

Probe immer positiv in Fällen frischer rother Papeln, zunehmender, reichlich eiternder Geschwüre, mit einem Worte in Gegenwart noch fortschreitender Symptome. Ebenso ward sie positiv, so oft ein wie immer beschaffenes Recidiv erschien, bis auch dessen Symptome ihre Acme überschritten.

## VI.

### Vergleichende Untersuchung über die physikalische Wärmeregulirung bei dem europäischen und dem malaiischen Tropenbewohner.

Von Dr. C. Eijkman in Batavia.

Nach den Untersuchungen über den Stoffwechsel und die Wärme production, deren Resultate früher ausführlich mitgetheilt sind<sup>1)</sup>, schien es von Werth, im Anschluss daran, die Wärmeabgabe bei Europäern und Malaien einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen. Da der Wärmeverlust, hauptsächlich im heissen Klima, grösstentheils durch die Haut stattfindet, so haben wir uns in erster Linie mit dem Studium derselben beschäftigt.

Es gibt gewiss Gründe, die vermuthen lassen, dass die Haut der Malaien, in Bezug auf Wärmeabgabe, sich anders verhält, als die der Europäer, und es liegt auf der Hand, zur Erklärung eventueller Unterschiede in dieser Beziehung, in erster Reihe an die bei den genannten Rassen so sehr verschiedene Hautfarbe zu denken.

In der Literatur findet man denn auch die Ansicht ausgesprochen, dass eine dunkle Farbe der Haut mehr geeignet macht zur Wärmeabgabe. Man sieht hierin eine Analogie mit der bekannten Erfahrung, dass dunkle Stoffe im Ganzen mehr Wärme ausstrahlen, als hellfarbige.

Jedoch hat man, so weit uns bekannt, noch keine Versuche gemacht, den vermutlichen Einfluss der Hautfarbe auf die

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 133.

Wärmeabgabe experimentell festzustellen, wiewohl mit der vorgenannten Analogie vor Augen der Weg sich selbst anweist.

Zur Bestimmung des Strahlungsvermögens der Stoffe wird von den Naturforschern und Hygienikern vielfach eine Methode angewandt, die darin besteht, dass eine mit warmem Wasser gefüllte Metallbüchse, worin ein Thermometer befestigt ist, mit dem zu untersuchenden Stoff bedeckt wird, und man nun als relatives Maass des Strahlungsvermögens die grössere oder geringere Geschwindigkeit in Betracht zieht, mit der sich das Wasser abkühlt.

Es sprach nichts dagegen, diese Methode auch bei unserer Untersuchung anzuwenden, und die der Leiche eines Europäers und der eines Eingeborenen (Malaien) entnommene Haut zu einem vergleichenden Versuche zu benutzen. Wenn die Hautfarbe wirklich von Einfluss wäre auf die Grösse der Ausstrahlung, so müsste solches an der Haut eines Todten eben so gut bemerkbar sein, als an der eines Lebenden.

Ueber die Ausführung des Versuches ist Nachstehendes zu erwähnen. Wir liessen zwei einander vollständig gleiche cylinderförmige Blechbüchsen anfertigen. Der Boden und die konisch zulaufende obere Fläche derselben wurden, um Wärmeverluste nach diesen Seiten zu verhindern, mit einer dicken Flanellschicht bedeckt. Die Cylinderoberfläche hatte 7 cm Höhe und 16 cm Umkreis. Der Inhalt des Cylinders betrug  $\pm$  140 ccm. Von oben konnte durch eine Oeffnung ein Thermometer gut schliessend eingesteckt werden.

Der sorgfältig von dem subcutanen Fettgewebe gesäuberte Hautlappen wurde gut gespannt um den Cylinder gewickelt, und die sich begegnenden Hautränder wurden mittelst einer verticalen Naht zusammengefügt. Um einem Zurückziehen der freien Ränder der gespannten Haut vorzubeugen, wurden diese gleichfalls durch Garnstiche befestigt, und zwar an den ein wenig hervortretenden Rändern des Cylinders. Zu diesem Zweck waren diese Ränder mit einer Reihe von Löchern versehen. Um den störenden Einfluss des möglicherweise verschiedenen Wärmeleitungsvermögens der beiden Hautarten auszuschliessen, wurden die Büchsen mit einer doppelten Hautschicht bedeckt, und zwar so, dass bei der einen Büchse ein weisser Hautlappen durch einen braunen bedeckt wurde, und bei der anderen Büchse gerade

umgekehrt. Sodann wurde der cylinderförmige Theil der beiden Büchsen mit einer gleichen Menge lauwarmen Wassers ( $\pm 45^{\circ}\text{C}$ .) gefüllt und wurden die Thermometer so tief hineingesteckt, dass deren Kugel in jeder Büchse bis zur halben Höhe des Cylinders hinan reichte. Danach wurde die Temperatur beiderseits notirt. War diese Anfangs in einer der Büchsen höher, als in der anderen, so wurde das Wasser der ersten mittelst einer Pipette so lange aufgezogen und wieder zurückgegossen, bis die gleiche Temperatur erzielt war. Die Büchsen wurden alsdann zum Schutz gegen abkühlende Luftströmungen unter eine Glocke gestellt; die Luft darin wurde mittelst eines Stückes Filtrirpapiers mit Wasserdampf gesättigt, um den störenden Einfluss einer möglichst ungleichen Verdunstung von den beiden Hautoberflächen zu verhindern. Vor jeder Temperaturaufnahme wurden die Büchsen ein wenig geschüttelt, um die Wärme des Wassers gleichmässig zu vertheilen.

Bemerkt wird hierbei, dass gleich nach dem Eingiessen des lauwarmen Wassers die Hautumkleidung sich merkbar warm anfühlte, — ein Beweis dafür, dass eine genügende Wärmemenge durch die doppelte Hautschicht drang und nach aussen abgegeben wurde.

#### Versuch I.

Controlversuch; die Cylinderoberfläche der Büchsen A und B unbedeckt.

11 Uhr 16 Min.	43,2° C.	43,2° C.
11 - 36 -	38,5	38,5
11 - 56 -	35,5	35,6

#### Versuch II.

Haut eines 40jährigen Europäers, um 5 Uhr Morgens gestorben an Phthisis pulmonum; Haut eines 30jährigen Eingeborenen, 3 Uhr Morgens gestorben an Fieber. Beide Hautlappen wurden vom Oberschenkel genommen; da die weisse Haut einen starken Haarwuchs darbot, wurden die Haare zuvor entfernt.

Lufttemperatur $30^{\circ}$	B		A	
	Weisse Haut aussen	Braune Haut aussen	Weisse Haut aussen	Braune Haut aussen
12 Uhr 25 Min.	42,5		42,5	
12 - 35 -	40,0		39,95	
12 - 50 -	38,2		38,2	
1 - — -	37,2		37,1	
1 - 10 -	36,35		36,2	
1 - 20 -	35,6		35,45	

## Versuch III.

Haut eines 30jährigen Europäers, gestorben an Aneurysma aortae, und eines 30jährigen Malaien, gestorben an Beri-Beri. Beide Hautlappen vom Oberschenkel.

	A		B	
	Weisse Haut aussen	Braune Haut aussen	Weisse Haut aussen	Braune Haut aussen
Lufttemperatur 35,50	12 Uhr 40 Min.	40,35	40,35	
	12 - 50 -	39,1	39,2	
	1 - — -	38,4	38,45	
	1 - 15 -	37,85	38,0	
	1 - 25 -	36,5	36,6	
	1 - 35 -	35,1	35,2	
29,50	1 - 40 -	34,5	34,6	

Das Ergebniss dieser Versuche ist nicht zweifelhaft. Es wird kein nennenswerther Unterschied im Strahlungsvermögen zwischen der weissen und braunen Haut constatirt.

Bei den Untersuchungen über die Wärmeabgabe durch die Haut des lebenden Körpers hat man, wie bekannt, drei Quellen von Wärmeverlust in Betracht zu ziehen. Es wäre sicherlich werthvoll, jede dieser einzeln einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen, doch Angesichts der damit verbundenen Schwierigkeiten wurde hiervon vorläufig abgesehen. Auch haben wir keine calorimetrischen Untersuchungen gemacht, wenigstens nicht in dem Sinne, dass die abgegebenen Wärmemengen in Calorien gemessen wurden.

Unser Zweck war, die Wärmeabgabe unter denselben Verhältnissen zu untersuchen, worunter sie in der Regel stattfindet, nehmlich durch die bekleidete Haut. Selbst ein Luftcalorimeter mit Ventilationseinrichtung konnte nicht als den Anforderungen genügend betrachtet werden. Für eine vergleichende Untersuchung zwischen den beiden Rassen ist indess die calorimetrische Methode nicht unentbehrlich. Ein eventueller Unterschied in der Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung müsste, wenn er von einiger Bedeutung war, auch an den Tag kommen durch die Temperaturdifferenz der sich zwischen Haut und Bekleidung befindenden Luftsicht, wenn nur dafür gesorgt wurde, dass die Grösse der wärmeabgebenden Hautfläche, die Dicke der Luftsicht, die Art der Bekleidung, sowie der Zustand der Umgebung in beiden Fällen vollständig dieselben waren. Eine solche

einfache Untersuchungsmethode war behufs vorläufiger Orientirung für genügend zu erachten; kam hierbei ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Rassen an's Licht, dann konnte man immer noch mit verschärften Methoden darauf eingehen.

Durch diesen Gedanken geleitet, gingen wir, wie folgt, zu Werke:

Als Versuchsobject dient die Haut vom Vorderarm. Diese wird bedeckt mit einem etwa 16 cm langen Aermel, aus nicht zu dickem Baumwollstoff, und, der Form des Vorderarmes gemäss, ein wenig konisch zulaufend. An den beiden Enden wird derselbe mit Bändern geschlossen. Der Arm liegt mit der Rückseite auf der Unterlage. An der Vorderseite befindet sich in dem Aermel eine Oeffnung mit einem handschuhförmigen Ansatze, worin das Thermometer in beinahe horizontaler Lage so befestigt wird, dass die Kugel im Raum zwischen Arm und Aermel liegt und der Stiel mit der Eintheilung genügend nach aussen sichtbar ist. — Um bei allen Versuchen eine nahezu gleich dicke Luftsicht durch eine gleich grosse Hautoberfläche erwärmen zu lassen, ist innerhalb des Aermels, um das Thermometer herum, ein mit der Oeffnung nach vorn stehendes Hufeisen befestigt, das von einem spiralförmig gewundenen und umwickelten Metalldraht gebildet wird. Zu jeder Seite des Hufeisens läuft über die ganze Länge des Aermels ein Fischbein, woran die Schliessbänder und in der Mitte noch ein Spannungsband befestigt sind. — Sind die Bänder recht fest angezogen und zugebunden, so ist der ganze Theil des Aermels zwischen den beiden Fischbeinen gleichmässig gespannt, wogegen er durch die Spirale, die sich bequem und ohne viel Druck an die Haut anschliesst, in 1,4 cm Entfernung davon gehalten wird. Die Kugel des Thermometers liegt nicht frei im Luftraum, sondern ist umgeben von einer weiss emaillirten Glasröhre, welche die Kugel nirgends berührt und dem Luftzuge freie Bahn lässt. Diese Glasröhre ist umgeben von einem, aus einem dicken Kautschuk-schlauch geschnittenen Schraubengewinde, welches verhindert, dass die Glasröhre die Haut oder die Bekleidung berührt. In dieser Weise war die Thermometerkugel geschützt gegen directe Erwärmung durch die Haut, sowie gegen Befeuchtung durch Schweiß und gegen directe Abkühlung durch eindringende Aussenluft, so dass wirklich die Temperatur der Luft im Aermel

gemessen wurde. Von solchen Aermeln wurden vier vollständig gleiche Exemplare angefertigt, d. h. ein Paar für jede der beiden Personen, welche gleichzeitig zu den vergleichenden Versuchen ausgewählt wurden. Es stellte sich nehmlich heraus, dass die beiden Arme desselben Individuums nicht selten verschiedene Resultate ergaben.

Constant ist dieser Unterschied indess nicht, auch fällt er nicht immer im gleichen Sinne aus. Bei Versuchen mit demselben Individuum, zu verschiedenen Zeiten angestellt, ja sogar während eines und desselben Versuches wurde das eine Mal am rechten, das andere Mal am linken Arm die höchste Temperatur abgelesen.

Um dem Körper der Versuchspersonen und speciell deren Haut Zeit zu geben, sich den veränderten Verhältnissen des Versuches anzupassen, dauerte dieser stets länger als eine Stunde, meistens  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$  Stunden. Es verlief nicht selten fast 1 Stunde, ehe die Maximumtemperatur erreicht wurde, sodann fiel die Temperatur häufig wieder ein oder mehrere Zehntel Grade. — Darum wurde von jedem Versuche das Mittel der letzten Ablesungen genommen. Die Ablesungen fanden jede 10 Minuten statt.

Die Mehrzahl der Personen, mit welchen Versuche angestellt wurden, waren, insoweit es Europäer waren, Verpflegte aus dem Hospital, die leichtere venerische oder chirurgische Krankheiten hatten, bei welchen das Allgemeinbefinden nicht gestört war. Auch einzelne im Laboratorium arbeitende Personen und malaiische Studenten der Medicin, sowie Bediente unterzogen sich diesen Versuchen.

Die Verpflegten trugen dünne baumwollene Kleidung, welche für Europäer und Malaien ziemlich dieselbe war. Die übrigen Versuchspersonen waren etwas wärmer gekleidet, hauptsächlich die Europäer. Immer wurden ein Europäer und ein Malaie gleichzeitig zu einem Versuch benutzt. Die Aermel wurden bei den auf einander folgenden Versuchen jedesmal gewechselt, so dass derselbe Aermel bald rechts, bald links, und einmal an einem weissen, dann wieder an einem braunen Arm gebraucht wurde. Auf diese Weise konnten Abweichungen zwischen den Aermeln gegenseitig ausgeglichen werden.

Bei jedem Versuch wurden die Achseltemperatur und die Temperatur der Luft notirt.

Es war von Belang, durch Vorversuche festzustellen, ob mit der von uns befolgten Untersuchungsmethode auch kleinere Abweichungen in der Wärmeabgabe (durch Strahlung und Leitung) nachgewiesen werden konnten.

Zu dem Zwecke wurde der Aermel um ein cylinderförmiges, mit Wasser gefülltes Gefäß gelegt, welches ein Abflussrohr und zwei Zuflussrohre besass, von letzteren eines für warmes und eines für kaltes Wasser. Die Temperatur des Wassers im Gefäß konnte nun durch Regulirung des Zuflusses von kaltem und warmem Wasser auf ein gewünschtes Niveau eingestellt und constant erhalten werden. Mittelst eines Rührapparates (eines am unteren Ende in einer horizontalen Fläche umgebogenen Stabes, der auf und nieder bewegt wurde) wurde dafür gesorgt, dass das Wasser überall gleiche Temperatur hatte.

Nennen wir die Temperatur des Wassers im Gefäß  $a$ , die der Luft innerhalb des Aermels  $b$ , die der Aussenluft  $c$ . Falls  $a$  und  $c$  constant sind, wird auch  $b$  eine constante Höhe erreichen müssen. Es empfängt alsdann die Luft innerhalb des Aermels eben so viel Wärme vom Cylinder, als sie nach aussen abgibt. Da wir bis zu einem gewissen Maasse die Wärmeabgabe dem Temperaturgefälle proportional annehmen dürfen, so ist:

$$(1.) \quad (a-b)p = (b-c)q \quad \text{oder} \quad \frac{a-b}{b-c} = \frac{q}{p},$$

wobei  $p$  und  $q$  die Wärmeabgabe pro Einheit des Temperaturgefälles und der Zeit vorstellen. Der Bruch  $\frac{a-b}{b-c}$  muss deshalb für jeden Apparat einen constanten Werth haben. Wird dieses durch den Versuch bestätigt, so ist unsere Voraussetzung richtig. Statt des Produktes  $(a-b)p$  können wir alsdann die Wärmeabgabe des Gefäßes (bezw. des Armes) auch bestimmen nach  $(b-c)q$  oder, insoweit  $q$  als constant anzusehen ist, nach dem Gefälle  $b-c$ , was für unsere Versuche mit der lebenden Haut von Werth ist, da hierbei  $a$  und  $p$  weder bekannt, noch constant sind. — Wirklich wurde nun bei den Versuchen mit dem Gefäss für die verschiedenen Werthe von  $a$ ,  $b$  und  $c$  ein genugsam constanter Werth für  $\frac{a-b}{b-c}$  gefunden, wie aus nachstehenden Versuchsergebnissen ersichtlich ist, wobei wir, was die Wärmeabgabe betrifft, ungefähr innerhalb derselben Grenzen geblieben sind, zwischen welchen sie bei den Versuchen mit der lebenden Haut variiert.

Aermel I.

	$a$	$b$	$c$	$\frac{a-b}{b-c}$
1.	37,2° C.	33,55° C.	28,15° C.	0,676
2.	37,2	33,6	28,2	0,666
3.	37,2	33,7	28,4	0,660
4.	39,0	35,05	29,0	0,660
5.	38,7	34,9	29,25	0,674
6.	38,4	34,8	29,4	0,667.

## Aermel II.

	a	b	c	$\frac{a-b}{b-c}$
1.	38,7° C.	33,3° C.	25,6° C.	0,701
2.	39,3	34,25	27,15	0,711
3.	38,1	33,9	27,9	0,700
4.	39,0	34,65	28,45	0,700.

## Aermel III.

	a	b	c	$\frac{a-b}{b-c}$
1.	37,5° C.	33,15° C.	26,4° C.	0,644
2.	37,3	33,15	26,6	0,634
3.	36,3	32,65	26,8	0,635.

Bei einem und demselben Aermel laufen, wie man ersieht, die Werthe für  $\frac{a-b}{b-c}$  nur wenig aus einander, besonders wenn man bedenkt, dass eine Abweichung von 0,05° bei der Ablesung z. B. von b, bereits eine Differenz in der zweiten Decimalziffer veranlasst.

Zwischen den verschiedenen Aermeln sind die Abweichungen grösser, vermutlich, weil q nicht für alle gleich ist. In dem Versuche am Menschen wird q sogar für einen und denselben Aermel ein wenig variiren, je nach den Versuchsbedingungen, wie dem Feuchtigkeitszustande der Luft und des Aermels, dem Spannungsgrade desselben u. s. w. Macht man indess eine Reihe von vergleichenden Versuchen und sorgt man dafür, die Aermel in der vorhin erwähnten Weise öfters zu wechseln, so darf man annehmen, dass, im Durchschnitt genommen, q bei den beiden Kategorien von Versuchspersonen gleich sein wird. Dies vorausgesetzt, ist der Unterschied in der Wärmeabgabe, wenn b und b', bzw. die Durchschnittszahlen der gleichzeitig abgelesenen Temperaturen sind:

$$(b-c)q - (b'-c)q = (b-b')q,$$

und in Procenten ausgedrückt:

$$(2.) \quad \frac{(b-b')q}{\frac{(b-c)q + (b'-c)q}{2}} \times 100 = \frac{b-b'}{\frac{b+b'}{2}-c} \times 100.$$

Bei einem Durchschnittswert für c = 27,5° fanden wir in unseren Versuchen über die Wärmeabgabe der Haut für b ungefähr 33°. Setzt man diese Werthe in die Gleichung (2.) ein, so findet man, dass einer Temperaturdifferenz b - b' (= 0,1°) eine Differenz in der Wärmeabgabe von

$$\frac{0,1 \times 100}{32,95 - 27,50} = 1,83 \text{ pCt.}$$

entspricht.

Relativ kleine Unterschiede in der Wärmeabgabe lassen sich mithin durch unsere Versuchsmethode noch nachweisen.

T a b e l l e I.

No.	Europäer.			Malaien.			Aussen-temperatur.
	links.	Arm rechts.	Achsel.	links.	Arm rechts.	Achsel.	
1.	2,3	2,7	6,95	2,8	3,8	6,95	7,5
2.	2,55	2,85	7,15	3,8	3,35	7,15	8,0
3.	3,05	3,2	7,1	3,75	3,2	7,05	7,1
4.	3,3	3,6	6,8	3,95	3,95	7,1	8,2
5.	3,25	3,35	7,3	3,8	3,6	6,85	9,5
6.	4,05	3,7	7,1	4,5	4,25	7,25	9,1
7.	3,65	4,0	6,75	4,05	4,5	6,8	8,7
8.	4,3	4,3	6,95	4,2	4,3	6,8	8,9
9.	4,5	4,3	7,05	4,45	4,6	6,7	9,4
10.	3,65	3,55	7,25	4,3	4,2	7,15	8,9
11.	4,15	4,3	7,15	4,3	4,45	7,05	9,3
12.	3,25	3,5	6,95	3,65	4,0	7,0	9,5
13.	3,55	3,8	7,2	4,4	4,65	7,0	9,1
14.	3,55	3,6	7,2	4,4	4,65	7,0	9,1
15.	2,2 (2,8)	3,1 (3,2)	6,65	2,2 (3,5)	1,8 (2,7)	6,6	5,9 (6,3)
16.	3,3 (3,1)	2,65 (3,3)	7,0	2,45 (2,7)	2,7 (3,2)	7,0	5,9 (6,3)
17.	2,6 (3,7)	2,5 (3,6)	7,1	2,9 (4,3)	3,05 (4,1)	6,8	6,5 (6,7)
18.	2,9 (3,2)	2,4 (3,2)	6,5	2,45 (2,8)	2,0 (3,0)	6,2	5,6 (6,2)
19.	3,55 (3,9)	3,9 (4,0)	6,8	3,4 (4,5)	3,1 (3,3)	6,7	6,9 (7,7)
20.	2,7 (3,5)	3,0 (3,6)	7,15	3,8 (4,35)	3,25 (3,9)	6,7	7,4 (8,0)
21.	2,1 (3,0)	2,6 (3,0)	6,1	1,7 (1,5)	2,0 (2,0)	6,2	5,3 (5,8)
22.	2,4 (3,0)	2,5 (3,2)	7,15	2,2 (3,1)	2,2 (3,1)	6,5	5,8 (6,0)
23.	1,6 (2,6)	1,8 (2,6)	6,15	1,0 (0,7)	0,7 (0,9)	6,1	5,2 (5,0)
24.	2,5 (3,6)	2,9 (4,0)	6,0	2,8 (3,5)	1,8 (2,5)	6,4	5,6 (6,0)
25.	2,4 (3,2)	2,7 (3,5)	6,6	1,9 (2,0)	2,1 (1,9)	6,0	5,1 (5,9)
26.	3,65 (4,45)	3,65 (4,4)	7,0	3,3 (3,9)	3,8 (4,3)	7,0	6,8 (7,2)
27.	2,8 (3,9)	2,8 (4,0)	7,05	2,1 (3,5)	2,2 (3,4)	6,9	6,0 (6,3)
28.	3,2 (3,6)	2,7 (3,0)	6,6	3,4	3,5	6,75	7,8 (8,4)
29.	2,0 (2,7)	2,2 (2,8)	6,4	2,2 (3,5)	2,5 (3,6)	7,4	6,6 (6,8)
30.	3,5 (4,1)	2,8 (3,5)	7,2	3,4 (3,7)	3,0 (3,6)	7,1	7,2 (7,5)
Mittel	3,1 (3,4)	3,15 (3,45)	6,9	3,25 (3,15)	3,25 (3,1)	6,8	7,5 (6,6)

In Tabelle I findet man die Ergebnisse einer Reihe von 31 Versuchen, welche in den Morgenstunden zwischen 7 und 12 $\frac{1}{4}$  Uhr vorgenommen wurden. Sehen wir vorläufig von den in Parenthesen gesetzten Ziffern ab, — über diese Zahlen soll in Kurzem das Nöthige mitgetheilt werden, — so sind die Ergebnisse im Durchschnitt folgende:

<sup>1)</sup> Zu jeder Zahl dieser Colonne sind 30,0 zu addiren.

<sup>2)</sup> - - - - - 20,0 - - -

	linker Arm	rechter Arm	Achsel	Luft
Europäer	33,1	33,15	36,9	
	33,1			
Eingeborene	33,25	33,25	36,8	27,5.
	33,25			

Man kann aus diesen Zahlen höchstens einen geringen Unterschied in der Wärmeabgabe zwischen den beiden Rassen ableiten. Dies wird aber deutlicher, wenn man die Beobachtungen in 2 Gruppen vertheilt. Anfangs wurde beinahe ohne Ausnahme ein Unterschied zu Gunsten der Malaien constatirt. Durchschnittlich betrug dieser für die ersten 14 Versuche 0,5° C. oder ungefähr 9,8 pCt. der Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt, dass hier kaum an einen Zufall zu denken ist.

In Anbetracht dessen, dass alle diese Untersuchungen in der warmen trockenen Jahreszeit vorgenommen waren, wurde die kühlere Regenzeit abgewartet, um sie zu wiederholen. Die nun vorgenommenen Untersuchungen ergaben auffallend genug ein gänzlich entgegengesetztes Resultat.

Die höchsten Ziffern trifft man nun auf Seite der Europäer. Die Temperatur unter den Aermeln ist bei ihnen im Mittel 0,2° C., die Wärmeabgabe ungefähr 3 pCt. höher als bei den Malaien.

Wir lassen hier die Durchschnittswerte der bei beiden Kategorien wahrgenommenen Temperaturen gruppenweise folgen:

	l. Arm	r. Arm	Achsel	Umgebungs-temperatur
Versuch 1—14	Europäer .	33,55	33,6	37,05
		33,55		
15—30	Eingeborene	34,05	34,1	37,0
		34,05		
	Europäer .	32,7	32,75	36,75
		32,75		
	Eingeborene	32,6	32,5	36,7
		32,55		

Bei der letzteren Reihe von Untersuchungen wurde im unmittelbaren Anschluss an jeden Versuch noch ein zweiter vor-

genommen, bei welchem die Aermel mit einer doppelten Schicht von Flanell umwickelt waren. Die hierauf Bezug habenden Temperaturmessungen sind auf Tab. I in Parenthese gestellt. Auch diese geben einen Unterschied zu Gunsten der Europäer und zwar durchschnittlich von  $0,3^{\circ}$  C. oder 4,5 pCt. der Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung:

		l. Arm	r. Arm	Luft
Versuch 15—30	Europäer	33,4	33,45	26,6.
	Inländer.	33,15	33,1	

Der Unterschied zwischen der Temperatur der Luft unter den Aermeln und derjenigen der äusseren Luft hat durch die doppelte Umwickelung mit Flanell nur um einige Zehntelgrade zugenommen.

Wo müssen wir nun die Erklärung suchen für diese so aus einander gehenden Ergebnisse von in verschiedenen Jahreszeiten vorgenommenen Untersuchungen? In erster Linie könnten die mit dem Unterschiede der Umgebungstemperatur in Verbindung stehenden Schwankungen der Schweissabsonderung und der Rückwirkung hiervon auf die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung im Spiel sein, — ein Punkt, auf den wir im Folgenden zurückzukommen gedenken. Doch auch die Tagesstunde kann von Einfluss auf das Resultat der vergleichenden Untersuchung gewesen sein. Die Versuche 15—30 waren z. B., um eine möglichst niedrige Umgebungstemperatur zu haben, grösstenteils in frühen Morgenstunden (von 7—9½ Uhr) vorgenommen worden; die Untersuchungen 1—14 hingegen durchgehend etwas später (von 10—12½ Uhr).

Es war denkbar, dass der Unterschied in der Wärmeabgabe zwischen den beiden Völkerrassen sich im Laufe des Tages änderte, und zwar so, dass er in einem gegebenen Augenblick umgekehrt wurde. Endlich musste, ehe aus Untersuchungen von bezw. kleinen Hautflächen auf die Wärmeabgabe der ganzen Körperoberfläche geschlossen werden konnte, an die Möglichkeit gedacht werden, dass nicht alle Körpertheile in dieser Hinsicht sich gleich verhalten möchten.

Durch diese Ueberlegungen bewogen, wurde eine neue Reihe von Untersuchungen vorgenommen, wobei nun jedes Paar von Versuchspersonen mehrere Male am Tage, und zwar zu verschiedenen Stunden und bei verschiedener Umgebungstemperatur untersucht wurde. Hierzu kam noch, dass nicht nur die Wärmeabgabe der Arme, sondern auch die des Rumpfes in Betracht gezogen wurde. Um dies letztere zu bewerkstelligen, wurde eine ähnliche Einrichtung, wie an den Armen, auch auf der Haut der Brust, mitten auf dem Sternum, angebracht. Diese Vorrichtung wurde mit elastischen Binden befestigt, um dadurch einen guten Anschluss an die Haut zu bekommen, ohne jedoch die Athmungsbewegungen zu erschweren. In Tab. II findet man wieder die Ergebnisse der einzelnen vergleichenden Untersuchungen zusammengestellt und das durchschnittliche Resultat

Tab

No.	Europäer.																
	8 Uhr Vormittags.				10½ Uhr Vormittags.				1 Uhr Nachmittags				5 Uhr Nachmittag				
	Luft	Arm	Brust	Achsel	Luft	Arm	Brust	Achsel	Luft	Arm	Brust	Achsel	Luft	Arm	Brust		
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	
1.	1)	2)	2)	2)	1)	2)	2)	2)	1)	2)	2)	2)	1)	2)	2)	2)	
	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0	
1.	5,0	1,7	2,5	2,6	6,3	5,8	2,1	2,6	3,0	6,7	7,5	3,0	2,65	2,9	6,8	7,0	
2.	6,5	2,3	3,1	2,45	6,5	9,0	3,5	3,7	4,6	6,9	9,2	3,25	3,35	4,15	7,2	7,5	3,3
3.	5,3	1,4	1,4	1,4	6,8	8,0	2,4	2,8	3,55	7,0	8,4	2,85	2,5	4,0	7,1	8,0	2,6
4.	6,0	1,6	0,7	3,0	7,1	8,5	3,1	2,4	3,2	7,3	9,1	3,35	3,0	3,5	7,3	8,5	3,1
5.	5,4	0,6	0,6	2,2	6,8	6,6	1,7	2,2	2,8	6,5	7,7	2,2	2,5	2,4	6,8	7,1	1,7
6.	5,1	2,2	2,25	3,6	6,6	5,9	2,2	2,1	4,3	6,7	6,5	2,15	2,3	2,5	6,8	6,4	2,4
7.	6,5	2,3	3,1	2,9	6,3	8,7	3,3	3,8	3,7	6,8	8,3	3,2	3,6	3,8	6,8	7,3	2,8
8.	6,4	2,4	3,2	3,7	6,6	7,3	2,8	3,0	3,5	6,85	7,5	3,1	3,2	4,1	6,9	7,2	3,4
9.	5,0	2,3	2,3	3,1	6,9	6,5	3,0	2,6	3,6	6,7	7,0	3,8	2,9	2,85	7,1	6,8	3,6
10.	6,1	0,9	1,9	3,9	6,6	8,2	2,6	3,8	3,6	6,6	8,8	2,9	3,7	3,5	6,9	7,3	2,35
11.	7,0	2,5	2,9	2,4	6,6	7,5	2,8	2,6	3,4	7,1	7,8	2,8	3,2	3,7	6,8	7,9	2,6
12.	5,6	1,2	0,9	3,3	6,7	7,6	2,2	2,2	3,6	6,6	7,7	2,9	3,0	4,3	7,0	7,3	2,7
13.	5,4	0,8	0,2	2,2	6,7	7,4	2,7	2,3	3,1	6,8	8,1	3,4	2,9	3,7	7,0	8,0	2,4
14.	4,6	0,7	1,2	3,4	6,9	5,0	1,2	1,2	3,55	6,9	6,2	2,8	3,0	3,1	7,0	7,0	2,5
15.	6,0	3,0	2,3	2,9	6,8	7,8	3,4	2,7	4,0	7,05	8,0	3,4	2,9	3,6	7,2	7,9	3,3
Mittel	5,7	1,75	1,9	2,85	6,7	7,3	2,6	2,65	3,55	6,85	7,8	3,0	3,0	3,45	7,0	7,4	2,75
																	7,285

<sup>1)</sup> Bei jeder Zahl dieser Colonne müssen 20 mehr gezählt werden, da die Zehnerstellen

<sup>2)</sup> Bei jeder Zahl dieser Colonne sind 30 mehr zu zählen.

daraus berechnet. Jedes Paar der untersuchten Personen wurde täglich 4mal und mit einer einzigen Ausnahme während zweier Tage zur Untersuchung gezogen. Die Anzahl der zu untersuchenden Personen war 8 von jeder Kategorie; die Zahl der Versuche selbst 60. Nehmen wir der Kürze halber die mittlere Temperatur des rechten und linken Armes zusammen, so findet man:

		Europäer			Inländer				
		Luft	Arm	Brust	Achsel	Arm	Brust	Achsel	
8 Uhr Vorm.	.	25,7	31,8	32,85	36,7	32,15	32,95	36,7	
10 $\frac{1}{2}$	-	27,3	32,65	33,55	36,85	33,05	33,75	36,8	
1	-	Nachm.	27,8	33,0	33,45	37,0	33,35	33,65	36,95
5	-	-	27,4	32,8	33,4	37,05	33,35	33,65	37,0
Mittel:		27,1	32,55	33,35	36,9	32,95	33,5	36,85	

## Le II.

E i n g e b o r n e .															
8 Uhr Vormittags.				10 $\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags				1 Uhr Nachmittags				5 Uhr Nachmittags			
links	Arm		Achsel	links	Arm		Achsel	links	Arm		Achsel	links	Arm		Achsel
	links	rechts			links	rechts			links	rechts			links	rechts	
2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.
1,6	2,6	3,6	6,8	1,4	1,5	3,7	6,8	2,9	2,9	3,0	6,8	2,9	2,9	3,1	6,8
2,2	2,1	4,0	6,7	4,3	3,75	4,7	6,9	4,3	4,1	4,7	7,3	4,2	3,6	4,8	7,2
1,5	1,2	2,6	7,0	3,8	2,9	4,0	7,1	3,6	2,9	3,0	7,4	4,0	3,6	3,7	7,4
2,4	2,4	3,6	7,1	3,4	3,3	4,4	7,0	3,2	3,4	3,8	7,1	3,5	3,3	3,8	7,1
2,7	2,7	2,1	6,7	3,2	2,8	4,0	6,6	3,7	3,3	3,5	6,8	3,95	3,35	3,8	7,2
2,3	2,3	2,0	6,4	2,0	2,1	2,4	6,6	3,1	3,1	2,85	6,9	3,5	4,0	3,4	7,0
3,0	2,3	2,0	6,5	3,8	3,3	3,8	6,8	3,6	3,5	4,0	6,85	3,4	3,3	3,6	6,9
2,9	3,5	2,8	6,6	2,9	3,5	3,1	6,8	3,2	4,1	3,7	7,1	3,0	3,7	3,8	7,0
1,7	2,3	2,3	6,6	2,9	2,9	3,3	7,0	2,6	2,8	2,8	6,9	2,7	2,6	2,6	7,0
2,0	1,7	3,6	6,5	3,7	3,35	4,0	6,9	3,8	3,6	3,4	7,3	3,6	3,1	3,0	6,8
2,7	3,1	3,8	6,7	3,8	3,4	3,6	6,9	3,0	3,9	3,9	6,8	2,8	2,8	2,9	6,9
1,5	1,1	2,5	6,7	2,7	2,4	2,7	6,5	3,2	2,9	3,8	7,0	3,6	2,9	4,0	7,0
1,6	1,8	2,5	6,9	3,0	3,1	3,6	6,8	3,4	3,7	4,3	6,75	3,3	3,2	4,0	7,1
1,3	0,4	3,6	6,6	2,7	1,9	3,85	6,6	3,1	2,2	3,1	6,7	3,8	2,8	3,8	6,8
2,9	2,6	3,3	6,5	3,8	3,4	4,8	6,7	3,9	3,6	4,4	6,7	3,6	3,2	4,2	6,9
2,15	2,15	2,95	6,7	3,15	2,9	3,75	6,8	3,35	3,35	3,65	6,95	3,45	3,3	3,65	7,0

hier der Kürze halber weggelassen sind.

Nach diesen Ziffern sind die Eingeborenen zu allen Tagesstunden, in welchen die Aufnahmen stattfanden, etwas im Vortheil, und zwar durchschnittlich pro Tag mit  $0,4^{\circ}\text{C}$ . für die Arme, mit  $0,15^{\circ}\text{C}$ . für die Brust. Der mittlere Unterschied in der Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung kann auf  $4,7\text{ pCt}$ . geschätzt werden. Die Unterschiede erscheinen aber nicht durchschlagend, wenn man die einzelnen Untersuchungen unter einander vergleicht.

In vielen Fällen z. B. war eine Incongruenz zu constatiren, in dem Sinne nehmlich, dass die Temperatur der Arme bei dem Eingeborenen eine höhere war, als bei dem mit diesem verglichenen Europäer, während die Temperatur der Brust sich gerade umgekehrt verhielt. Die Temperatur über den Armen war bei den Eingeborenen in 46 Fällen höher, als bei den Europäern; bei letzteren war sie in 10 Fällen höher, in 4 Fällen die gleiche. Nicht so sprechend sind die Zahlen der Brusttemperatur. Nicht allein ist der durchschnittliche Unterschied hier kleiner, ja beinahe von keiner Bedeutung, sondern auch die Anzahl von Fällen, in welchen der Eingeborene im Vortheil war, ist hier geringer, nehmlich 33 gegen 24 bei den Europäern, abgesehen von 3, in welchen beide gleich stehen. Es war nun wichtig, die vergleichende Untersuchung bei höherer Umgebungstemperatur fortzusetzen. Bei den vorstehenden Untersuchungen betrug diese im Mittel nicht mehr als  $27,5^{\circ}$ , und da die zu untersuchenden Individuen überdies sich in ruhigem Zustande befanden, wurden natürlich an die wärmeregulirenden Functionen keine besonders hohen Anforderungen gestellt. Bei den nun folgenden Untersuchungen war die Umgebungstemperatur künstlich um einige Grade erhöht und betrug etwa  $30-33,5^{\circ}$ , durchschnittlich  $32,2^{\circ}$ ; überdies wurde die Luft im betreffenden Raume feucht gehalten, um die Wärmeabgabe durch Verdampfung zu hindern. Da kleine Individuen wegen ihrer relativ grösseren Körperoberfläche in günstigeren Bedingungen von Wärmeabgabe verkehren, als Individuen von grosser Gestalt, so wurden die Versuchsobjecte so gewählt, dass das Körpergewicht bei beiden Kategorien durchschnittlich beinahe gleich war. Alle trugen nur eine dünne baumwollene Bekleidung.

Tabelle III.

No.	Luft	Europäer.						Eingeborne.					
		links	Arm links	rechts C. I.)	Brust C. I.)	Achsel C. I.)	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	links	Arm rechts	Brust C. I.)	Achsel C. I.)	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	kg
1.	0,0	4,1	4,15	5,05	6,9	54,79	— 54,72	3,7	3,2	4,8	6,8	58,22	— 58,175
2.	0,5	4,3	3,9	4,5	6,8	54,32	— 54,27	3,95	4,2	4,8	6,85	59,09	— 59,04
3.	1,5	4,6	4,9	5,4	7,4	51,70	— 51,95	4,45	4,15	5,9	7,4	59,20	— 59,06
4.	2,0	4,85	4,7	5,9	7,4	51,15	— 50,95	4,0	3,7	4,55	6,4	59,085	— 58,96
5.	1,5	3,3	4,0	4,7	7,1	57,35	— 57,20	4,55	4,05	5,0	6,6	51,84	— 51,74
6.	0,5	3,6	3,6	5,0	7,2	57,81	— 57,60	4,2	4,5	4,5	6,6	51,81	— 51,73
7.	1,5	3,8	3,7	4,6	6,9	60,66	— 60,585	5,1	4,9	5,9	7,2	60,29	— 60,19
8.	2,0	4,3	3,8	4,8	7,0	59,97	— 59,835	5,1	5,2	5,8	7,1	60,155	— 60,06
9.	3,0	4,9	4,5	4,7	7,0	55,29	— 55,17	5,2	4,9	5,4	7,5	50,99	— 50,905
10.	3,0	5,35	4,8	5,5	7,0	55,14	— 55,07	4,7	5,0	5,0	6,9	50,93	— 50,84
11.	1,5	4,6	4,5	4,2	7,0	66,105	— 66,04	4,9	4,5	4,9	6,8	68,785	— 68,73
12.	2,0	4,6	3,85	4,75	6,7	66,085	— 65,95	4,2	4,75	4,9	6,5	69,59	— 69,43
13.	2,0	4,15	4,4	4,55	6,9	64,12	— 63,91	5,5	5,1	5,9	6,9	50,16	— 50,07
14.	2,5	5,4	4,85	5,0	7,4	59,95	— 59,82	4,4	4,2	6,0	7,4	48,27	— 48,18
15.	2,5	4,85	4,5	5,0	7,3	59,72	— 59,52	4,8	4,65	4,6	6,9	47,51	— 47,43
16.	2,0	4,45	5,0	4,65	7,0	52,95	— 52,84	4,5	4,8	5,8	7,4	56,845	— 56,695
17.	2,5	4,6	4,8	5,2	7,0	52,65	— 52,49	4,0	4,1	4,5	6,9	56,77	— 56,64
18.	2,0	4,3	4,5	4,6	7,0	55,51	— 55,355	4,5	4,7	5,45	6,8	52,94	— 52,865
19.	2,0	4,6	4,3	4,8	7,1	55,85	— 55,68	3,8	4,85	5,3	6,7	53,45	— 53,405
20.	2,0	4,5	4,0	3,7	6,8	52,46	— 52,41	4,7	5,2	4,55	7,0	56,035	— 55,92
21.	3,0	5,1	5,0	4,5	7,1	52,57	— 52,49	4,5	4,4	5,0	6,7	55,86	— 55,74
22.	3,5	5,35	5,7	4,9	7,3	63,49	— 63,34	5,4	5,5	5,7	7,3	62,805	— 62,65
23.	3,5	5,55	5,65	4,6	7,1	63,58	— 63,43	5,0	5,0	5,4	7,1	62,48	— 62,28
24.	2,0	4,75	4,7	5,0	6,85	57,82	— 57,61	4,1	4,5	6,0	6,9	46,56	— 46,455
25.	1,5	4,1	4,4	4,5	6,8	57,55	— 57,40	4,3	4,4	5,4	6,8	46,32	— 46,19
26.	2,5	5,2	5,8	5,6	7,2	57,42	— 57,22	5,3	5,9	6,0	7,1	56,61	— 56,49
27.	3,0	5,4	5,25	5,4	7,5	52,64	— 52,40	5,3	5,7	5,25	7,4	48,94	— 48,82
Mittel	2,0	4,6	4,55	4,85	7,05	57,362	— 57,219	4,6	4,65	5,25	6,95	55,610	— 55,505
Differenz						143 g						105 g	

Das Ergebniss dieser Untersuchungen (vergl. Tab. III) lehrt:

	Arm.	Brust.	Achsel.	Luft.
Europäer	34,6	24,85	37,05	32,0°
Eingeborne	34,65	35,25	36,95	

Ein nennenswerther Unterschied in der Wärmeabgabe zwischen den beiden Rassen ist hier nur für die Haut auf der Brust zu constatiren. Bei den Eingeborenen ist daselbst die Temperatur um 3,25°, bei den Europäern um 2,85° höher, als die der Umgebung.

1) Bei den Ziffern dieser Colonne sind 30 zuzuzählen.

Ueberblicken wir die in den Tabellen I—III niedergelegten Resultate, so erhellt, dass im Ganzen genommen der Unterschied in der Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung zwischen den beiden Rassen kein ansehnlicher ist. Besässen wirklich die Haut des Malaien, Dank ihrem Pigmentreichtum, ein grösseres Ausstrahlungsvermögen, als die weisse Haut, so müsste dies bei den oben beschriebenen Untersuchungen deutlicher an den Tag gekommen sein.

Gerade bei einer niedrigen Umgebungstemperatur, bei welcher die Abkühlung durch Verdunstung des Schweißes in geringerem Maasse ihren Einfluss fühlen lässt und somit das Uebergewicht der braunen Haut in Bezug auf die Wärmeausstrahlung sich am allerersten unverfälscht sollte offenbaren können, zeigt sich hiervon am wenigsten oder gar selbst das Gegentheil. Wir dürfen darin eine Bestätigung der Untersuchungen an der todten Haut sehen, welche ergaben, dass das Ausstrahlungsvermögen nicht merkbar abhängig ist von der Pigmentirung.

Ein geringer Unterschied in der Wärmeabgabe zu Gunsten des Eingeborenen kann auf Grund unserer Untersuchungen zugegeben werden, wie auch bereits vor einigen Jahren durch Glogner gefunden wurde; jedoch die Erklärung davon braucht nicht, wie sofort näher erkannt werden soll, in anatomischen Eigenartigkeiten der Haut gesucht zu werden.

In seiner ersten Veröffentlichung über diesen Gegenstand<sup>1)</sup> theilt Glogner vergleichende Untersuchungen mit zwischen Europäern und Eingeborenen, wobei Gebrauch gemacht wird von einem mit Wasser von etwa 28° C. gefüllten Arm-Calorimeter. Er berechnete aus seinen Beobachtungen die Wärmemenge, die durch 1 qcm Haut in einer halben Stunde abgegeben wurde, und fand bei 20 Europäern durchschnittlich 8,7, bei 20 Inländern 10,5 Wärmeeinheiten. Er schloss daraus, dass ein Unterschied in der Wärmeabgabe bestehe, und zwar zu Gunsten der farbigen Rasse. Die individuellen Schwankungen sind aber bei seinen Untersuchungen sehr ansehnlich, so dass, wie die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt, der gedachte Unterschied innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fällt.

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 116.

Bei einer zweiten Serie von Versuchen<sup>1)</sup> bediente Glogner sich eines kleinen Luft-Calorimeters nach Winternitz, und fand als mittleres Ergebniss von 14 vergleichenden Versuchen, bei welchen der Apparat eine Zeit lang auf dem rechten Oberschenkel angebracht wurde, eine Steigerung der Temperatur der eingeschlossenen Luft, welche für Europäer durchschnittlich  $1,46^{\circ}$  C., für Eingeborne  $1,74^{\circ}$  C. in 10 Minuten betrug. Hier kommt dem constatirten Unterschied eine höhere Wahrscheinlichkeit zu, als bei der vorhergehenden Untersuchung, weil hier die individuellen Abweichungen kleiner waren und nur in 3 von 14 Fällen die weisse Haut höhere Ziffern ergab, als die farbige. Damit ist man aber noch nicht berechtigt, von einem „physiologischen Unterschied zwischen der Haut des Europäers und der des Malaien“ zu sprechen. Setzen wir den Fall, dass 2 Personen gleich viel Wärme an ihre Umgebung abgeben müssen; wenn nun eine dieser Personen mehr Wasser aufnimmt, als die andere, so wird sie auch mehr Wasserdunst abgeben und wegen der damit verbundenen Abkühlung auch weniger Wärme durch Strahlung und Leitung verlieren, ohne dass man daraus schliessen könnte, dass ihre Haut weniger geeignet sei für die letzteren Formen von Wärmeabgabe. So verhält es sich mit den Europäern. Sie nehmen in der Regel, wie sich herausstellen wird, viel mehr Wasser zu sich, als die Eingeborenen, und scheiden demzufolge nicht nur mehr Harn, sondern auch mehr Schweiß ab, welche Differenzen sich nicht gänzlich durch das grössere Körpergewicht der Europäer erklären lassen.

Man könnte vielleicht gegen diese Argumentation einwenden, dass bei Glogner's Untersuchung die Verdunstung des Schweißes auf denjenigen Theilen der Haut, welche der Untersuchung unterworfen waren, ausgeschlossen war. Doch ist dem entgegenzuhalten, dass die Wärmeabgabe jedes einzelnen Hauttheiles nicht auf ihm selbst beruht; sie wird nicht allein durch local wirkende Einflüsse beherrscht, sondern auch durch solche, die den ganzen Körper betreffen<sup>2)</sup>. Hat die Wärmeabgabe durch Wasserverdunstung für den ganzen Körper zugenommen, so kann

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 119.

<sup>2)</sup> Masje, Untersuchungen über die Wärmestrahlung. Referat in Virchow-Hirsch's Jahresbericht. 1887. I. S. 184.

man erwarten, dass die anderen Quellen von Wärmeverlust über die ganze Haut abgenommen haben, und zwar auch auf denjenigen Theilen, wo die Verdunstung des Schweißes gehindert wird.

Bei der Untersuchungsreihe von Tab. III haben wir, um die durch die Versuchsobjecte abgegebenen Wasserdampfmengen annähernd kennen zu lernen, ihr Körpergewicht vor und nach dem Versuch gemessen. Der Gewichtsverlust, die sogen. Perspiratio insensibilis, beruht grösstentheils auf der Abgabe von Wasserdampf und nur zu einem kleinen Theil auf dem Uebergewicht der ausgeschiedenen Menge von Kohlensäure über die aufgenommene Menge von Sauerstoff. Es ist deutlich, dass, wenn ein einigermaassen ansehnlicher Unterschied im Gewichtsverlust zwischen 2 Personen beobachtet wird, dies beinahe gänzlich auf Rechnung des Unterschiedes in der Abgabe von Wasserdampf gestellt werden darf. Auf Tab. III findet man für jede Kategorie der untersuchten Individuen in der letzten Colonne die Resultate der Wägungen angegeben. Wir mussten uns dazu einer Bascule bedienen, deren Angaben, was Exactheit betrifft, noch zu wünschen übrig liess; Fehler bis zu einem Betrage von etwa 20 g waren dabei nicht ausgeschlossen.

Nichtsdestoweniger ist der Unterschied zwischen Europäern und Malaien deutlich genug; unter den 27 Untersuchungen gab es nur 8, bei welchen der Gewichtsverlust der letzteren den der ersteren übertraf.

Durchschnittlich verliert im Ruhezustand der Europäer von 57,4 kg Körpergewicht in feuchter, warmer und wenig bewegter Luft von 32° C. durch die Perspiration in der Zeit von 75 Minuten 143 g; der Eingeborene in gleicher Umgebung und derselben Zeitdauer nur 105 g.

Bei einer früheren Gelegenheit haben wir, ausgehend von dem gegenseitigen Verhältniss zwischen Perspiration und Harnabscheidung, darauf hingewiesen, dass im Vergleich zu den Europäern die Malaien eine erhöhte Thätigkeit der Schweißdrüsen auf Kosten der Nieren aufzuweisen scheinen, was die Vermuthung bestätigen würde, dass die Haut des Malaien über kräftigere Hülfsmittel zur physikalischen Wärmeregulirung verfügt, als die Haut des Europäers<sup>1)</sup>. Letztere ist in der Regel

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 133. S. 126.

wohl viel feuchter, die abgesonderte Schweißmenge ist also wahrscheinlich auch grösser, als bei dem Inländer, aber damit geht immer auch eine vermehrte Urinabscheidung Hand in Hand, welche darauf hinweist, dass man es hier mit den Folgen einer grösseren Wasserconsumption zu thun hat.

Ich habe auch an die Möglichkeit gedacht, dass der Schweiß leichter verdunstet an der Oberfläche der dunklen, als an der weissen Haut, so dass vielleicht die vielfach auffallende Trockenheit der ersteren nicht einmal verminderterem Schwitzen zugeschrieben zu werden braucht, habe aber für diese Deutung in den Thatsachen keine Stütze gefunden.

In Tab. IV findet man die Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung über Perspiration und Urinabsonderung bei 10 Europäern und 10 Eingeborenen. Die Untersuchung begann Morgens 8 Uhr. Zu Anfang wurden alle zu untersuchenden Personen, nachdem sie ihre Harnblase entleert hatten, gewogen, wobei jedesmal ein Europäer mit einem Inländer abwechselte. Nachher brachten sie in Ruhe einige Stunden zu, während welcher Zeit ihre Achseltemperatur aufgenommen wurde. Um 11 Uhr wurden die Wägungen in derselben Reihenfolge, wie zuvor, wiederholt, und nach der Wägung wurde jedesmal der

Tabelle IV.  
(Temperatur der Luft 29—30,5° C.)

No.	Europäer.			Eingeborene.		
	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin ccm	Achsel-Temp.	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin ccm	Achsel-Temp.
1.	66,27 — 65,885	110	36,7	69,00 — 68,84	45	36,8
2.	51,88 — 51,655	68 (*)	37,2	51,21 — 51,02	50	37,0
3.	57,11 — 56,77	124	37,0	60,055 — 59,71	65 (*)	37,0
4.	62,07 — 61,88	184	37,0	44,56 — 44,43	11	36,7
5.	56,90 — 56,65	189	37,15	60,165 — 59,71	54 (*)	36,9
6.	68,395 — 68,10	107	37,2	54,255 — 53,98	88 (*)	37,45
7.	56,02 — 55,675	116	37,2	46,76 — 46,52	48 (*)	37,45
8.	66,08 — 65,73	157	37,25	59,97 — 59,74	47	37,3
9.	63,82 — 63,545	72 (*)	37,0	47,52 — 47,275	47 (*)	37,0
10.	71,85 — 71,445	188	37,1	55,255 — 55,08	48	37,3
Mittel	62,040 — 61,704	131,5	37,1	54,875 — 54,640	50,3	37,1
Differenz	336 g			235 g		

\*) Vergl. S. 146.

Harn des betreffenden Individuums gesammelt. Um sie während der Dauer der Untersuchung keinen Durst leiden zu lassen, wurde allen Versuchspersonen zuvor ein Glas Wasser (200 ccm) zu trinken gegeben.

Die Perspiration beträgt in 3 Stunden bei den Europäern durchschnittlich 336 g, bei den Malaien 235 g; die Harnabsonderung 131,5, bezw. 50,3 ccm. Die totale Wasserausscheidung der ersteren ist somit ansehnlicher, als die der letzteren; das Blut ist bei jenen offenbar wasserreicher in Folge vermehrter Zufuhr. Das Verhältniss zwischen Perspiration und Harnabsonderung ist bei den europäischen Versuchspersonen ungefähr 2,6 : 1, bei den Eingeborenen 4,4 : 1.

Diese Ergebnisse stimmen vollkommen mit früheren, auf anderem Wege erhaltenen überein. Damals fanden wir<sup>1)</sup>:

	Wasserausscheidung		
	Haut und Lungen	Nieren	Verhältniss.
	in 24 Stunden.		
Europäer . .	1730	1338	1,3 : 1
Malaien . .	1577	738	2 : 1.

Auch hier ist die Perspiration bei den Europäern absolut grösser, im Verhältniss zur Urinabsonderung jedoch kleiner, als bei den Malaien.

Es erhebt sich nun die Frage, ob diese Differenzen ihren Grund finden in einem essentiellen physiologischen Unterschied zwischen den betreffenden Organen bei den beiden Rassen im Sinne unserer früher ausgesprochenen Vermuthung, oder ob die Schweißabsonderung, ungeachtet der ihr so günstigen Umgebungstemperatur, durch vermehrte Wasserzufuhr verhältnissmässig weniger zunimmt, als die Urinabsonderung.

Fortgesetzte Untersuchung lehrte, dass — gleichgültig, in welchem Sinne die Antwort auf den ersten Theil dieser Frage auch ausfallen möge — die auf den zweiten Theil unbedingt bejahend lauten muss.

Der Versuch wurde nehmlich an einem anderen Tage mit den gleichen Personen wiederholt; jedoch wurde nun allen Eingeborenen nicht nur vor, sondern auch während des Versuchs ein Glas Wasser zu trinken gegeben. Es gelang zwar nicht,

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 125.

ihre Wasserausscheidung dadurch so hoch steigen zu machen, dass sie derjenigen der Europäer gleich kam, doch war die Steigerung genügend, um daraus zu ersehen, dass der Unterschied zwischen beiden — was das Verhältniss zwischen Perspiration und Urinabsonderung anbetrifft — dadurch merkbar geringer wurde.

Tabelle V.  
(Temperatur der Luft 27—30° C.)

No.	Europäer.			Eingeborene.		
	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin ccm	Achsell-Temp.	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin ccm	Achsell-Temp.
1.	66,15 — 65,74	97	37,1	69,775 — 69,595	60	36,4
2.	52,23 — 51,94	103 (*)	37,15	50,865 — 50,715	70	37,1
3.	56,09 — 55,84	75 (*)	36,85	60,24 — 59,99	57 (*)	36,9
4.	62,31 — 61,93	565	36,8	60,70 — 60,46	193 (*)	37,3
5.	56,545 — 56,305	186 (*)	37,25	44,76 — 44,58	55	37,1
6.	67,50 — 67,20	301	36,7	61,205 — 60,93	180 (*)	37,0
7.	55,765 — 55,52	213 (*)	37,2	54,38 — 54,18	122 (*)	37,4
8.	65,36 — 65,035	118 (*)	36,95	56,545 — 56,29	53 (*)	37,3
9.	63,44 — 63,24	152 (*)	36,9	46,90 — 46,74	45	37,0
10.	71,85 — 71,44	620	37,1	49,945 — 49,845	302 (*)	36,9
Mittel	61,724 — 61,419	243	37,0	54,528 — 54,334	113,7	37,05
Differenz	305 g			194 g		

Tabelle VI.  
(Temperatur der Luft 28—30,5° C.)

1.	70,23 — 69,925	50 (*)	37,3	50,055 — 49,90	130 (*)	36,8
2.	51,455 — 51,19	272	37,3	53,50 — 53,43	30	37,2
3.	67,38 — 67,10	35 (*)	37,1	51,82 — 51,72	67	36,8
4.	56,96 — 56,85	95 (*)	36,8	57,34 — 57,11	53 (*)	37,1
5.	59,74 — 59,515	90 (*)	37,1	59,72 — 59,55	140 (*)	37,2
6.	54,80 — 54,67	105 (*)	36,85	49,64 — 49,54	42	37,3
7.	55,63 — 55,50	140 (*)	37,4	44,45 — 44,29	43 (*)	36,8
8.	55,39 — 55,13	450	37,0	51,65 — 51,35	105 (*)	37,0
9.	52,915 — 52,66	205 (*)	36,9	52,09 — 51,97	65 (*)	37,1
10.	58,90 — 58,65	45 (*)	37,0	61,46 — 61,24	45 (*)	36,9
Mittel	58,340 — 58,119	148,7	37,05	53,1725 — 53,010	72	37,05
Differenz	221 g			162,5 g		

Das bezügliche Verhältniss war nun bei den Europäern 305 : 243 oder 1,26 : 1, bei den Malaien 194 : 113 oder 1,7 : 1.

Ein gleiches Resultat ergab sich, als die Untersuchung in gleicher Weise mit anderen Personen wiederholt wurde (s. Tab. VI).

\*) Vergl. S. 146.

Die Eingeborenen bekamen wieder vor und während der Untersuchung zu trinken; von den Europäern nur einige wenige, die über Durst klagten, die grössere Anzahl aber blieb, ohne zu trinken. Doch auch in diesem Falle blieb die Gesamtwasserausscheidung der Eingeborenen, obgleich sie viel Wasser trinken mussten, stets noch eine viel geringere, als die der Europäer. Das Verhältniss zwischen Perspiration und Urinabscheidung war bei letzteren 221:148,7 oder 1,49:1, bei ersteren 1625:72 oder 2,25:1.

Bei einer nochmaligen Wiederholung dieser Untersuchung bekamen die Eingeborenen noch 100 ccm Wasser mehr zu trinken; zusammen eine Menge von 500 ccm. Nun erst gelang es, ihre Gesamtwasserausscheidung die der Europäer übertreffen zu lassen. Von den letzteren hatte nur ein einziger wegen Durst Wasser zu trinken erhalten.

In Tab. VII finden wir die Anfangsgewichte der untersuchten Personen durch das Gewicht des zur Zeit der Untersuchung getrunkenen Wassers vermehrt.

Das Verhältniss zwischen Perspiration und Urinabsonderung hat sich bei diesem Versuch noch dadurch ansehnlich geändert, dass die Temperatur der Umgebung zufällig viel niedriger war, als bei den früher stattgehabten Untersuchungen. Auf jeden Fall ergiebt sich aber, Dank der beträchtlich grossen Wasserzufuhr, bei den Malaien, dass sie nun in Bezug auf Perspiration mit den Europäern gleich stehen. Doch in noch höherem Maasse hat die Urinabsonderung bei den Malaien zugenommen, so dass das Verhältniss zwischen der einen und der anderen bei ihnen nun kleiner ist, als bei den Europäern. Offenbar lässt sich durch reichliche Wasserzufuhr die Schweißabsonderung bei unseren Eingeborenen kaum noch höher steigern von dem Augenblick an, wo sie gewisse Grenzen überschreitet. Wir finden:

	Perspiration	Urin	Verhältniss
bei Europäern	145	153	0,94:1
- Malaien	154	264	0,58:1.

Nimmt man das Mittel aus den Tab. IV—VII, — einer genaueren Vergleichung halber wählen wir von beiden Kategorien jedoch gruppenweise nur diejenigen Versuchspersonen [durch das Zeichen (\*) angedeutet], deren Wasserausscheidung (Perspiration

— Urin) sich innerhalb nahezu gleicher Grenzen bewegt —, so findet man:

	Perspiration	Urin	Verhältniss
bei 26 Europäern	217	132	1,64 : 1
- 25 Malaien	216	130	1,66 : 1.

T a b e l l e VII.  
(Temperatur der Umgebung 26—26,5°.)

No.	Europäer.			Eingeborne.		
	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin cem	Achsel-Temp.	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin cem	Achsel-Temp.
1.	70,08 — 69,86	85 (*)	37,3	50,655 — 50,585	630	36,9
2.	51,865 — 51,65	100 (*)	36,7	54,51 — 54,40	85 (*)	37,2
3.	67,57 — 67,40	65 (*)	36,7	52,17 — 52,035	260 (*)	37,2
4.	57,38 — 57,295	105 (*)	36,5	57,64 — 57,525	185 (*)	37,1
5.	61,355 — 61,17	150 (*)	37,0	59,98 — 59,70	145 (*)	37,2
6.	54,55 — 54,45	145 (*)	36,8	50,35 — 50,19	220 (*)	37,3
7.	56,01 — 55,95	110 (*)	36,9	45,225 — 45,025	465 (*)	36,6
8.	55,38 — 55,26	265 (*)	37,2	51,73 — 51,55	360 (*)	37,1
9.	53,315 — 53,17	420 (*)	36,9	52,95 — 52,83	68 (*)	37,1
10.	58,95 — 58,80	83 (*)	37,1	62,67 — 62,50	222 (*)	36,5
Mittel	58,645 — 58,500	152,8	36,9	53,788 — 53,634	264,0	37,0
Differenz	145 g			154 g		

Unsere Vermuthung, dass den Malaien im Vergleich mit Europäern eine erhöhte Thätigkeit der Schweissdrüsen zu Gunsten der Nieren eigen ist, wird also nicht bestätigt; eben so wenig ergiebt sich das Gegentheil. Die Uebereinstimmung zwischen beiden Rassen könnte sogar kaum grösser sein. Wenn der Europäer mehr schwitzt, als der Eingeborne, so ist dies wohl hauptsächlich einem grösseren Wasserverbrauch zuzuschreiben. Dies gilt aber für unsere Versuchspersonen nur bei einer Umgebungstemperatur von unter etwa 30° C. Nimmt man aber die vergleichende Untersuchung vor unter Umständen, bei welchen die Wärmeabgabe des Körpers gehindert ist, dann nimmt allerdings die Schweissabsonderung bei Europäern verhältnissmässig viel mehr zu, als bei Eingeborenen. Dies lehren die Untersuchungen in Tab. VIII, deren Endergebnisse bezüglich Perspiration und Urinabsonderung hier wiedergegeben sind:

\*) Vergl. S. 146.

	Perspiration	Urin	Verhältniss	Luft
Europäer	201	118	1,7 : 1	32,9° C.
Inländer	144	137	1,0 : 1	

Die Versuchspersonen waren, wie die von Tab. III, dünn gekleidet und befanden sich zur Zeit des Versuches in erwärmer feuchter Luft; jedoch dauerte jede Untersuchung etwas länger, nehmlich 2 Stunden statt nur 70 Minuten, um eine genügende Harnmenge zu bekommen. Die Europäer waren alle längere Zeit in Indien, etwa 3—11 Jahre, im Durchschnitt 5,2 Jahre. Den Malaien wurde vor und während der Untersuchung Wasser (220 ccm) zu trinken gegeben aus Gründen, die früher bereits dargelegt wurden. Nichtsdestoweniger schwitzten die Europäer viel mehr, als die Malaien, was noch weniger aus dem höheren Betrage ihrer Perspiration erhellt, — denn dieser ist, wie wir sehen werden, grösstentheils abhängig von ihrem grösseren Körpergewicht, — als aus der Menge des Schweißes, welcher ihre Haut bedeckte und ihre Kleider feucht machte. Die Menge des nichtverdunsteten Schweißes wurde in einigen Fällen durch Wägung bestimmt; sie wechselte bei den Europäern von 15—210 g und betrug im Durchschnitt  $\pm$  80 g. Bei den Eingeborenen betrug das Gewicht der Schweißmenge nur 10—60 g, durchschnittlich  $\pm$  25 g. Hingegen war die Urinabsonderung bei ihnen grösser.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch noch mitgetheilt, dass sowohl bei den Eingeborenen, als auch bei den Europäern die Athembewegungen in der erwärmten feuchten Luft ein wenig frequenter und augenscheinlich auch etwas tiefer wurden. Bei letzteren war die Frequenz vor dem Versuch durchschnittlich 18,9, am Schluss der Untersuchung 20,2; bei den Eingeborenen stieg sie von 19,0 auf 20,3. Die Pulsfrequenz hingegen nahm ab: bei den Europäern von 79,5 auf 76,9, bei den Eingeborenen von 76,9 auf 73,9. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Ursache hiervon in der langen gezwungenen Ruhe während der Untersuchung zu suchen ist. Dadurch kommt es vielleicht auch, dass die Athemfrequenz so wenig zugenommen hatte.

Wie steht es nun bei unserer letzten Versuchsreihe mit der Wärmeabgabe?

Tabelle VIII.

No.	Europäer.				Eingeborene.				Urin	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Luf-temperatur
	Arm links	Brust rechts	Achsel	Körpergewicht vor und nach der Untersuchung	Urin	Arm links	Brust rechts	Achsel				
1.	0 C. <sup>1)</sup>	0 C. <sup>1)</sup>	0 C. <sup>1)</sup>	kg	kg	0 C. <sup>1)</sup>	0 C. <sup>1)</sup>	0 C. <sup>1)</sup>	kg	kg	kg	0 C. <sup>1)</sup>
2.	5,0	5,25	7,3	57,40	—	5,3	5,25	5,15	7,0	60,35	—	60,35
3.	5,1	4,9	5,1	57,37	—	4,75	4,65	4,95	7,0	60,32	—	60,17
4.	4,7	4,8	5,6	58,38	—	5,05	4,9	5,45	7,6	55,64	—	55,43
5.	5,0	5,65	6,15	58,71	—	5,05	4,8	5,3	7,1	55,51	—	55,30
6.	5,4	5,25	5,25	67,46	—	67,225	5,2	5,05	5,4	51,965	—	51,73
7.	5,8	5,5	6,9	67,80	—	67,60	5,3	5,0	5,15	7,0	—	51,73
8.	4,1	3,9	5,7	6,7	58,40	—	58,18	5,25	5,4	5,35	6,9	61,015
9.	5,1	4,95	6,0	7,1	58,30	—	58,07	5,15	5,25	5,5	7,2	61,37
10.	4,9	4,7	5,55	7,05	58,53	—	58,33	126	4,95	5,45	6,5	47,22
11.	5,6	5,4	5,65	7,2	58,21	—	58,06	257	4,5	4,75	5,75	47,22
12.	5,15	4,85	5,65	7,3	61,22	—	60,925	67	5,55	6,4	47,45	—
13.	5,5	5,15	5,7	7,35	61,15	—	60,96	108	5,25	5,3	5,8	47,37
14.	4,75	4,55	5,2	6,9	67,42	—	67,18	180	5,9	5,8	6,1	47,12
15.	5,0	4,7	5,25	6,8	67,57	—	67,21	112	5,55	5,7	7,05	47,0
16.	5,0	4,9	5,55	7,1	53,37	—	53,14	76	5,35	5,2	5,35	47,63
17.	5,5	4,9	5,65	6,9	53,66	—	53,525	260	4,85	4,95	6,9	47,82
18.	4,45	5,0	4,9	7,0	54,59	—	54,405	200	4,85	5,05	6,5	47,85
19.	4,75	5,1	5,1	6,7	54,475	—	54,37	198	4,3	4,6	6,5	51,58
20.	5,1	5,35	5,85	6,8	52,25	—	52,15	120	5,2	5,1	6,7	52,34
21.	5,4	5,55	6,0	6,7	52,42	—	52,31	76	5,05	5,45	6,6	55,47
22.	4,45	4,8	5,4	6,8	61,92	—	61,62	40	5,35	5,45	5,8	55,37
Mittel Differ.	5,05	4,95	5,5	7,0	59,225	—	59,024	118	5,1	5,1	6,85	53,169
					201 g	—	201 g					144 g
												137
												2,4

<sup>1)</sup> Bei jeder Zahl dieser Reihe sind 30 zuzählen.

<sup>2)</sup> Keine Harnentleerung.

Bei Vergleichung der Wasserverdunstung bei den Europäern und Eingeborenen von Tab. VIII muss, wie schon gesagt, berücksichtigt werden, dass das mittlere Körpergewicht der ersteren (stark 11 pCt.) mehr betrug, als das der letzteren. Wenn wir die Europäer ihrem Körpergewicht nach in 2 Hälften eintheilen, so finden wir, dass die schwerere Hälfte, im Mittel 63,5 kg wiegend, durchschnittlich 228 g verloren hat, die leichtere Hälfte mit einem mittleren Gewicht von 54,9 kg nur 172 g in 2 Stunden. Nach diesem Maassstabe sollte ein Europäer von 53,1 kg, dem mittleren Körpergewicht der Malaien von Tab. VIII, pro Stunde nur ungefähr 8 g Wasserdunst mehr abgegeben haben, als diese.

Dass hier an keinen Zufall zu denken ist, sehen wir daraus, dass, wie es auch zu erwarten war, bei allen unseren Beobachtungen ein Abhängigkeitsverhältniss des Betrages der Perspiration vom Körpergewicht zu constatiren war. Z. B. um bei den Europäern zu bleiben:

	Leichtere Hälfte		Schwerere Hälfte	
	Körpergew.	Perspiration	Körpergew.	Perspiration
	kg	g	kg	g
Tabelle IV .	57,0	310	67,3	366
- V. .	56,6	281	66,9	329
- VI .	54,0	208	62,6	234
- VII .	54,2	128	63,2	161
	55,4	232	65,0	272,5

Auch Tab. III ergiebt ein gleiches Resultat: der Europäer von durchschnittlich 53,6 kg hat 125 g Perspiration, der von 60,8 kg hingegen 159 g.

Doch hat hier der Eingeborne im Verhältniss zum Körpergewicht eine noch geringere Perspiration; demgemäss ist auch, wenigstens was die Haut auf der Brust betrifft, seine Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung merklich grösser, als bei den Europäern. Der Unterschied muss hier ungefähr 14 pCt. betragen.

Wie wir schon ausgerechnet haben, ist in Tab. VIII, wo die Eingeborenen vor und während der Untersuchung Wasser zu trinken bekamen, der Unterschied gegenüber den Europäern in Bezug auf Perspiration viel geringer, und nun ist es in der That beachtens-

werth, dass hier auch kein deutlicher Unterschied in der Wärmeabgabe durch Ausstrahlung und Leitung zwischen beiden Kategorien der untersuchten Personen besteht. Wir finden:

	Arm	Brust	Achsel	Luft
Europäer	35,0	35,5	37,0	
Malaien	35,1	35,45	36,85	32,4.

Resumirend kommen wir zu dem Schlusse, dass der Pigmentreichthum der Haut keinen überwiegenden directen Einfluss ausübt auf die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung. Dieser Wärmeverlust ist bei dem Europäer durchgehend etwas geringer, als bei dem Malaien, doch scheint der Unterschied genügend erklärt durch den Umstand, dass ersterer in der Regel mehr schwitzt und demzufolge — wenigstens wenn, wie bei unseren Untersuchungen, die Kleidung es zulässt, — mehr Wärme durch Wasserverdunstung verliert, als letzterer.

Der Unterschied fiel denn auch weg, als der Unterschied in der Wasserverdunstung so gut wie aufgehoben wurde. Worauf die grössere Neigung der Europäer, zu schwitzen, zu beziehen ist, das ist eine Frage, auf welche unsere Untersuchungen noch keine in jedem Sinne abschliessende Antwort zu geben vermögen. Theilweise lässt sie sich durch den Hinweis auf den grösseren Wasserverbrauch bei den Europäern beantworten; in körperlicher Ruhe und in nicht allzu warmer Umgebung schwitzt der Europäer nicht mehr, als der Eingeborne, wenn dieser nur eben so viel Wasser zu sich nimmt, als jener. Sobald aber die physikalische Wärmeregulirung erschwert wird, nimmt die Schweißabsonderung bei ersterem in solchem Maasse zu, dass es selbst durch reichliche Wasserzufuhr nicht gelingt, den Malaien darin gleichen Schritt mit ihm halten zu lassen.

In der feuchten Atmosphäre des tropischen Strandklimas kann das viele Schwitzen meistens nicht als ein Vortheil betrachtet werden, da — besonders bei einer häufig nicht zweckmässigen, durch Stärkekleister fast undurchdringlich gemachten Kleidung — ein Theil des überflüssigen Schweißes nicht verdunstet und demzufolge nichts zur physikalischen Wärmeregulirung beiträgt, während auf der anderen Seite die Ansammlung von Feuchtigkeit auf der Haut und in den Kleidern vom hygieini-

schem Standpunkte aus als bedenklich zu bezeichnen ist. Beim Malaien wird die Schweissabsonderung besser innerhalb der Grenzen des Zweckmässigen gehalten, bei den Europäern hingegen überschreitet sie in vielen Fällen diese Grenze. Besonders gilt dies vom Neuling, der bekanntlich am meisten zu leiden hat von *Lichen tropicus* oder dem sogenannten „rothen Hund“, einer in Folge übermässigen Schwitzens auftretenden Hautkrankheit, welche, wie es scheint, bei den Eingeborenen nicht vorkommt<sup>1)</sup>.

Es giebt aber auch Europäer, insbesondere unter den „acclimatisirten“, die eine ebenso trockene Haut haben, als gewöhnlich der Malaie, und bei welchen es auch in einer heissen und feuchten Luft, wie bei den Untersuchungen von Tab. III und VIII, nicht zu einer beträchtlichen sichtbaren Schweissabsonderung kommt. Wir konnten dies hauptsächlich an Personen constatiren, die durch ihre kleine Körpergestalt dem Malaien sich nähern, wollen jedoch darauf kein zu grosses Gewicht legen, so lange uns keine grössere Zahl von Beobachtungen zur Verfügung steht.

Wir müssen es unentschieden lassen, ob die gesammte Wärmeabgabe bei Europäern und Malaien unter gleichen Umständen und für eine gleiche Oberfläche auch gleich gross ist. Unsere Untersuchungsmethode ist nicht geeignet, um kleine quantitative Differenzen an den Tag zu bringen. Wohl aber sehen wir, dass ein grösserer Wärmeverlust durch Verdunstung bei den Europäern einer grösseren Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung bei den Malaien gegenübersteht. In welchem Verhältnisse aber diese zu einander stehen, vermögen wir nicht mit Sicherheit zu beurtheilen. Inzwischen dürfen wir uns auf frühere Untersuchungen berufen, welche die Wärmeabgabe bei den europäischen und malaischen Tropenbewohnern und dadurch auch indirect die Wärmeabgabe kennen lehrten, insofern sich diese beiden das Gleichgewicht halten müssen. Daraus kann man schliessen, dass unter gleichen Umständen und auf gleiche Körperoberfläche berechnet, die totale Wärmeabgabe beider Rassen ungefähr gleich sein muss; die Ergebnisse der oben mitgetheilten Untersuchungen scheinen wohl dazu geeignet, diese Folgerung zu unterstützen. Ob sie auch für andere Umstände, als die-

<sup>1)</sup> Vergl. Van der Burg, Geneesheer in Ned. Indie. Thl. II. S. 759.

jenigen, unter welchen wir unsere Personen untersuchten, besonders für den Fall erhöhter Wärmeerzeugung in Folge anstrengender Muskelthätigkeit, gültig ist, vermögen wir natürlich ohne nähere Untersuchungen nicht zu entscheiden.

Derselbe Vorbehalt ist nothwendig, wenn wir auf Grund unserer Beobachtungen behaupten, dass die Körpertemperatur beim Tropenbewohner keine Erhöhung zeigt.

Wenn wir das Mittel aus allen unseren Beobachtungen ziehen — und die Anzahl dieser beträgt nicht weniger als 175 —, so finden wir, dass die Körpertemperatur, in der Achsel gemessen, — die Ablesungen geschahen stets nach 15—20 Minuten, wenn die Quecksilbersäule nicht mehr stieg, über Tag von 7 Uhr Vormittags bis 5 Uhr Nachmittags — bei den Europäern durchschnittlich  $37,02^{\circ}$  beträgt, bei den Malaien  $36,93^{\circ}$ . So-  
gar unter für die Wärmeabgabe so ungünstigen Bedingungen, wie bei den Untersuchungen von Tab. III und VIII, wo die Versuchspersonen sich in feuchtwarmer Luft von  $32$ — $33^{\circ}$  be-  
fanden, stieg die Achseltemperatur, die sonst bei Europäern um diese Tageszeit  $\pm 36,97^{\circ}$  ergiebt, im Mittel nicht über  $37,05^{\circ}$ .

Diese Zahlen liefern eine Bekräftigung des schon früher durch uns eingenommenen Standpunktes, wo wir auf Grund eigener Beobachtungen erklärten, uns um die Fahne derjenigen Untersucher zu schaaren, welche behaupten, dass die mittlere Körpertemperatur des ruhenden Menschen in den Tropen durch-  
aus nicht höher ist, als in der gemässigten Zone<sup>1)</sup>). Wir sind sogar eher geneigt, das Gegentheil anzunehmen.

Wohl finden wir die Körpertemperatur bei Europäern durch-  
schnittlich etwas, ungefähr um  $0,1^{\circ}$ , höher als bei den Eingeborenen. Mit dem Unterschiede im Körpergewicht steht dies, wie aus Tab. III—VIII ersehen werden kann, nicht in Verbindung.

Es darf nicht überflüssig erachtet werden, hier hinzuzufügen, dass wir Thermometer von Jena'schem Normalglas benutzten, welche seiner Zeit in Europa verificirt waren; nach Ablauf der Untersuchung wurde, Dank dem Wohlwollen von Dr. van der Stok, diese Verificirung im meteorologischen Observatorium hier wiederholt, wobei sich ergab, dass im Laufe der Zeit (3 Jahre)

<sup>1)</sup> Dieses Archiv. Bd. 131.

keine Veränderung der betreffenden Instrumente stattgefunden hatte.

Ueber die Bedeutung des Hautpigments haben wir noch in anderer Richtung Untersuchungen angestellt, welche uns dazu führten, anzunehmen, dass dabei eher an eine Einwirkung auf die Lichtstrahlen, als auf die dunklen Wärmestrahlen zu denken ist.

Man muss im Allgemeinen einen scharfen Unterschied machen zwischen dem Ausstrahlungs-, bzw. Absorptionsvermögen eines Stoffes gegenüber dunklen Wärmestrahlen und dem gegenüber Lichtstrahlen. Im ersten Falle tritt der Einfluss der Stofffarbe viel weniger in den Vordergrund, als im letzteren. Melloni fand z. B. das Ausstrahlungsvermögen von Bleiweiss gleich dem des Lampenrusses. Rubner fand freilich, dass das Ausstrahlungsvermögen von dünnem baumwollenem Stoff durch Berussung (um 14 pCt.) zunimmt, aber für Flanelle fand er gerade das Gegentheil<sup>1)</sup>. Es ist dies wohl ein Beweis dafür, dass die Farbe hierbei nicht der Hauptfactor ist.

Wir haben unsere beiden Blechcylinder mit einem an einer Seite berussten Stück Verbandstoff bespannt, mit dem Unterschiede, dass der Russ auf dem einen an der inneren, auf dem anderen an der äusseren Seite aufgetragen war. Ein Unterschied in der Geschwindigkeit der Abkühlung des warmen Wassers in beiden Cylindern wurde nicht constatirt. Eben so wenig wurde eine Differenz im Wärmeabsorptionsvermögen beobachtet, als das Wasser in den Cylindern zuvor unter die Temperatur der Umgebung abgekühlt war. Dies war auch zu erwarten gewesen, in Anbetracht, dass Ausstrahlungs- und Absorptionsvermögen eines Stoffes in Bezug auf gleichartige Strahlen einander gleich sind.

Ganz verschieden hingegen verhalten sich eine weisse und eine schwarze Oberfläche Lichtstrahlen gegenüber. Schon die tägliche Erfahrung lehrt, dass von Stoffen, die dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, die dunkel gefärbten sich viel mehr erwärmen, als die mit einer hellen Farbe; wir sehen ja auch, dass letztere einen grösseren Theil des Lichtes zurückwerfen.

<sup>1)</sup> Das Strahlungsvermögen der Kleidungsstoffe nach absolutem Maasse. Archiv für Hygiene. Bd. 17.

Auch in Bezug auf weisse und dunkle Haut fanden wir denselben Unterschied.

An zwei gleichen Thermometern wurde die Kugel mit einer doppelten Hautschicht bekleidet, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei dem einen weisse Haut oben und braune unten war, während beim anderen gerade das Umgekehrte der Fall war. Beide Thermometer wurden nun in einem feuchten Raume der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt. Nach Verlauf einiger Zeit waren die abgelesenen Temperaturen folgende:

weisse Haut aussen	braune Haut aussen
47,5°	50,1°.

Schon ohne Thermometer war es leicht zu constatiren, dass die braune Haut sich im Sonnenscheine mehr erwärmt hatte, als die weisse; erstere fühlte sich merklich wärmer an, als letztere.

Orgéas<sup>1)</sup>) hat schon vor uns darauf hingewiesen, dass die dunkle Farbe der Haut an sich selbst kein Grund sei für grösseres Ausstrahlungsvermögen. Immerhin glaubte er, dass das Hautpigment gewissermaassen eine Rolle spiele bei der Wärmeabgabe, dieses jedoch nicht in Folge der Farbe, sondern in Folge der Eigenschaft kleinkörniger Stoffe, mehr Wärme auszustrahlen, als Körper mit glatter Oberfläche. Er lässt dabei aber ausser Acht, dass das Pigment nicht an der Oberfläche der Haut liegt, sondern noch von einer Schicht Oberhaut bedeckt ist, welche, wie aus Untersuchungen mit überfirnissten Oberflächen (Leslie) erhellt, dick genug ist, um die Ausstrahlung ansehnlich zu modifiziren.

Orgéas nimmt ferner an, dass das grössere Absorptionsvermögen in Bezug auf Sonnenwärme, welches das Pigment seiner Farbe zu verdanken hat, hier ausser Acht bleibt, da die Verdunstung des Schweißes an der Hautoberfläche die Sonnenwärme hindert, bis in die pigmenthaltenden Zellen der Epidermis durchzudringen. Diese Auffassung bedarf wohl kaum der Widerlegung. Eben so wenig wird man mit ihm übereinstimmen können, wenn er, aus dem penetranten Gerüche des Negerschweisses auf die grössere Flüchtigkeit desselben schliessend,

<sup>1)</sup> La pathologie des races humaines et le problème de la colonisation, Octave Doin. Paris 1886. p. 186.

Folgendes bemerkt (p. 183): „Il est facile de comprendre que la richesse du liquide sudoral en principes volatils augmente le pouvoir réfrigérant de ce liquide. L'évaporation d'une quantité d'éther répandue sur la surface du corps, aurait une action réfrigérante que ne produirait pas l'évaporation d'une égale quantité d'eau<sup>1)</sup>). C'est une question élémentaire de physique sur laquelle il n'est pas nécessaire d'insister. Nous concluons donc que l'odeur de la sueur chez le nègre a une raison d'être et que cette propriété du liquide sudoral joue certainement un rôle considérable dans la résistance de l'organisme à la chaleur du milieu externe.

Was die Bedingungen betrifft, unter welchen wir unsere vergleichenden Untersuchungen anstellten, so mussten wir annehmen, dass die weisse Haut im Vermögen, Wärme abzugeben, der farbigen Haut nicht nachsteht. Dem Sonnenlichte ausgesetzt, ist letztere in dieser Hinsicht sogar im Nachtheil. Dafür hat in anderer Hinsicht die farbige Haut einen nicht geringen Vortheil. Da das Pigment die Lichtstrahlen absorbiert, mit anderen Worten, in dunkle Strahlen umsetzt, so wird die unten liegende Cutis gegen die nachtheilige Einwirkung des Lichtes geschützt. Hier sei daran erinnert, dass die Dermatitis, welche in mehr oder minderem Grade in Folge der Blossstellung der Haut gegen die Sonnenstrahlen auftritt, mit Unrecht Erythema caloricum, Eczema a calore, genannt wird, da es nicht so sehr die Sonnenwärme, als die chemische Wirkung der Lichtstrahlen ist, welche den Entzündungsreiz bewerkstellt. Bouchard, Hammser und Andere fanden ja, dass die violetten und ultravioletten, d. h. die sogenannten chemischen Strahlen am stärksten auf die Haut einwirken.

Ferner sieht man Erythema auftreten nach Aufenthalt auf, durch die Sonne beschienenen Gletschern und Schneefeldern, sowie nach langdauernder Einwirkung von elektrischem Licht auf die Haut, somit unter Umständen, bei welchen an eine Wärmewirkung kaum gedacht werden kann. Umgekehrt trifft man Personen, wie Heizer, Glasbläser u. s. w., die dauernd grosser

<sup>1)</sup> Die latente Verdampfungswärme des Wassers ist im Gegentheil ungefähr 6mal grösser, als die des Aethers.

Hitze ausgesetzt sind und die dennoch keine solche Erscheinungen zeigen. Interessante Beispiele dieser Art findet man gesammelt in einem Artikel von Robert L. Bowles, Ueber den Einfluss der Sonnenstrahlen auf die Haut<sup>1</sup>).

Auch die Photographie lehrt uns, dass in der That die chemischen Strahlen durch eine stark pigmentirte Haut grösstenteils absorbirt werden; das durch diese zurückgeworfene diffuse Licht ist äusserst wenig aktinisch, wie man sofort an jedem photographischen Bilde, auf welchem ein Malaie neben einem Europäer sich befindet, deutlich sehen kann.

Auch braucht man nicht, wie Horn<sup>2</sup>) es gethan, der seinen eigenen Arm neben den eines Negers im directen Sonnenlicht hielt, eine absichtliche Untersuchung vorzunehmen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass die weisse Haut viel empfindlicher ist für das Sonnenlicht, als die dunkle.

Kein „Weisser“ wird, so lange er diesen Namen mit Recht trägt, ungestraft dem Eingeborenen nachahmen, der oft stundenlang, halb oder zu drei Vierteln nackt, sich den Sonnenstrahlen aussetzt.

<sup>1</sup>) Monatshefte für praktische Dermatologie. Bd. 18. No. 1.

<sup>2</sup>) Citirt bei Boubnof, Ueber das Permeabilitätsverhältniss der Kleidungsstoffe zum chemisch wirkenden Sonnenstrahl. Arch. f. Hygiene. Bd. X. Heft V.

