hat, die Muskulatur noch vor dem unmittelbaren Angriffe der Kälte gesichert bleibt, und damit ein folgereicher Eingriff in das Bestehen des Organismus noch verhütet wird. Die Durchkältung der Muskulatur muß nämlich für das Leben desselben verhängnißvoll werden, weil dadurch einerseits die Leistungsfähigkeit der Muskeln beträchtlich vermindert wird und andererseits das Blut aus ihnen mehr nach innen gedrängt wird. Die Folgen dieser Umstände sind aber Hemmung der Möglichkeit stärkerer wärmeerzeugender Bewegungen und zugleich Unlust zu



folchen, weil die innere Blutfülle einen betäubenden Druck auf das Gehirn ausübt. Beides wird dann als Müdigkeit und Schläfrigkeit empfunden, und diese Gefühle können sich um so mehr geltend machen, als die Kälteempfindung schon sehr frühe als Wirkung der Hautdurchkältung geschwunden ist. Wird aber diesen Gefühlen nachgegeben und Ruhe und Schlaf gesucht, dann stellt sich dieser auch sehr bald ein, aber ein Erwachen aus demselben findet nicht mehr statt.

Man sollte erwarten und es ist auch eine allgemeine Meinung, daß ein solcher Erfrierungstod etwas höchst Peinliches und Qualvolles sei. Dieses ist indessen keineswegs der Fall, wie die Erfahrungen der Nordpolfahrer lehren, von welchen nur diejenigen des bekannten Polarforschers Kane<sup>2</sup> angeführt seien, der seine und der Seinigen Gefühle und Zustände schildert in einem Stadium, in welchem bei ihnen zu dem Erfrierungstode nichts mehr fehlte als das Niederlegen, um den verhängnißvollen Schlaf zu suchen, so daß unter diesen Verhältnissen nur seine mit kräftigster Selbstüberwindung durchgeführten energischen Maßnahmen ihn selbst und seine Mannschaft retten konnten. Diese Erfahrungen machte Kane auf einer Expedition von 72 Stunden Dauer, welche er von seinem Standquartier aus unternahm. Das Thermometer zeigte in dieser Zeit anfangs minus 45° C., dann minus 49° und zuletzt minus 20°, im Mittel 41°. — Im Anfange ging alles gut, aber etwa in der Mitte der Rückkehr fühlten alle plötzlich einen solchen Nachlaß ihrer Kräfte, daß das mitgeführte Zelt schleunigst aufgeschlagen werden mußte, um die Leute darin zu versorgen. Kane selbst aber ging mit einem Begleiter weiter, um in einem auf der Hinreise als Zwischenstation für die Rückkehr aufgerichteten Zelte den Empfang der Leute vorzubereiten, welche, nachdem sie sich erholt hatten, nachkommen sollten. Ueber diesen Marsch von etwa drei Wegstunden äußert sich Kane: „Ich kann nicht sagen, wie

viel Zeit wir dafür brauchten, denn wir waren in einem eigenthümlichen Stupor und hatten gar kein Bewußtsein von Zeit. — Wir waren Beide nicht bei voller Besinnung und haben nur eine ganz verwirrte Erinnerung an die Erlebnisse vor der Erreichung des Zeltcs. — Wir waren in einem vollständigen Delirium und hatten kein vernünftiges Verständniß mehr für die uns umgebenden Verhältnisse. Wir schritten nur vorwärts wie im Traum.“ — Auf dem Wege von dieser Zwischenstation nach dem Standquartier befiel die ganze Gesellschaft noch einmal ein allgemeiner Kräfteachlaß, dessen Folgen nur durch höchst energisches Eingreifen von Kane abgewendet werden konnten. Er äußert sich über dieses Erlebnis: „Mit dem abgestumpften (benumbed) und fast lethargischen Gefühl der äußersten Kälte war ich natürlicherweise genügend vertraut, aber das vielfach erwähnte schläfrige Wohlbehagen (sleepy comfort) des Frostes hatte ich stets als eine romantische Ausschmückung angesehen. Jetzt mußte ich mich aber von der gänzlichen Unrichtigkeit dieser Meinung überzeugen. Zwei unserer kräftigsten Leute kamen zu mir und baten um Erlaubniß zu schlafen, indem sie versicherten, sie befänden sich wohl, spürten keine Kälte und litten auch nicht durch den Wind, sondern bedürften nur etwas Schlaf; und diesen Versicherungen stimmten auch die Uebrigen bei; zwei Mann waren auch bereits stehend eingeschlafen.“

Bisher wurden nur warmblütige Thiere, beziehungsweise Menschen berücksichtigt, und erkannt, daß diese im Stande sind bis zu einem gewissen Grade einer höheren oder niedrigeren äußeren Temperatur gegenüber ihre Eigenwärme und damit die Möglichkeit ungestörten Lebens zu behaupten. Ein anderes ist es mit den sogenannten kaltblütigen Thieren, deren innere Lebensthätigkeiten mit so wenig Energie vor sich gehen, daß sie nur eine sehr geringe selbständige Eigenwärme entwickeln. Die Folge dieses Verhältnisses ist es, daß diese Thiere stets die

Temperatur des umgebenden Mediums zeigen oder nur unbedeutend davon abweichen. Wir besitzen hierüber sehr werthvolle genaue Untersuchungen und Versuche von Berthold,<sup>3</sup> von deren Ergebnissen zuerst nur angeführt sei, daß trockene Amphibien (Eidechsen, Blindschleichen, Schildkröten, Schlangen) stets  $\frac{1}{4}^{\circ}$  bis  $1^{\circ}$  Wärme mehr zeigten als die Luft, welcher geringe Ueberschuß einen Hinweis darauf giebt, daß auch diese Thiere nicht ganz ohne Eigenwärme sind. Dagegen zeigten Frösche und Kälbe an der Luft, nicht aber im Wasser, etwas weniger Wärme als die Luft (bis zu  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  Unterschied), offenbar in Folge der Wasserverdampfung an ihrer Oberfläche. Abgesehen von diesen kleinen Abweichungen sah Berthold die Temperatur von Fischen im Wasser, von Eidechsen, Blindschleichen und Schildkröten in Luft und von Fröschen im Wasser und in Luft gleichmäßig mit der Temperatur des umgebenden Mediums steigen und fallen, wenn die Versuchsthierchen zu der Zeit, in welcher sie in das Medium gebracht wurden, mit diesem gleiche Temperatur hatten; — war indessen die Temperatur eine ungleiche, dann fand zuerst eine allmähliche Ausgleichung statt und sodann erst ein gleichmäßiges Steigen und Fallen.

Bertholds Versuche stellten ferner auch, wenigstens für Frösche und Fische, die interessanten Thatsachen heraus, daß für diese eine äußere Wärme von ca.  $25^{\circ}$  C. tödtlich wird,<sup>4</sup> wenn derselben die nöthige Zeit gegönnt war, sich deren ganzem Körper mitzutheilen, — und daß bei einer Temperatur unter dem Eispunkt dieselben Thiere fest und hart zu Eis gefroren, aus welchem Zustande sie indessen, wenn die Kälte nicht unter  $5^{\circ}$  bis  $6^{\circ}$  C. ging, durch vorsichtiges Aufthauen wieder ins Leben zurückgerufen werden konnten. Es ist deswegen auch möglich, Fische in gefrorenem Zustande zu versenden und sie an dem Empfangsorte wieder aufleben zu sehen. — Die Grenzen, innerhalb welcher die innere Körperwärme der kaltblütigen Thiere

sich bewegen darf, ohne daß das Leben zerstört wird, können also auf der einen Seite auf  $0^{\circ}$  und auf der anderen Seite auf  $+25^{\circ}\text{C}$ . gestellt werden. Insofern läßt sich also das mögliche Schwankungsgebiet der Körperwärme für die Kaltblüter etwas größer als für die Warmblüter erkennen, und es ist nicht ohne Interesse, zu finden, daß das tödtliche Maximum für erstere mit dem tödtlichen Minimum für letztere zusammenfällt, nämlich in plus  $25^{\circ}\text{C}$ .

Dieses für das Allgemeine gültigen Thatsachen von dem Verhalten der Eigenwärme gegenüber ist es indessen zu beachten, daß individuell die Maße der zulässigen äußeren Temperatur auch für die Dauer durch Angewöhnung erweitert werden können, wie die Beispiele von Reisenden in den Aequatorial- und in den Polarländern genügend beweisen. Offenbar ist dieses nur dadurch möglich, daß die in den Thätigkeiten des Körpers selbst begründeten Widerstandsmittel sich den äußeren Temperaturgraden anpassen oder daß die inneren Lebensfunktionen mit der Zeit gewissermaßen es lernen, auch bei tieferer oder höherer Temperatur als sonst zulässig vor sich zu gehen, so daß die engere Sphäre der gedeihlichen äußeren Temperatur um etwas nach oben oder nach unten verrückt wird. Ein solcher Anpassungsprozeß verlangt aber eine gewisse Zeit und kann nur allmählich zu stande kommen; zu plötzliche Sprünge in der äußeren Temperatur sind immer ein starker Angriff auf das Wohlbefinden des Organismus. Lehrt uns doch auch die eigene Erfahrung, daß wir in dem ruhigen Wechsel der Jahreszeiten allmählich einerseits mit der Sommerwärme und andererseits mit der Winterkälte vertraut werden, daß aber plötzliche Umschläge der Witterung, wie sie ja wohl bis zu  $20^{\circ}$  vorkommen können, höchst unangenehm empfunden werden. — Ueber ähnliche Anpassungsfähigkeit der Kaltblüter fehlt es noch an genügenden Beobachtungen.<sup>5</sup>

Noch ist einer höchst merkwürdigen hierher gehörigen

Erscheinung zu gedenken, welche, vereinzelt betrachtet, als etwas ganz Wunderbares erscheint, in Wirklichkeit aber sich an die eben besprochenen Thatsachen von Anpassungen und an die Erfahrungen vom Wiederaufleben gefrorener Fische und Frösche eng anschließt. Es ist dieses der Winterschlaf und der Sommerschlaf gewisser Thiere, in welchem diese in einem vollständig erstarrten Zustande mit sehr herabgestimmten Lebenserscheinungen für lange Zeit, ja für Monate hindurch, beharren, ohne die Möglichkeit zu verlieren, aus demselben wieder zu frischem und thätigem Leben zu erwachen.

Der Winterschlaf stellt sich bei einem gewissen Grade niederer Temperatur ein an Insekten, Schnecken, Eidechsen, Schlangen, Frösche, Salamandern, nachdem sie sich an einem geschützten Ort verkrochen haben. Auffallender und deswegen auch am meisten Gegenstand genauerer Beobachtung geworden ist aber der Winterschlaf von Warmblütern, wie Siebenschläfer, Murmelthier, Hamster, Fledermaus, Igel. Beobachtungen an solchen haben gelehrt, daß in deren Winterschlaf die innere Eigenwärme auf ungefähr die Hälfte herabsinkt, also eine solche wird, wie sie sich sonst als absolut tödtlich erweist, und daß dabei alle Lebensthätigkeiten erloschen zu sein scheinen mit Ausnahme der sehr schwachen und auf die Hälfte ihrer Frequenz herabgesunkenen Herz- und Athmungsbelegungen. Tritt während des Winters etwa einmal vorübergehend eine höhere Temperatur ein, so können sie wohl zeitweilig zu schwachen Lebensthätigkeiten erwachen; ein vollständiges Erwachen zeigt sich aber erst bei Wiederkehr der wärmeren Jahreszeit.

Eine ähnliche Erscheinung ist der Sommerschlaf, welcher in heißen Gegenden Krokodile, Schlangen, Eidechsen, Kröten und auch Insekten bei einem gewissen höheren Wärmegrad befällt, nachdem sie sich an geschützte Orte verkrochen haben, und aus welchem sie erwachen, wenn die kühlere Regenzeit beginnt. Bei

Warmblütern ist der Sommerschlaf nur von dem Igel am Senegal und dem Tenrek auf Madagaskar bekannt.<sup>6</sup>

Beide Erscheinungen erinnern an die allerdings in bescheidenerer Gestalt auftretenden Zustände des schläfrigen Stupors in starker Kälte und der torpiden Erschlaffung der ganzen Thierwelt in den Mittagstunden heißer Sommertage und sind offenbar nur Modifikationen derselben, welche in den Kreis der normalen Lebenserscheinungen eingetreten sind.

Blicken wir zurück auf die mannigfaltigen Thatsachen, welche Forschung und Beobachtung uns in Bezug auf den Gegenstand unserer Besprechung kennen gelehrt haben, so werden wir von Erstaunen ergriffen über die Leistungsfähigkeit des lebenden Organismus, welcher nicht nur mit den wunderbarsten Mechanismen sich frei im Raume zu bewegen vermag und im Stande ist, seinen eigenen Fortbestand durch passende Ernährungs-thätigkeiten zu sichern, sondern auch das Vermögen besitzt, in mannigfaltigster Weise den störenden Angriffen elementarer Gewalten zu widerstehen.

## Anmerkungen.

<sup>1</sup> E. Wetti, Ueber die Todesursache nach Hautverbrennungen. Diss. Zürich. Jena, Fischer 1889.

<sup>2</sup> Elisha Kent Kane, Arctic explorations 1853—55. Philadelphia, Childs & Peterson 1856. Vol. I. Chapt. XVI. Von dem vollständigen Stumpfsinn der beiden Wanderer nach dem Zelte der Zwischenstation giebt folgende Episode den besten Begriff: Indessen erinnern wir uns doch eines Bären, der langsam (leisurely) vor uns herging und eine am Wege liegende, tags vorher verlorene Pelzjacke zerkaute und zusammenballte, ohne übrigens unseren Marsch zu stören. Ich erinnere mich auch, daß ich ein unklares Gefühl hatte, unser Zelt und die darin liegenden Vorräthe könnten ein gleiches Schicksal erfahren. Mein Begleiter konnte auch in der Entfernung sehen, daß der Bär unser Zelt in gleich rücksichtsloser Weise behandelte. Es kam mir vor, als sähe ich dieses auch, aber wir waren so trunken von der Kälte, daß wir ruhig (steadily) vorwärts schritten, ohne, so viel ich weiß, unsere Schritte zu beschleunigen. — Wahrscheinlich rettete unsere Ankunft das Zelt, denn wir fanden es unbeschädigt, aber der Bär hatte es umgeworfen und unsere Vorräthe in den Schnee geschleudert. Was wir uns erinnern und vielleicht alles, was wir uns erinnern, ist, daß wir große Schwierigkeit hatten, das Zelt wieder aufzurichten. Wir krochen darauf in unsere Schlaffäcke und genossen einen festen traumreichen Schlaf, welcher drei Stunden währte.

<sup>3</sup> A. A. Berthold, Neue Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere. Göttingen, Dieterische Buchhandlung 1835.

<sup>4</sup> Die Erkennung eines tödtlichen Maximums von  $+25^{\circ}$  für die Außenwärme und somit auch die Eigenwärme der Kaltblüter gestattet auch, den immer wiederkehrenden Erzählungen von Fröschen, Eidechsen, Salamandern, Blindschleichen, welche in dem Magen von Menschen gelebt oder gar in demselben sich aus verschluckten Eiern entwickelt haben sollten, ihre richtige Stellung als Fabeln ohne weiteres anzuweisen; denn wenn für diese Thiere das tödtliche Maximum der Wärme  $25^{\circ}$  ist, so konnten sie nicht in einer Wärme von  $37^{\circ}$  leben. Dieser einfachen Thatfache gegenüber erscheinen alle Diskussionen über Möglichkeit, Unwahrscheinlichkeit oder Unmöglichkeit solcher Vorkommen als überflüssige Bemühungen. — Alle dergleichen Geschichten, so weit sie nicht rein erfunden sind, beruhen auf Täuschungen oder auf zweckvollem Betrug.

° Ueber Anpassungen an wärmere Klimate, wenn die Lebensweise vernünftig geführt wird, fehlt es in unserer Zeit der Afrikareisen keineswegs an entsprechenden Beispielen; auch ist es bekannt, daß aus Afrika Zurückkehrende, um sich langsam wieder an unser Klima anzupassen, gerne an Zwischenstationen verweilen.

Daß auch an kältere Klimate Anpassungen stattfinden können, lehrt der Winteraufenthalt in hochgelegenen Alpenthälern, in welchen windstiller heiterer Frost von 25° bis 30° gar bald auch in relativ leichter Kleidung ohne Beschwerden ertragen wird. — Ferner zeugen dafür die Versicherungen von Theilnehmern an dem kalten Feldzug nach Südfrankreich im Winter 1870/71, daß sie sich sehr schnell in den Dienst im Freien bei Tag und bei Nacht gefunden hätten. — Kane berichtet in Bd. I. Kap. XX. seines oben erwähnten Reiseverkes, daß einer seiner Begleiter, Peterson, welcher zwei Jahre in Upernavik gelebt hatte, dort selten ein geheiztes Zimmer betrat, und daß ein Anderer, Riley, bei minus 30° Fahrenheit (34° bis 35° C.) ohne Decke im Freien zu schlafen pflegte.

Diesen Beispielen sei in der folgenden Zeitungsnachricht ein Beispiel von der Einwirkung eines raschen Temperaturwechsels gegenübergestellt:

Petersburg, den 3. Dezember 1890. Aus Drenburg wird telegraphirt: Infolge des plötzlichen Ueberganges der Temperatur von drei Grad Wärme auf dreißig Grad Kälte sind dreißig durch die Steppe reisende Kirgisen buchstäblich erfroren; ferner wurden von der Kälte eine Anzahl Pferde, Schafe und Kamelc getödtet. Schließlich sollen in der Steppe noch Menschen, Vieh und ganze Warenkarawanen umgekommen sein.

° Immer und immer wieder kommen aus Ostindien Nachrichten, daß Fakire nach einigen Tagen der Vorbereitung sich in ausgemauerte Gräber einschließen lassen und dann nach ein bis zwei Monaten aus dem geöffneten Grabe ziemlich heruntergekommen herausstiegen, sich aber bald wieder erholten. Hochgestellte Personen werden als Zeugen dafür angeführt, mit der Versicherung, daß diese die Möglichkeit einer Täuschung auf das Vorsichtigste verhütet hätten. — Sollten diese Nachrichten auf Wahrheit beruhen? Insofern als das Verhalten des Fakirs während seines Verweilens im Grabe, falls der Luftzutritt nicht vollständig abgeschlossen ist, keine andere Erscheinung darbietet, als sie sich auch in dem Winterchlaf warmblütiger Thiere zeigt, dürfte die Sache als nicht gerade unmöglich erscheinen; aber — sollten diese Leute wirklich das Geheimniß besitzen, sich künstlich in einen Winterchlaf zu versetzen?



Ue  
nünftig ge  
an entspre  
kehrende,  
Zwischenst

Daß  
der Winte  
heiterer  
ohne Bes  
von Theil  
1870/71,  
Nacht ges  
erwähnten  
Jahre in  
und daß  
ohne Deck

Die  
von der  
Re  
Infolge d  
auf dreiß  
buchstäbli  
Schafe un  
Vieh und

Fakire na  
einschließ  
Grabe zi  
holten.  
der Ver  
Vorsichtig  
beruhen?  
weisens  
keine and  
warmblü  
erscheine  
künstlich

(484)

Lebensweise ver  
eijen keineswegs  
3 Afrika Zurück  
lassen, gerne an

n können, lehrt  
elchen windstiller  
leichter Kleidung  
ie Versicherungen  
reich im Winter  
bei Tag und bei  
XX. seines oben  
on, welcher zwei  
Zimmer betrat,  
(34° bis 35° C.)

richt ein Beispiel  
gegenübergestellt:  
wird telegraphirt:  
rei Grad Wärme  
reitende Kirgisen  
e Anzahl Pferde,  
e noch Menschen,

a Nachrichten, daß  
gemauerte Gräber  
us dem geöffneten  
r bald wieder er  
ir angeführt, mit  
uschung auf das  
en auf Wahrheit  
ghrend seines Ver  
g abgeschlossen ist,  
dem Winterschlaf  
gerade unmöglich  
müß besitzen, sich

