

Das in Deutschland mächtig gewachsene Interesse an kolonisationsbestrebungen sollte den Blick weiter Kreise auf die Fragen gelenkt haben, welche die Abhängigkeit menschlichen Wohlergehens vom Klima betreffen. Nicht freilich den Blick Derjenigen, die, begeistert von der Idee, nationalem Wohlstand und nationaler Machtfülle neue Pforten der Entfaltung zu eröffnen, das eigene Wohlergehen einzusetzen bereit sind, um, auf Vordermanns Leiche steigend, zu siegen oder zu sterben — zu siegen auf der Bahn des Forschens oder in der Kulturarbeit des Missionars oder bei Organisation der Plantage oder am Schreibtisch in der Faktorei — zu sterben im frohen Männerkampf oder dahingerafft von unwiderstehlichem Siechthum. Solche Männer, solche „Abenteurer“, wie sie Georg Schweinfurth in Wiederbelebung der guten Bedeutung des Wortes nennt,<sup>1</sup> könnten wir Viele gebrauchen und es sollte fern von uns sein, die frische Farbe ihres Entschlusses mit der Blässe des Gedankens anfränkeln zu wollen, warum gewisse Bedingungen von Temperatur und Feuchtigkeit der Luft das Wohlergehen des arbeitenden Europäers in den Tropen auf die Dauer stören müssen.

Bekanntlich hat aber die kolonisationsbestrebungen Idee bei ihrem neuesten Aufblühen in Deutschland besonders dadurch stark das nationale Bewußtsein erregt, daß sich ihre Wortführer nicht auf

die Empfehlung von Unternehmungen beschränkt haben, welche nur überschüssige intellektuelle und kapitalistische Kräfte der wohlhabenden Klassen beanspruchen. Der Gedanke, daß es gelingen könne, den deutschen Auswandererstrom, mit dessen Mächtigkeit, mag sie erfreulich oder unerfreulich sein, wir doch zu rechnen haben, in neue und geschlossene Bahnen zu leiten, so daß jenseits der Meere kräftige deutsche Gemeinwesen entstünden, die ferneren Auswanderern das Festhalten an deutschem Wesen, die den in der Heimath Zurückbleibenden Unterstützung im Wettkampf der Völker gewähren würden — dieser Gedanke brauchte nur einmal ausgesprochen zu werden, um begeisterte Anerkennung bei Denen zu finden, die über der Bewunderung des Zieles die Prüfung der Mittel vergaßen. Die Zahl dieser scheint groß gewesen zu sein. Aber man muß beachten, daß die Ausführung des Gedankens, wenn überhaupt, so doch nur dadurch möglich sein könnte, daß auf die Selbstbestimmung Solcher Einfluß gewonnen würde, bei denen eine Begeisterungsfähigkeit für den Gedanken vorauszusetzen ebenso unbillig wie thöricht wäre.

Die deutsche Auswanderung rekrutirt sich aus den „Ent-  
erbten“ der Gesellschaft. Der Entschluß zum Auswandern reißt unter Umständen, die einer Begeisterung für heimisches Wesen möglichst ungünstig sind. Er wird gefaßt von Denen, die für die heimische Enge des Kampfes ums Dasein ihre Mittel zu schwach fühlen, die aber zu energisch sind, um thatenlos in die große Masse der unselbständigen Existenzen hinabsinken zu wollen. Die Idee, aus welcher ihre Energie Nahrung zieht, ist die der freien Manneswürde, ihr ideales Ziel ist das Schaffen von Verhältnissen, in denen sich ihre und ihrer Nachkommen Kräfte frei entfalten können. Sich selbst überlassen, findet der Auswanderer meist die Wege, sein Ideal zu verwirklichen und sein Ziel zu erreichen, welche beide der höchsten Achtung werth,

wenn auch nicht national sind. Wer sich im Unglück auf sich selbst gestellt sieht, wird eben nur durch elementare Empfindungen geleitet, und zu diesen gehört das Nationalgefühl nicht. Wer den deutschen Auswanderer dem nationalen Gedanken dienstbar machen will, wird mit seinem Rath nur Gehör finden oder wird sich wegen mächtiger geübten Einflusses — etwa durch Staats-Subventionen — nur dann keine Gewissensbisse zu machen brauchen, wenn er Bahnen begünstigt, auf denen der Auswanderer zunächst sein Ideal verwirklichen und sein Ziel erreichen kann. Dabei darf man nicht vergessen, daß der deutsche Auswanderer kein Abenteuerer, weder in der guten noch schlechten Bedeutung des Wortes ist und sein soll. Seine Aufgabe ist nicht, in kurzdauerndem Kampf übermächtige Naturgewalten zu brüskiren, um entweder zu unterliegen oder als Siegespreis beneidenswerthen Gewinn an Erkenntnissen, Ehren oder Schätzen in die Heimath zurückzubringen, er will und soll vielmehr in zäher Lebensarbeit eine nicht ungnädige Natur ihrer herben Jungfräulichkeit entkleiden, daß sie ihm, seinen Kindern und Kindeskindern zur wirthlichen Heimath werde. Nicht also den Forschungsreisenden und Missionar, nicht den Unternehmungslustigen jeglicher Art, der durch Eingeborene die für seinen Handel, für seinen Plantagen- oder Bergbau nöthige physische Arbeit bestreiten lassen will, wohl aber den Auswanderer und alle Diejenigen, die sich für dessen Wohl interessiren, sei es von rein humanem Standpunkt, sei es weil sie ihn in den Dienst der nationalen Idee zu ziehen gedenken, geht die Frage lebhaft an, welchen Einfluß das von dem europäischen wesentlich abweichende Klima, bei dauernder Einwirkung auf die Gesundheit des arbeitenden Europäers haben muß. Wie aus Folgendem verständlich werden wird, läßt sich diese Frage präzisiren als diejenige nach den Beziehungen zwischen Körperwärme, Arbeit und Klima, welche, auch abgesehen von dem

angedeuteten Zusammenhänge mit den Tagesfragen, selbständiges wissenschaftliches Interesse beanspruchen darf.

Es kann als bekannt vorausgesetzt werden, eine wie ausgiebige Berücksichtigung die Temperatur des menschlichen Körpers bei der Beurtheilung krankhafter Zustände verdient und findet. Schon lange ehe Traube die Thermometer am Krankenbett zu einem wissenschaftlichen Hilfsmittel der Diagnostik erhob, wird wohl die besorgte Mutter, wenn sie ihrem erkrankten Liebling die Wange strich, aus der Art der Wärmeempfindung Beruhigung oder Besorgniß geschöpft haben, jetzt aber, nachdem Jahrzehnte hindurch das Thermometer am Krankenbett seine berechnete Rolle gespielt hat, dürfte es wenig gebildete Laien geben, denen nicht auch bekannt wäre, daß als die normale, in der Axelhöhle der gesunden Menschen gemessene Temperatur diejenige von  $37^{\circ}$  der 100theiligen Skala betrachtet wird.

Daß man von einer bestimmten Temperatur als von der Normal-Temperatur des gesunden Menschen reden kann, ist eine Thatfache, die zum Nachdenken in mehrfacher Richtung anregen kann. Erstens ist aus dem Umstand, daß der Organismus über Mittel verfügt, um die erstaunliche Aufgabe zu lösen, bei dem großen Wechsel der äußeren und inneren Bedingungen gleiche Temperatur zu bewahren, ein sehr wichtiger Schluß zu ziehen, der nämlich, daß diese Temperatur für die Leistungsfähigkeit seiner Theile von großer Bedeutung sein muß. Wäre es gleichgültig, ob die lebenswichtigsten Organe des Menschen mit Blut von  $35^{\circ}$ ,  $37^{\circ}$  oder  $39^{\circ}$  gespeist würden, so hätten sich, in der allmählichen Entwicklung der Lebewesen, beim Menschen nicht die, wie wir sehen werden sehr zusammengesetzten Mittel herausgebildet, durch welche diese Temperatur in engen Grenzen konstant erhalten wird.

Die starke Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit der menschlichen Gewebe von ihrer Temperatur fügt sich auch sehr wohl



in die Vorstellungen, welche wir uns von der Natur der Wärme sowohl als von der der lebenden Substanzen zu machen gelernt haben. Wärme ist Bewegung, je wärmer ein Körper ist, um so schneller sind die Schwingungen, welche seine kleinsten physikalischen Theilchen um ihre Gleichgewichtslage ausführen. Diese physikalisch betrachtet kleinsten Theilchen, die Moleküle, deren jedes die Wärmebewegung als ein Ganzes mitmacht, sind nun aber in den lebenden Substanzen von sehr complicirtem chemischem Aufbau zu denken und zwar derart, daß die chemisch einfachsten Theile, die Atome im Molekül, nicht überall so gelagert sind, wie es den stärksten Affinitäten entspricht. Das lebende Molekül hat eine gewisse Labilität seiner Struktur, so daß die mit der Wärmebewegung verbundenen Erschütterungen des Moleküls zu Struktur-Änderungen in seinem Inneren Veranlassung geben, die mit Arbeitsleistung und Stoffwechsel verbunden sind. Hiermit steht in Einklang, daß in der That mit Zunahme der Körper-Temperatur die Fähigkeit zur Arbeitsleistung und die Intensität des Stoffwechsels Anfangs wächst, daß aber dann die durch letztere beschleunigte Erschöpfung der Kräfte sich geltend macht. Unterhalb einer gewissen Temperaturgrenze ist der Organismus arbeitsunfähig, oberhalb einer anderen erschöpft er sich in übertriebenem, der Arbeitsleistung nicht zugute kommenden Verbrauch von Kraft und Stoff.

Die Temperatur-Grenzen, innerhalb deren die Gewebe leistungsfähig sind und dauernd leistungsfähig bleiben, liegen nun allerdings bei verschiedenen Thieren verschieden weit auseinander und in verschiedener Höhe, so daß an einer Anpassungsfähigkeit der lebenden Substanz an verschiedene Temperaturen nicht gezweifelt werden kann. Die sogenannten Kaltblüter sind im allgemeinen niedriger temperirt als die Säugethiere und Vögel; — weit charakteristischer für dieselben ist aber, daß ihre Körpertemperatur mit der Temperatur der Umgebung schwankt

(771)

und sich nicht wie die der sogenannten Warmblüter auf einer von der äußeren Temperatur unabhängigen Höhe erhält. Weit zweckmäßiger als die Eintheilung der Wirbelthiere in Kalt- und Warmblüter ist deshalb die in solche mit konstanter Temperatur oder Homoiotherme und in solche mit wechselnder Temperatur oder Poikilotherme. Die lebenden Substanzen der poikilothermen Thiere sind also in breiten Grenzen der Temperaturen leistungsfähig, die der homoiothermen in engen. Dieser Unterschied hängt wahrscheinlich mit der Ausbildung zu verfeinertem Gebrauch bei letzteren zusammen, denn auch unter den Geweben desselben Thieres sind diejenigen, welche den höchsten Funktionen dienen, am meisten von der Temperatur abhängig. Beim Menschen, dessen Temperatur normalerweise in engen Grenzen schwankt und der dauernde Abweichungen seiner Temperatur von der Norm überhaupt schlecht verträgt, ist das Central-Nervensystem am empfindlichsten in dieser Beziehung.

In auffallendem Gegensatz zu der Enge der Grenzen, innerhalb deren die den inneren Organen des Menschen zuträglichen Temperaturen liegen, steht die große Breite der äußeren Temperaturschwankungen, denen der Mensch ausgesetzt ist, ohne von ihnen zu leiden. Auch die innere Temperatur des gesunden Menschen ist nicht absolut konstant, vielmehr zeigt sie regelmäßige tägliche Schwankungen um einen halben bis ganzen Grad der hunderttheiligen Skala derart, daß sie von 6 Uhr Morgens bis 10 oder 11 Uhr Vormittags rasch, dann mit kleinen Schwankungen und langsamer noch weiter ansteigt, zwischen 5 und 7 Uhr ihr Maximum erreicht, dann absinkt und zwischen 5 und 6 Uhr Morgens ihr Minimum hat. Der Mittelwerth, um welchen die Tagesschwankungen sich vollziehen, liegt bei verschiedenen Menschen etwas verschieden, aber bei demselben Menschen tritt weder in diesem Mittelwerth, noch in der Breite der Tagesschwankungen, noch in der Regelmäßigkeit

ihres Verlaufes innerhalb unseres Klimas irgend eine Aenderung ein, weder beim Uebergang von einer Jahreszeit zur anderen, noch bei den jähesten Witterungswechseln in derselben Jahreszeit. Die Schwankungen der inneren Körpertemperatur halten sich also in der Breite eines Grades und verlieren nichts an der Regelmäßigkeit ihres Verlaufes, während die Temperatur der Umgebung im ganzen etwa um  $30^{\circ}$  schwankt und dabei die regellosesten Sprünge oft um  $10^{\circ}$  und mehr macht. Dies weist auf die Ausbildung wärmeregulirender Einrichtungen im menschlichen Körper hin, deren erstaunliche Leistungsfähigkeit am deutlichsten für die Wichtigkeit des Zweckes spricht, dem sie dienen. Ernste Gefahren für den Körper werden wir dort zu erwarten haben, wo sie aufhören sicher zu wirken. Wir werden sehen, daß dies bei dem arbeitenden Europäer in den Tropen der Fall ist.

Fassen wir nun die Wärmeregulirung des Menschen näher ins Auge. Aus dem Umstand, daß der Mensch höher temperirt ist als seine Umgebung, folgt, daß Wärmequellen in ihm fließen müssen. In der That wissen wir aus direkt messenden Versuchen, daß bei der Thätigkeit von Drüsen und Muskeln Wärme in beträchtlicher Menge frei wird. Die durch diese Wärme repräsentirte kinetische Energie entspricht einem Theil der potentiellen Energie der im Körper zu Kohlenäure und Wasser verbrennenden Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome. Ein anderer Theil letzterer Energie wird zur Arbeitsleistung des Körpers nach außen verwandt.

Bei den Dampfmaschinen, deren Arbeitsleistung ja durch denselben Verbrennungsprozeß bestritten wird, betrachtet man die praktisch unvermeidliche Wärmeentwicklung als einen Verlust an der theoretisch möglichen Arbeitsleistung. Die Güte einer Dampfmaschine bemißt man nach der Größe des Bruchtheils der aufgewandten potentiellen Energie oder chemischen

Arbeit, welcher zu mechanischer Arbeit nach außen disponibel wird. Bei den besten Dampfmaschinen ist dieser Bruchtheil noch erheblich kleiner als derjenige, welcher in Gestalt von Wärme verloren geht. Der Muskel gehört in diesem Sinne zu den allerbesten Maschinen, denn bei ihm kann nach Bestimmungen von Fick und Danilewsky bis zu  $\frac{1}{3}$  der aufgewandten chemischen Arbeit als mechanische Arbeit in die Erscheinung treten.<sup>2</sup> Man hat sich nun gewöhnt, auch beim Muskel die Wärmeproduktion als eine unzuweckmäßige Nebenleistung der Maschine, welche man eben in Kauf nehmen müsse, aufzufassen. In einem Fall und zwar in dem, der uns hauptsächlich interessiert, in dem Fall der Arbeitsleistung bei Tropentemperatur, trifft diese Betrachtungsweise in der That, wie wir sehen werden, zu. In allen übrigen Fällen ist aber die mit der Thätigkeit des Muskels verbundene Wärmebildung gewiß ebenso zweckmäßig wie die Arbeitsleistung. Ja im Säugethiermuskel scheint auch bei mechanischer Ruhe die Wärmebildung nicht stillzustehen, so daß sie in diesem Zustand sogar als die wesentliche Leistung des Muskels angesehen werden muß.

Die hauptsächlichsten Wärmeherde des menschlichen Körpers haben wir also in den Muskelmassen desselben zu suchen. Im Muskelgewebe finden fortwährend Verbrennungsprozesse statt, deren gewöhnlicher Effekt Wärmeerzeugung ist. Behufs Arbeitsleistung werden diese Prozesse durch Nerveneinfluß gesteigert und als Gesamt-Effekt resultirt dann nicht nur Arbeitsleistung nach außen, sondern auch Steigerung des Wärmeflusses im Innern. Außer der Muskelmasse scheint auch die Leber einen für die Wärme-Oekonomie des Körpers ins Gewicht fallenden Wärmeherd darzustellen. Doch auch die hier gebildete Wärme wird durch Arbeitsleistung gesteigert, denn die bei der Muskelthätigkeit gebildete Milchsäure soll in der Leber zu Kohlenensäure verbrannt werden. Den der Willkür zugänglichen

Mitteln zur Steigerung der Wärmeproduktion ist außer der Muskelarbeit auch die Nahrungsaufnahme zuzurechnen. Abgesehen davon, daß zur Deckung des durch gesteigerte Muskelthätigkeit bedingten Mehrverbrauches eine Steigerung der Nahrungsaufnahme erforderlich werden kann, ist auch bekannt, daß reichlicher Fettgenuß die Wärmebildung im Körper steigert.<sup>3</sup>

Wegen Erhaltung der Körperwärme auf normaler Höhe bei beträchtlich gesunkener Außentemperatur kann der Organismus aus inneren Gründen also nicht in Verlegenheit gerathen. Es fragt sich nur, ob ihm die so wirksamen Mittel zur Erhöhung der Wärmeproduktion ausreichend zur Verfügung stehen in Freiheit der Bewegung und Auswahl der Nahrung. Dazu kommt, daß auch das Haushalten mit der gebildeten Wärme sich durch passende Wahl der Kleidung bis zu einem fast beliebig hohen Grade treiben läßt. Nur die Einschränkung der Wärmeabgabe durch die Lungen hat eine natürliche Grenze. Daher kommt es, daß der Mensch von der niederen Temperatur eines Klimas an sich Aufhebung seiner Leistungsfähigkeit kaum zu fürchten braucht. Die Grenze liegt hier in der — allerdings auch auf der niederen Temperatur beruhenden — Unwirthlichkeit des Bodens und in der daraus resultirenden Schwierigkeit der Ernährung.

Handelt es sich um die Bewahrung der Körpertemperatur nicht gegen die extremen Kältegrade hoher Breiten, sondern gegen Temperatursenkungen unseres Klimas, so treten die willkürlich zu ergreifenden Mittel der Wärmerestigerung durch Arbeit und Nahrung und des Wärmeschutzes durch Wahl der Kleidung weniger in den Vordergrund gegen ein unbewußt mit großer Präzision wirkendes Mittel der Wärmeregulirung, auf dessen nähere Betrachtung wir nach einigen Vorbemerkungen alsbald eingehen wollen.

Die im Körper erzeugte Wärme findet ihren Abfluß zum

(775)



bei Weitem größten Theil durch die äußere Haut. Freilich wird ja auch zur Erwärmung von Speise, Trank und eingeathmeter Luft auf Körpertemperatur, sowie zur Verdunstung derjenigen Wassermenge in den Lungen, welche zur Sättigung der eingeathmeten Luft mit Wasserdampf für Körpertemperatur erforderlich ist, Tag für Tag eine beträchtliche Menge von Kalorien verbraucht, aber die Anzahl dieser Wärmeeinheiten beträgt in Summa nach der höchsten, von Helmholtz herrührenden Schätzung nur 22,5 % der im Körper gebildeten, so daß wenigstens 77,5 % der letzteren durch die äußere Haut hindurch den Körper verlassen muß. Die äußere Haut ist ein schlechter Wärmeleiter und zwar ein um so schlechterer, je trockener und blutleerer sie ist. Der Blutgehalt der eigentlichen, aus lebenden Gewebelementen und Zellen bestehenden Haut — des Korium — und der Feuchtigkeitsgrad der das Korium bedeckenden Schicht verhornter Zellen — der Epidermis — ist nun unter dem Einfluß von Nerventhätigkeiten, die sich unterhalb der Schwelle unseres Bewußtseins d. h. reflektorisch vollziehen, sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen. Ein Sinken der Temperatur der Umgebung, welches so gering sein kann, daß es gar nicht unsere Aufmerksamkeit erregt, wirkt als Reiz auf gewisse Nervenendigungen im Korium; die durch diesen Reiz erzeugte Nerven-erregung wird auf nervösen Leitungsbahnen in das Centralnervensystem getragen und hier auf solche Nervenbahnen übergeleitet, welche die Erregung der Rings-Muskulatur der Hautgefäße vermitteln. Verstärkung der Kontraktion dieser Blutgefäße vermindert den Blutzufluß zu den kleinsten Haargefäßen, welche nahe unter der Epidermis das Korium durchsetzen. Ein je geringerer Theil des gesammten Blutes diese oberflächlichsten Theile des Kreislaufsgebietes passirt, ein um so kleinerer Theil der im Körperinnern gebildeten Wärme hat die Gelegenheit, nach außen abzufließen, denn weit schneller als es durch phy-

fiktische Wärmeleitung in radiärer Richtung möglich wäre, kommt die Wärme, wenn auch auf großen Umwegen, mit dem in jähher Geschwindigkeit kreisenden Blut aus dem Körperinnern an die Oberfläche.

Wenn also bei einer bestimmten Intensität der Wärme-  
produktion und bei bestimmten äußeren Bedingungen durch einen  
bestimmten Zustand der Hautgefäße für Gleichheit der in der  
Zeiteinheit abfließenden und der gebildeten Wärmemenge gesorgt  
war, und es tritt dann eine Abkühlung der äußeren Umgebung  
ein, womit an sich eine Steigerung des Wärmeabflusses einher-  
gehen müßte, so wird durch Verengung der die Haut mit  
Blut versorgenden Gefäße die Störung der Wärmebilanz ver-  
hindert. Die Haut opfert sich hierbei gewissermaßen für die  
edleren Organe, denn unter dem doppelten Einfluß der stärkeren  
Wärmeentziehung durch die kältere Umgebung und der geringeren  
Wärme — d. h. Blutzufuhr aus dem Innern — kühlt sie selbst  
sich um so stärker ab. Dies hat bei mäßigen Graden der  
äußeren Temperaturabnahme nicht viel zu sagen, da die Gewebe  
der Haut innerhalb eines weit größeren Gebietes der Wärme-  
skala ihre Leistungsfähigkeit bewahren, als diejenigen der inneren  
Körperorgane. Ueberdies werden wir, nachdem die Haut schon in  
zweckmäßiger Weise zur Erhaltung der inneren Körpertemperatur  
reagiert hat, insofern der damit verbundenen stärkeren Abkühlung ihrer  
selbst durch das Gefühl darauf aufmerksam gemacht, daß sich  
unser Körper unter abnormen Bedingungen befindet und zur  
Anwendung der unserer Willkür zu Gebote stehenden Mittel  
angeregt. So zweckmäßig es auch ist, daß der Organismus  
sich hilft noch ehe unsere Aufmerksamkeit in Anspruch genommen  
ist, so ist es doch nothwendig, daß letzteres in der Folge ge-  
schieht, denn die der Regulation in erster Linie dienende  
Thätigkeit des Nervensystems und der Ringsmuskulatur der  
Gefäße erlahmt leicht und, es ist gut, daß sie durch Wahl

passender Bekleidung oder durch Ausführung von Körperbewegungen oder durch Genuß erwärmender Getränke abgelöst wird. Uebrigens kann die Leistungsfähigkeit des regulirenden Apparates durch Uebung wesentlich gesteigert werden, und man hat deshalb die Abhärtung durch kalte Bäder sehr zweckmäßig als Turnübung der Blutgefäße der Haut bezeichnet. Demjenigen, was bei Sinken der Außentemperatur geschieht, entgegengesetzt ist der Vorgang bei Erhöhung des Bedürfnisses nach Wärmeabgabe, mag dieselbe durch Anwachsen der Wärmeproduktion im Innern, oder durch Erschwerung des Wärmeabflusses wegen Steigen der Außentemperatur bedingt sein. Die der Haut Blut zuführenden Gefäße erweitern sich, sie selbst wird dadurch geröthet und gespannt, ihre Eigentemperatur nähert sich mehr derjenigen des Körperinneren und dies kommt dem Wärmeabfluß zu gute, dessen Intensität wesentlich von der Temperaturdifferenz zwischen Körperoberfläche und Umgebung abhängt. Wird das Bedürfniß nach Verbesserung der inneren Bedingungen für Wärmeabgabe noch größer, so tritt eine neue sehr wichtige Veränderung in der Beschaffenheit der Haut ein, die Epidermis wird durchfeuchtet, ihre Leitungsfähigkeit für Wärme wird dadurch bedeutend gesteigert, das das Korium reichlicher durchströmende Blut gewissermaßen auch der Oberfläche näher gebracht. Mit der Durchfeuchtung der Epidermis tritt nun aber außer der Verbesserung der Leitungsfähigkeit der letzteren noch ein anderer sehr wesentlicher Faktor der Abkühlung in Aktion: die Verdunstung. So lange die den Körper umgebende Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, muß Wasser von der feuchten Körperoberfläche verdunsten. Zur Ueberführung von Flüssigkeit aus dem tropfbaren in den gasförmigen Zustand ist aber eine sehr erhebliche Wärmemenge erforderlich, welche zum großen Theil dem Körper, von dessen Oberfläche die Verdunstung stattfindet, entzogen wird. Mit der Durchfeuchtung seiner Epidermis wird

der Mensch gleichsam zur Alcarraza, und wie der Spanier sein Labung spendendes Gefäß gern dem Luftzuge aussetzt, so wird auch beim Menschen die Verdunstung besser in bewegter als in stagnirender Luft zur Wärmeentziehung beitragen.

Die Schweißsekretion des Menschen, von welcher die Durchfeuchtung abhängt, wird ebenso wie die Erweiterung der Blutgefäße auf reflektorischem Wege eingeleitet, ja, sie ist zum Theil erst eine Folge der letzteren. Die Quellen des Schweißes, jene unzähligen im Korium zu Knäueln aufgewickelten Drüsen, deren Ausführungsgänge, nachdem sie korkzieherförmig die Epidermis durchsetzt haben, an manchen Hautstellen, z. B. an den Ballen der Fingerspitzen mit scharfem unbewaffnetem Auge als „Poren“ zu erkennen sind, stehen mit der Thätigkeit ihrer Zellen allerdings unter dem direkten Einfluß der Nerven, worauf der kalte Angstschweiß schließen läßt, aber reichlich und andauernd fließt der Schweiß nur aus bluterfüllter warmer Haut. Durch das Tragen von Kleidungsstücken ist der Kulturmenschen nun aber zu weit reichere Schweißsekretion, wenn anders sie ihren Zweck erfüllen soll, gezwungen, als der nackte Wilde. Letzterer braucht, um den vollen, abkühlenden Nutzen von der Verdunstung des Schweißes zu ziehen, immer nur soviel Flüssigkeit abzusondern, als in derselben Zeit von seiner Hautoberfläche verdampft, tropfender Schweiß wäre bei ihm eine sehr überflüssige Produktion. Wenn dem Europäer „von der Stirne heiß rinnen muß der Schweiß“, so ist das auch sehr überflüssig, doch thut hierbei die Stirnhaut etwas mit, was auf dem bekleideten Theil des Körpers allerdings nothwendig sein kann. Erst in dem Maß, als die Kleidungsstücke an den Stellen, an denen die Luft nicht frei zwischen ihnen und dem Körper circulirt, von dem Schweiß durchfeuchtet werden, kann die Abkühlung durch Verdunstung erhebliche Wirkungen entfalten.

Zu den unabhängig von unserer Aufmerksamkeit und von

unserem Willen in Thätigkeit tretenden Vorrichtungen für Abwendung einer Ueberhitzung des Körperinnern, d. h. zu der Erweiterung der Hautgefäße und zur Entfaltung der Schweißsekretion treten nun noch diejenigen Mittel hinzu, welche wir nach eigener Wahl zu Hilfe nehmen können. Passende Reduktion der Bekleidung, Einschränkung der Muskelarbeit, Vermeiden von Orten mit stagnirender und wassergesättigter Luft sind hier zu nennen, aber es ist hervorzuheben, daß die willkürlichen und unwillkürlichen Mittel zum Schutz gegen Ueberhitzung des Körperinnern dem Menschen nicht so zuverlässig zu Gebote stehen wie die entgegengesetzten. Es gilt dies schon in unseren Breiten, denn wir werden sehen, daß Berufsverhältnisse bei uns vorkommen, in denen es dem gesunden, rüstigen Körper nicht möglich ist, sein Körperinneres vor Erhöhung der Temperatur über die Norm zu bewahren, in weit höherem Maße muß es aber in den Tropen zur Geltung kommen und in ganz hervorragendem Maße bei dem Europäer, der in den Tropen physische Arbeit leisten soll.

So lange die Lufttemperatur etwa  $10^{\circ}$  unter der Körpertemperatur bleibt, was in unseren Breiten zu geschehen pflegt, bildet das reichlichere Zuströmen des Blutes zur Peripherie schon an sich einen erheblichen Schutz. Der Wärmestrom ist zu betrachten wie ein Flüssigkeitsstrom. Ebenso wie die Geschwindigkeit des letzteren von der Plöblichkeit der Druckänderung im Stromlauf oder was dasselbe sagen will von der Abschüssigkeit des Strombettes abhängt, so stürzt die Wärme um so schneller aus dem wärmeren Körper in die kältere Umgebung, je größer die Temperaturdifferenz zwischen beiden ist. Fließt also das Blut aus den Wärmequellen des Körperinnern so reichlich in die Haut, daß die Temperatur der letzteren der der Wärmequelle nahe kommt, und ist die Lufttemperatur etwa  $25^{\circ}$  C., so ist die Wärmeabgabe durch Leitung noch eine sehr beträcht-



liche. Mit jedem Grad, um den die Lufttemperatur nun aber noch steigt, wird das Gefälle des Wärmestromes mehr und mehr verringert, denn eine weitere Steigerung der Hauttemperatur ist ja durch Vermehrung des Blutstromes in derselben nicht mehr zu erreichen, sie kann erst eintreten, wenn auch die Temperatur im Körperinnern über die Norm steigt, was ja vermieden werden soll. Ja, wenn die Temperatur der Luft gleich der der normalen Körpertemperatur wäre, was in den Tropen nicht zu den außergewöhnlichen Ereignissen gehört, dann kann durch Leitung gar keine Wärme mehr den Körper verlassen. Was von der Leitung gesagt ist, gilt auch von der Strahlung, denn durch letztere kann nur so lange Wärme aus dem Menschen herausgehen, als die Menge der von ihm ausgesandten Wärmestrahlen die Menge derjenigen übertrifft, welche von den Körpern der Umgebung und vom Himmel ausgehend ihn treffen. Bei hoher Lufttemperatur können die den Menschen umgebenden Gegenstände niedriger temperirt oder mit einer für die Wärmestrahlung ungünstigen Oberfläche versehen sein, wie z. B. geweißte Mauern, auf deren Oberfläche aus dem Erdboden aufgesaugte Feuchtigkeit verdunstet, im allgemeinen wird aber mit solchen Gegenständen wenig zu rechnen sein. Der Himmel ist nicht am grausamsten, wenn aus tiefdunklem Blau die Sonne ihre Strahlen schießt, sondern dann, wenn ein gleichmäßiger Dunstschleier, wie er für viele Gegenden des tropischen Afrika als charakteristisch geschildert wird, zwar die Macht der direkt die irdischen Gegenstände treffenden Sonnenstrahlen bricht, dafür aber auch die sonst so wirksame Strahlung in den absolut kalten Weltraum hinaus aufhebt.

Wenn nun durch Leitung und Strahlung den Körper keine Wärme verlassen kann, durch letztere ihm solche vielleicht noch zugeführt wird, so müßte, da das Fließen der Wärmequellen im Körperinnern nicht sistirt werden kann, ein stetiges Steigen

der Körpertemperatur erfolgen, wenn nicht die Abkühlung durch Verdunstung als ein Rettungsmittel zur Hand wäre. So erfolgreich freilich und so leichten Kaufs wie dem nackten Eingeborenen steht dem Europäer das Mittel nicht zur Verfügung, wie oben gezeigt wurde; aber immerhin wird man darauf rechnen können, daß selbst bei den vorausgesetzten ungünstigsten Verhältnissen für Strahlung und Leitung der ruhende Europäer durch Verdunstung seines Schweißes die Eigentemperatur auf normaler Höhe wird erhalten können, so lange wenigstens die Bedingungen für die Verdunstung günstige sind. Das ist nun aber in tropischen Klimaten leider zu oft nicht der Fall. Eine bestimmte Menge Luft von bestimmter Temperatur kann bekanntlich eine ganz bestimmte Menge Wasser in Gasform in sich aufnehmen. Hat sie dies gethan, so sagt man, sie habe sich mit Wasserdampf gesättigt. Die Verdunstung von der Oberfläche eines feuchten Körpers erfolgt um so lebhafter und die dadurch bedingte Wärmeentziehung ist um so energischer, je weiter die den Körper umgebende Luft noch von dem Zustande der Sättigung mit Wasserdampf entfernt, je geringer die „relative Feuchtigkeit“ derselben ist. Die relative Feuchtigkeit der Luft ist nun aber gerade in den Tropen oft sehr hoch, und wenn, was dort nicht zu den Seltenheiten gehört, die Luft nicht nur nahezu körperwarm, sondern auch mit Wasserdampf gesättigt ist, dann läßt den Körper in seinem Bedürfniß nach Wärmeabgabe auch das letzte Hilfsmittel in Stich, und die Temperatur des Körperinnern muß, je länger sich der Mensch unter diesen Bedingungen befindet, um so mehr anwachsen. Dasselbe wird auch eintreten, wenn die relative Feuchtigkeit der Luft zwar nicht groß, wenn die Luft selbst aber gar nicht oder nur wenig bewegt ist. Denn in diesem Fall bleibt stets dieselbe Luft mit dem Körper in Berührung, und die ihn wie ein Mantel einhüllende Luftschicht wird sich bald mit Wasserdampf gesättigt haben, so daß sie nur

in dem Maß wie sie ihren Wasserdampf langsam an die angrenzenden Luftschichten abgibt, neues Wasser durch Verdunstung von der Körperoberfläche aufnehmen kann.

In nahezu körperwarmer, dunstfatter oder unbewegter Luft muß also die Eigenwärme auch des ruhenden Menschen stetig ansteigen. Es brauchte das nur dann nicht zu erfolgen, wenn der Organismus die Wärmeproduktion ganz einstellen könnte. Daß er dies nicht kann, liegt schon daran, daß die Atmung und der Kreislauf des Blutes nur durch die andauernde Muskelarbeit des Zwerchfelles und des Herzens unterhalten werden können. Bei dem Spiel dieser Muskeln wird aber keine Arbeit vom Körper nach außen abgegeben, so daß das Äquivalent der ganzen auf das Muskelspiel verwandten chemischen Arbeit schließlich als Wärme im Organismus selbst erscheint. Ist nun die Temperatur des Körperinnern nur etwas über die Norm gestiegen, so verfällt er, wenn nicht bald Aenderung in den äußeren Bedingungen eintritt, den Folgen eines *circulus vitiosus*, denn die mit Wärmebildung einhergehenden Stoffwechselprozesse nehmen mit wachsender Temperatur an Intensität zu, dadurch wird mehr Wärme in der Zeiteinheit gebildet, die Temperatur weiter gesteigert und so fort. In den umgekehrten schädlichen Kreislauf, der sich in ganz analoger Weise bei sinkender Körpertemperatur ausbilden müßte, greift, wie wir namentlich durch Untersuchungen von Pflüger wissen, das Centralnervensystem reflektorisch ein, so daß es das Entstehen des Kreislaufs verhindert oder den entstandenen durchbricht. Bei erheblichem Sinken der Hauttemperatur wird reflektorisch nicht nur, wie schon erwähnt wurde, die Ringmuskulatur der Hautgefäße zur Kontraktion angeregt, sondern es werden auch, ebenfalls reflektorisch, die wärmebildenden Stoffwechselvorgänge in den Muskeln, welche ohne das Eingreifen des Nervensystems bei dem Vordrängen der Kälte bis zum Muskel erlahmen würden, gerade

zu größerer Intensität angefaßt. Daß aber bei hereinschneidender Ueberhitzung des Körpers das Centralnervensystem dämpfend in die wärmebildenden Stoffwechselvorgänge, soweit diese nicht von der Muskelarbeit abhängen, eingreifen könne, davon ist nichts bekannt.<sup>4</sup>

Die Arbeit der Körpermuskeln können wir allerdings willkürlich einschränken. Den Menschen, der das in möglichst hohem Grade thut, nennen wir eben ruhend, und die Bedingungen, unter denen sich der so ruhende Mensch befindet, haben wir bisher ausschließlich betrachtet. Es ist aber leicht abzumessen, was eintreten muß, wenn unter Verhältnissen, in denen die Wärmeabgabe beim ruhenden Menschen vielleicht gerade ausreicht, die Wärmebilanz zu erhalten, erhebliche Körperarbeit geleistet werden soll. Man braucht nur zu bedenken, daß eine Steigerung der Wärmeproduktion auf das Doppelte des Wertes, den sie in der Ruhe hat, schon bei mäßiger Arbeitsleistung eintritt. ●

Absolute Körperruhe wird allerdings auch in den Tropen der Erhaltung der Wärmebilanz sehr häufig nicht dienlich sein. Bewegt sich nicht die Luft am Menschen vorbei, so muß sich der Mensch durch die Luft bewegen, um immer neue, noch nicht ganz auf Körpertemperatur erwärmte und noch nicht ganz mit Wasserdampf gesättigte Schichten mit seiner Oberfläche in Berührung zu bringen. Die durch diese Lüfterneuerung vermehrte Intensität des Wärmeabflusses wird sehr gut die vermehrte Wärmeproduktion überkompensieren können, wie sie durch das Ausführen eines Marsches ohne besondere Körperbelastung bedingt wird. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es sehr wohl verständlich, wenn der verdiente Forschungsreisende Francois<sup>5</sup> sagt: „Meine Erfahrungen haben mich zu der Ueberzeugung gebracht, daß Arbeit und Bewegung auch in Afrika Grundbedingungen für die Gesundheit sind.“ Wenn er dann aber fort-

fährt: „und glaube ich, daß Europäer im Innern (von Afrika) sehr gut einige Stunden Feld- und andere Arbeit leisten können“, so verdient dieser Glaube als Resultat der Taxation eines erfahrenen Mannes gewiß einige Beachtung, kann aber als die nothwendige Konsequenz aus seiner an sich selbst gemachten Erfahrung nicht betrachtet werden. Denn „Arbeit und Bewegung“ des noch so rührigen Führers einer Expedition ist nach mechanischem Maas gemessen nur ein Bruchtheil derjenigen „Feld- und anderen Arbeit“, welche der Auswanderer bei Dienstbarmachung der Natur zu leisten haben würde.

Unsere Erfahrungen über das Verhalten der Eigentemperatur des Europäers in den Tropen sind sehr spärlich, und die, welche wir besitzen, geben keine direkte Antwort auf die Frage, welche uns hier hauptsächlich interessirt, unter welchen Bedingungen der Europäer in den Tropen auch bei angestrenzter Körperarbeit sich vor Ueberhitzung zu bewahren vermag. Daß diese Bedingungen engbegrenzte und nicht häufig zusammen-treffende sein werden, ist zu erwarten, da J. Davy schon 1850 als einen aus einer größeren Beobachtungsreihe folgenden Erfahrungssatz hinstellte, daß die Körpertemperatur in den Tropen infolge körperlicher Anstrengungen sehr erheblich steigt.<sup>6</sup> Daß ferner die Schwierigkeiten, welche schon dem ruhenden Organismus aus den Verhältnissen tropischer Klimata erwachsen können, soweit es sich um Erhaltung der Eigentemperatur handelt, im Obigen nicht übertrieben sind, geht daraus hervor, daß in heißen Ländern nicht nur einzelne Fälle, sondern ganze Epidemien von Hitzschlag beobachtet werden, z. B. von Staples in Ostindien (Nowshera) bei einer Tagestemperatur von 36,7° bis 43,6° C. und von Friedel<sup>7</sup> in Tient-sin bei 34,3° C. Diese Epidemien betrafen nur Europäer, welche weder in Indien noch in China schwere Arbeit zu verrichten pflegen. Daß es sich aber bei dem Hitzschlag um eine Störung der Wärmebilanz



handelt, wissen wir jetzt so sicher, daß, wenn Jemand unter den wesentlich nervösen Erscheinungen des Hitzschlages erkrankt, wir mit einiger Wahrscheinlichkeit die Temperatur seines Körperinnern zu  $42^{\circ}$  C. angeben können. Da die normale Temperatur des Körperinnern  $38^{\circ}$  C., d. h.  $1^{\circ}$  mehr als die Äußertemperatur beträgt, so ist zur Hervorrufung der das Leben direkt bedrohenden Erscheinungen des Hitzschlages eine Temperatursteigerung des Organismus um  $6^{\circ}$  C. erforderlich. Wenn nun der Hitzschlag mit dieser enormen Temperatursteigerung bei dem nicht arbeitenden Europäer in heißem Klima epidemisch auftreten kann, wie oft wird dann eine zwischen  $38$  und  $42^{\circ}$  liegende Temperatur des Körperinnern in den Tropen erreicht werden schon ohne Arbeit, und wie viel öfter noch ist dies zu erwarten, wenn die Wärmeproduktion durch Körperanstrengung gesteigert wird. Was in dieser Beziehung zu erwarten ist, können wir einigermaßen aus den Erfahrungen schließen, die in Europa über das Ansteigen der Körpertemperatur bei gesunden Menschen in den Fällen gesammelt sind, in denen angestrengte körperliche Arbeit mit ungünstigen Bedingungen für den Wärmeabfluß zusammentreffen.

Helmholz hat, als er noch in Heidelberg war, die Temperaturerhöhung seines Körpers durch die Muskelanstrengung bei möglichst schnellem Besteigen des etwa 200 Meter hohen Gaissberges von seinem Haus aus dadurch nachgewiesen, daß er in origineller Weise<sup>8</sup> vorher und nachher die Temperatur seines Körperinnern bestimmte: oben fand er sie um etwa  $1^{\circ}$  C. höher. Obernier bestimmte bei einem 34-jährigen Schnellläufer von untersehter Gestalt, welcher in einer Stunde 15 Kilometer bei  $+ 16,2^{\circ}$  C. Lufttemperatur zurückgelegt hatte, die Temperatur des Körperinnern zu  $39,6^{\circ}$  C.; die Kleider waren zum Ausringen naß, Puls und Respiration sehr beschleunigt. Nach einem Geschwindmarsch mit 135 bis 140 Schritt in der

Minute und von 1 Stunde 35 Minuten Dauer bei  $+ 17^{\circ} \text{C.}$  im Schatten fand Obernier die Körpertemperatur um  $1,2^{\circ}$  gestiegen. Bonnal<sup>9</sup> beobachtete bei einem Schnellläufer, der über 18 Kilometer in anderthalb Stunden ohne Aufenthalt zurückgelegt hatte, eine Temperatur des Körperinnern von  $39,5^{\circ}$ . Jürgensen<sup>10</sup> fand nach fünfstündigem Holzsägen die Temperatur eines Mannes gleichfalls um  $1,2^{\circ}$  höher. Ebenso sahen J. Davy und Jacobasch bei Muskelanstrengungen verschiedenen Grades ihre Körpertemperatur um  $0,5-1^{\circ} \text{C.}$  steigen.

Werthvoller als solche gelegentliche Beobachtungen sind systematisch durchgeführte Beobachtungsreihen an Menschen, denen aus ihrem Beruf Schwierigkeiten für Aufrechterhaltung der Körpertemperatur erwachsen. Der Anregung Jürgensen's verdanken wir so eine Untersuchung, welche Jäger, einer seiner Schüler, an fünf Militärbäckern durchgeführt hat.<sup>11</sup> Dieselben hatten ihre allerdings nur geringe Muskelarbeit beanspruchende Beschäftigung stundenlang in einem Raum auszuüben, dessen Temperatur zwischen  $25^{\circ}$  und  $30^{\circ} \text{R.}$  schwankte und ihre maximale Temperatur hob sich dadurch um  $1,3^{\circ} \text{C.}$  über ihre mittlere Tagestemperatur, d. h. um das Doppelte als an Ruhetagen.

Eine hierher gehörige sehr wichtige Untersuchung, welche auch um deshalb ein besonderes Interesse erregt, weil sie nicht von einem Arzt, sondern von einem Ingenieur herrührt, verdanken wir Herrn Dr. F. M. Stapff, einstigem Ingenieur-Geolog beim Bau der Gotthardbahn.<sup>12</sup> Bekanntlich beobachtet man beim Eindringen in das Erdinnere eine stetige Zunahme der Temperatur. Der Silberbergbau in der Sierra Nevada der Rocky Mountains hat stellenweise schon solche Tiefe erreicht, daß die Erdwärme fernerer Ausbeutung der Gänge unüberwindliches Hinderniß entgegenstellt. Aber nicht nur in lothrecht vorgetriebenen Schächten erfährt man die Temperatursteigerung, sondern auch, allerdings in geringerem Grade, bei dem Eindringen in horizontaler Richtung

in die großen Gebirgsmassen, wie es bei den Tunnelbauten geschieht. In dem großen Gotthard-Tunnel zwischen Airolo und Göschenen stieg die Temperatur beim Bau bis auf  $31^{\circ}$  C. Der Bau ist zwar anstandslos zu Ende geführt worden, doch stellten sich so erhebliche auf die hohe Temperatur zu beziehende Mißstände im Befinden der Arbeiter und in der Sterblichkeit der im Tunnel verwandten Arbeitspferde ein, daß sich der weitsehende Techniker nicht die Gelegenheit entgehen lassen wollte, alle die Erfahrungen zu sammeln, von denen man eine Antwort auf die Frage nach den Grenzbedingungen für die Ausführbarkeit von Tunnelbauten überhaupt erwarten konnte. Durch E. du Bois-Reymond, an den er sich um Belehrung gewandt hatte, über den Werth unterrichtet, den für seinen Zweck die Hineinziehung der Temperaturbeobachtungen an den den abnormen Bedingungen unterworfenen Menschen selbst haben mußte, hat er diese Beobachtungen in mustergiltiger Weise durchgeführt. So sind umfangreiche Tabellen von den zusammengehörigen Werthen der Körpertemperatur mit denjenigen der Bedingungen, unter denen sie zu stande kam, der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, sowie der Körperanstrengung entstanden, die schon an sich sehr werthvolle Fingerzeige enthalten. So geht z. B. aus ihnen hervor, daß bei Temperaturen der nahezu oder ganz mit Wasserdampf gesättigten Luft von  $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$  C. und bei Anstrengungsgraden, welche den zum Marschieren auf ebenem Terrain ohne Körperbelastung erforderlichen nahe lagen, die Körpertemperatur um  $1^{\circ}$ — $2^{\circ}$  über die Norm stieg, daß diese Temperatursteigerung auf der Göschener Seite, auf welcher die Luft nicht so völlig mit Wasserdampf gesättigt war, unter sonst gleichen Bedingungen etwas niedriger ausfiel als auf der Seite von Airolo, daß schon bei den beobachteten Erhöhungen der Körpertemperatur die auf die Muskelanstrengung verwandte Energie unwillkürlich in merklicher Weise abnahm und dergleichen mehr.

Außerdem hat aber Stapff in sehr geschickter Weise auf Grund seiner Beobachtungen rechnerische Beziehungen zwischen den Werthen der Eigentemperatur und denjenigen der Bedingungen, unter denen sich der Mensch befindet, aufgestellt, und diese rechnerischen Beziehungen benutzt, um die seiner direkten Beobachtung nicht zugänglichen Bedingungen anzugeben, unter denen eine Erwärmung des Körperinnern auf  $40^{\circ}$  resp.  $42^{\circ}$  zu erwarten sein würde. So kommt er z. B. zu dem Resultat, daß bei vollkommen mit Wasserdampf gesättigter Luft, wie sie in dem Tunnelabschnitt von Airolo vorhanden war, unter der doppelten als zum gewöhnlichen Marschieren erforderlichen Anstrengung die Erhöhung der Eigenwärme auf  $40^{\circ}$  bei  $37,7^{\circ}$  Lufttemperatur eintreten würde, unter der dreifachen Anstrengung bei  $35,1^{\circ}$ , unter der vierfachen Anstrengung schon bei  $32,5^{\circ}$  u. s. f. Allerdings ist nicht zu verkennen, daß die Breite der Schlüsse, welche Stapff wagt in einigem Mißverhältniß zu der Enge der Bedingungen steht, die seiner direkten Beobachtung zugänglich waren. Besonders zu beklagen ist, daß es ihm nicht möglich war, die Beobachtungen auf die mit angestrebter Tunnelarbeit beschäftigten Leute auszudehnen, daß er vielmehr wesentlich auf sich und einige Kollegen angewiesen war.<sup>13</sup> Darum darf doch aber die Untersuchung sowohl wegen des immerhin reichlichen Materials, welches sie geliefert hat, als auch besonders wegen der geistreichen Methodik, die zur Nachahmung anregen sollte, hohen Werth beanspruchen.<sup>14</sup> Wäre doch unter den Ingenieuren des Panama-Kanals ein Stapff, wieviel Belehrung über die Wärmeverhältnisse des in den Tropen arbeitenden Menschen könnten wir dann erhalten! Das Studium der dortigen Verhältnisse müßte um so verlockender sein, als sich die Gelegenheit bieten dürfte, den Einfluß der Rassenverschiedenheit mit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Die Frage, ob die höhere Arbeitsfähigkeit des Negers in den

Tropen auf einem besseren Wärmeregulierungsvermögen, oder ob sie auf einer größeren Widerstandsfähigkeit gegen erhöhte Eigentemperatur beruhe, würde sich dort wohl ihrer Beantwortung näher führen lassen, sowie noch manche andere Frage von theoretischer oder praktischer Bedeutung.

Ein Beruf, der auch in unseren Gegenden verhältnißmäßig viel Opfer an Hitzschlag fordert, ist der Infanteriedienst. Die Hauptschwierigkeit zur Aufrechterhaltung einer Normaltemperatur erwächst dem Fußsoldaten unseres Heeres aus seiner Bekleidung, welche dem Wärmeabfluß sehr ungünstig ist. Hüller<sup>15</sup> hat nun in neuester Zeit durch zahlreiche Messungen der inneren Körpertemperatur von feldmarschmäßig ausgerüstet bei Sonnenhitze marschierenden Soldaten gezeigt, daß der Hitzschlag kein unvermittelt dastehendes Ereigniß ist, sondern daß Temperaturen des Körperinnern von 38°—40° C. je nach den besonderen Bedingungen der Wärme, Feuchtigkeit und Bewegung der Luft zu den nicht außergewöhnlichen Erscheinungen gehören.

Aufmerksame Beobachtung des übrigen Verhaltens der Leute, deren Temperatur unter Kontrolle gehalten wurde, haben Hüller in den Stand gesetzt, folgende drei Grade der Einwirkung der erhöhten Körpertemperatur auf das Centralnervensystem zu unterscheiden.

Erster Grad. Die Körpertemperatur ist ungefähr zwischen 38° und 39° C. stabil geworden. Die Erscheinungen sind ähnlich denjenigen, welche im Beginn fieberhafter Krankheiten beim ersten Ansteigen der Körpertemperatur beobachtet werden. Der Mann wird zunächst still auf dem Marsche; er hört auf zu singen, wird wortkarg und zeigt Abneigung gegen Unterhaltung mit Kameraden. Sein Gesichtsausdruck wird ernst, fast trübe und verdrießlich; man sieht ihm die Empfindung des Unbehagens an, als ob ihn etwas bedrückt oder beugt, oder als ob er etwas zu leisten habe, was ihm Mühe macht. Das Bewußtsein ist dabei vollkommen klar. Sein Gang ist sicher, seine Haltung



gewöhnlich, wie bei den meisten Leuten etwas vorüber gebeugt, der zweckmäßigen Vertheilung der Last zum Schwerpunkt wegen. Auch seine Sprache ist noch klar und deutlich, nur spart er seine Worte und giebt ungern Antwort. Wird ein Halt gemacht, so hat er die Neigung, sich sofort zu setzen oder hinzulegen, ein Beweis, daß er sich schlaff und abgesehlagen fühlt. Gewöhnlich hält man diese Erscheinung für Symptome der Ermüdung; daß sie dies nicht sind, erkennt man leicht an wärmeren Marschtagen, an welchen die Symptome der Depression und Abgesehlagenheit bei einer Truppe bereits zu einer Zeit wahrgenommen werden, wann von physischer Ermüdung bei so kräftigen jungen Leuten noch nicht die Rede sein kann. — Dieser Zustand ist natürlich ganz ungefährlich. Wird ein längerer Halt gemacht, so erholt sich der Mann schnell und gewinnt bald seine frühere Munterkeit und Rührigkeit wieder.

Zweiter Grad der Erhitzung. Die Körpertemperatur ist unter allmählichem Anstieg binnen  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde zwischen  $39^{\circ}$  und  $40,5^{\circ}$  C. stabil geworden. Der Mann zeigt die beim ersten Grade angeführten Erscheinungen in viel ausgeprägterem Maße. Er macht den Eindruck von Benommenheit; er marschiert apathisch und theilnamlos, wie in Gedanken versunken, vorwärts, hat keine oder nur geringe Aufmerksamkeit mehr für die Vorgänge in der Umgebung, kein Interesse mehr für landschaftliche Reize und Abwechslung. Auf Fragen giebt er nur zögernd und mit Unlust Antwort. Sein Gesichtsausdruck hat etwas Starres, oft Stupides. Das Gesicht ist dunkel geröthet und gedunsen; von Stirn und Schläfen rieseln Schweißtropfen herab; die Augen erscheinen glozend, geröthet und starr auf den Boden geheftet; der Mund ist geöffnet, die Athmung beschleunigt, dabei gewöhnlich etwas vertieft und hörbar. Die Haltung ist die beim ersten Grade beschriebene. Der Gang, anfänglich noch fest und sicher, wird sehr bald mühsam und schleppend; der

Mann stößt leicht an kleine Hindernisse an und hat augenscheinlich Mühe, sich und seine Last davon zu tragen. Es tritt nun alsbald ein Zustand der Erschlaffung und selbst tiefer Erschöpfung ein. Dem Manne wird dabei nicht selten schwarz vor den Augen, und mit dem Gefühle der Ohnmacht tritt er alsdann, falls er noch bei Bewußtsein ist, aus Reihe und Glied heraus, um zur Seite des Weges niederzusenken oder sich an den Rand des Grabens zu setzen.

Dritter Grad der Erhitzung. Die Körpertemperatur hat  $41,0^{\circ}$  C. erreicht und steigt noch weiter in die Höhe (Hitzschlag). Die vorher beschriebenen Symptome schreiten weiter fort und nehmen nunmehr einen bedrohlichen Charakter an. Der Mann verliert nach und nach das Bewußtsein; zu der Eingenommenheit des Kopfes gesellt sich Schwindelgefühl, so daß er beim Marschiren schwankt; es wird ihm schwarz vor den Augen, er sieht und hört nichts mehr deutlich, so daß er auf Fragen nicht mehr antwortet. Die Athmung wird dabei gewöhnlich äußerst frequent und oberflächlich, der Puls fliegend und unzählbar. Gleichzeitig wird in der Regel die Haut infolge Erlöschens der Schweißsekretion und Lähmung der Hautgefäße trocken und cyanotisch. Taumelnd bewegt er sich, dem Pflichtgefühl und der Gewohnheit mechanisch folgend, noch einige Schritte weiter, um dann bewußtlos zusammenzubrechen.

Ich habe diese Beobachtungen hier ausführlich wiedergegeben, weil aus ihnen recht eindringlich hervorgeht — worauf freilich auch schon aus den Untersuchungen von Stapff und Jäger, sowie aus den anderen gelegentlichen Beobachtungen geschlossen werden konnte —, daß bei allmählicher Steigerung der Schwierigkeiten für die Wärmeregulierung auch eine entsprechend allmähliche Steigerung der Körpertemperatur von der normalen bis zu der des Hitzschlages eintritt. Selbstverständlich ist dies nämlich keinesweges, sondern es könnte auch so sein,

daß der Organismus entweder den Schwierigkeiten zum Trotz seine Eigentemperatur wahrt, oder wenn ein gewisser kritischer Punkt überschritten ist, in jäher Weise der Ueberhitzung verfällt. Da Letzteres nicht der Fall ist, sind wir zu dem Schluß berechtigt, daß, wo in den Tropen das Auftreten von Hitzschlag häufig ist, eine wenn auch nicht direkt das Leben bedrohende, aber immerhin bedenkliche Erhitzung noch weit häufiger sein wird, und das Ausbleiben von Hitzschlag berechtigt nicht zu der Annahme, daß nicht Erhöhungen der Eigentemperatur geringeren Grades eintreten. Wir müssen vielmehr erwarten, daß mit jedem neu hinzutretenden, die Erhaltung der Wärmebilanz erschwerenden Moment die Abweichung von der Norm erheblicher werden wird, und speziell können wir mit Sicherheit sagen, daß der Organismus der Ueberhitzung anheim fallen muß, wenn er zu angestrenzter Arbeit gezwungen wird, unter Bedingungen, bei denen er ruhend oder sich mäßig bewegend eben die Eigentemperatur behaupten kann, Bedingungen, wie sie in den Tropen sehr häufig vorkommen werden.

Von den die Erhaltung der Wärmebilanz störenden Momenten, welche in den vorstehend besprochenen Untersuchungen eine wesentliche Rolle gespielt haben, werden in den Tropen allerdings einige wegfallen. Der in den Tropen arbeitende Europäer wird Freiheit in der Wahl seiner Bekleidung haben, und durch Zweckmäßigkeit dieser Wahl wird er große Erleichterung finden können. Die mögliche Grenze der Zweckmäßigkeit ist in dieser Beziehung gewiß noch lange nicht erreicht. Auch wird er eine Luft athmen, die, wenn sie auch in Bezug auf Sättigung mit Wasserdampf nicht besser sein mag wie die Luft im Tunnelbau, so doch nicht wie diese durch Verbrennungsgase der Sprengstoffe und durch Staub verdorben ist. Dafür werden aber andere schädliche Momente oft in weit höherem Grade vorhanden sein, namentlich wird die Lufttemperatur höhere Werthe

(793)

erreichen und gleiche Momente werden stärkeres Gewicht haben, wenn sie einen durch miasmatische Erkrankungen geschwächten Organismus treffen.

Man könnte vielleicht geneigt sein, aus den angeführten Erfahrungen über die auch bei uns in ganzen Berufs-Klassen so häufig vorkommenden Erhöhungen der Temperatur des Körperinneren über die Norm zu schließen, daß diese, so bald sie nur nicht zum Hitzschlage führe, überhaupt unverfänglich sei. Der Gotthard-Tunnel ist doch trotz der aus den Temperaturverhältnissen erwachsenen Schwierigkeiten zu Ende gebaut worden und unsere Soldaten pflegen aus dem Manöver rüstiger in die Garnison zurückzukehren, als sie dieselbe verlassen haben.

Was zunächst die Soldaten anlangt, so ist die Zeitdauer, während derer ihr Körper einer Ueberhitzung ausgesetzt ist, jedesmal eine kurze, nur auf wenig Mittagsstunden beschränkte und die Gelegenheit zu derselben findet sich bei weitem nicht an allen Tagen eines Manövers. Die Zeitdauer und die tägliche Wiederkehr scheint aber eine wesentliche Rolle zu spielen. Bei den Tunnelarbeitern, welche monatelang täglich viele Arbeitsstunden hintereinander den ungünstigen Temperaturverhältnissen ausgesetzt waren, machte sich in der That nicht nur eine Abnahme ihrer Arbeitsfähigkeit geltend, sondern es entwickelten sich bei ihnen auch dauernde Störungen in der Konstitution, namentlich was Beschaffenheit und Menge des Blutes anlangt, wie sie für den Einfluß des Tropen-Klimas auf den Europäer charakteristisch sind.

Daß übrigens der Europäer sehr wenig befähigt ist, sich in den Tropen zu akklimatisiren in dem Sinne, daß er sich selbst dort dauernd wohl befinden und ein kräftiges Geschlecht erzeugen könnte, wird mehr und mehr als Erfahrungs-Thatsache anerkannt, seit Virchow die Diskussion der Akklimatisationsfrage in Fluß gebracht hat und sich Männer wie Bastian, Fritsch, Hirsch an dieser Diskussion theiligt haben.<sup>16</sup> Es

könnte fast überflüssig erscheinen, diese Anerkennung durch Gründe noch stützen zu wollen. Sollten wir aber zu der Einsicht kommen — und ich glaube, daß wir uns ihr nicht werden verschließen können —, daß neben den miasmatischen Einflüssen die Schwierigkeit für die Erhaltung der Eigentemperatur eine Hauptrolle spielt, so würden wir einerseits die Frage nach der Möglichkeit, große tropische Landstücke mit Europäern derart zu bevölkern, daß diesen auch die physische Arbeitsleistung zufiele, noch ungünstiger zu beantworten haben als bisher, da die bisherigen Erfahrungen wesentlich ohne den Faktor der physischen Arbeitsleistung gewonnen sind, andererseits würden wir aber auch ein bestimmtes Kriterium dafür gewinnen, ob nicht doch in kleineren bevorzugten Gebieten der Tropen eine allen Theilen ersprißliche Besiedelung mit Europäern möglich wäre. Von Demjenigen, der die Besiedelung eines solchen Gebietes empfehlen wollte, müßte, abgesehen von den miasmatischen Verhältnissen, der Nachweis verlangt werden, daß dort bei der zur Beschaffung der Subsistenzmittel erforderlichen Arbeit die Eigentemperatur des Europäers nicht über die Normaltemperatur gesteigert werde.<sup>17</sup>

Zum Schluß mag es noch erlaubt sein, die Frage aufzuwerfen, ob es denn vom nationalen Standpunkt aus in der That so sehr zu bedauern wäre, wenn von allen Bestrebungen, den Auswandererstrom in neue Bahnen zu leiten, sich dauernd so wenig als realisirbar erweisen sollten, wie es jetzt den Anschein hat. Es kann nicht bestritten werden und wird wohl auch nicht bestritten, daß der Landmann, der nach Nord-Amerika auswandert, jetzt und auf lange Zeit noch dort Aussicht hat, sein Ziel zu erreichen. Dabei bleibt er oder wird erst recht ein freier Mann, und bei der rastlosen Bearbeitung des ihm zu eigen werdenden Aekers erhält er sich mehr deutsches Wesen, als ihm in einer nur aus Landsleuten gebildeten eigenen Kolonie in tropischem oder subtropischem Klima sich zu erhalten die un-



vermeidliche physische Erschlaffung gestatten würde. Nicht nur in der Sprache, sondern auch in der Art des Schaffens liegt das nationale Wesen. Freilich der Muttersprache wird der Deutsche in Amerika oft untreu, und er drückt der Politik seines neuen Vaterlandes nicht den deutschen Stempel auf. Aber er ist doch auch kein politisch todter Mann, wie der Deutsche in Brasilien, er hat politisch gleiche Rechte mit seinen Mitbürgern anderer Zunge und kann sich in Ausübung dieser Rechte politisch rüstig erhalten für den Tag seiner Herrschaft. Denn widerstandslos giebt doch der Deutsche in Amerika seine Sprache nicht auf, wenn er es thut, so thut er es nach und nach, durch die Nothwendigkeit gezwungen, weil er noch nicht die Herrschaft im Lande hat. Nach dieser Herrschaft aber für ihr Element ringen Tausende und aber Tausende von Deutschen in Amerika, und wenn sie auch weder bis jetzt gesiegt haben, noch auch auf baldigen endgültigen Sieg hoffen können, so haben sie doch schon viel errungen und sie erlahmen nicht im friedlichen Wettkampf. Diesen wackeren Streikern hieße es jede Aussicht auf die Zukunft benehmen, gelänge es, ihnen den Zuzug von jährlich soviel Tausend Deutschen abzuschneiden. Fließt dieser Zuzug weiter, dann ist die Zeit vielleicht nicht allzufern, in der der Deutsche, der in Amerika angekommen ist, nicht mehr aufhören wird, deutsch zu reden. Will man die Chancen abwägen, welche das deutsche Wesen in Amerika hat, so darf man einen sehr mächtigen Faktor nicht außer Rechnung lassen: die große Expansivkraft des deutschen Stammes, welcher dem deutschen Wesen den mächtigen Zustrom aus der alten Heimath unterhält, welche aber auch in der neuen Heimath nicht erlahmt. Die Anglo-Amerikaner verfallen dem Zweifindersystem, die Deutsch-Amerikaner halten fest an der Vätersitte und am väterlichen Glauben, eine blühende Kinderschaar für den größten Segen zu halten.