

XI.

Untersuchungen über die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers.

(Aus der medicinischen Klinik in Zürich.)

Von A. Masje aus Mohilew in Russland.

(Schluss von S. 71.)

VIII. Versuch einer theoretischen Erklärung der oben mitgetheilten Beobachtungen mit Bezugnahme auf andere Reize, welche die Wärmestrahlung beeinflussen.

Wir haben in Capitel IV und V gesehen, dass man, wenn man eine für gewöhnlich bedeckte Hautstelle des menschlichen Körpers durch Entblössung in einem kühlen Raume oder mittelst Localbades oder Eisbeutels einer Abkühlung aussetzt und den Gang der Wärmestrahlung der betreffenden Hautstellen eine Zeit lang verfolgt, eine beständige Zunahme der Strahlungsintensität beobachtet, während die Temperatur der Körperoberfläche sinkt. Diese merkwürdige Erscheinung dauert so lange an, bis die Abkühlung der Körperoberfläche eine gewisse Grenze (Sinken der Hauttemperatur um ca. 3° C.) erreicht hat. Wird diese Grenze überschritten, dann nähert sich der Vorgang der Wärmestrahlung des menschlichen Körpers dem allgemeinen, Eingangs erwähnten, Erkaltungsgesetze und die Strahlungsintensität nimmt ab, entsprechend der Abnahme der Temperaturdifferenz des strahlenden Körpers und der Umgebung.

Wie sollen wir uns dieses Phänomen erklären?

Bevor wir darauf eingehen, sehe ich mich genöthigt, um etwaige Missverständnisse zu vermeiden, an dieser Stelle noch eine Bemerkung einzuschalten.

Winternitz¹⁾) hat vor Jahren Untersuchungen über die Wärmeabgabe von der Haut gesunder Menschen nach einer eigenen Methode ausgeführt, wobei er unter Anderem zu dem Schlusse gelangte, dass eine Abkühlung der Körperoberfläche eine Verminderung der Wärmeabgabe bewirke²⁾. Da nun beim nackten, von der Luft umgebenen menschlichen Körper die durch Ausstrahlung abgegebene Wärmemenge jedenfalls den grössten Theil der gesamten Wärmeabgabe von der Haut (bei ruhiger, den Körper umgebender Luft und trockener Haut) ausmacht, so könnte die von Winternitz aufgestellte vielfach citirte Behauptung gerechtes Bedenken gegen die von uns mitgetheilte Thatsache hervorrufen, dass die Wärmestrahlung bei Abkühlung des Körpers bis zu einer gewissen Grenze steigt. Man fühlt sich noch um so eher dazu veranlasst, wenn man weiss, dass in den von Winternitz mitgetheilten 3 Versuchen die Abkühlung der Körperoberfläche das eine Mal durch Zufächeln von Luft nach vorhergehender Benetzung mit Wasser und das andere Mal blos durch Zufächeln von Luft bewerkstelligt wurde, wobei die im ersten Falle angegebene Hauttemperatur vor und nach der Abkühlung eine Differenz von weniger als 1° C. aufwies, also entschieden nicht unter der von mir oben angegebenen Grenze, wo wir eine gleichzeitige Abnahme der Wärmestrahlung mit der Hauttemperatur sahen (Versuch 22—25). Auch liegt die Zeitdauer der Winternitz'schen Beobachtungen (10—20 Minuten nach der Abkühlung) ganz in den Grenzen der unserigen.

Die Methode, welcher sich Winternitz bei seinen Untersuchungen bediente und auf die er auch in der letzten (58.) Versammlung der deutschen Naturforscher zu Strassburg, gelegentlich des Eingangs erwähnten Vortrages des Hrn. Prof. Eichhorst über unsere Untersuchungen aufmerksam machte, ist nun folgende³⁾: „Die Messung der Erwärmung eines dem Volum nach bestimmten Luftraumes von einer gemessenen Hautfläche in einer bestimmten Zeit.“ Zu diesem Behufe construirte er ein „Calori-

¹⁾ Winternitz, Wiener Medicinische Jahrbücher. 1875. S. 1.

²⁾ Ibid. S. 26—30.

³⁾ Ibid. S. 6—9.

meter“, das aus einem Holzkästchen von cubischer Form mit doppelten, von einander abstehenden Wänden bestand, dessen eine Seite, gleichzeitig die Basis, offen war. Um aber Störungen durch Verdunsten und Condensation von transpirirtem Wasser zu verhüten, wurde diese Seite „mit einer impermeablen Membran von feinstem Guttaperchapapier verschlossen“. In diesem Kästchen sind nun 2 Thermometer eingelassen, von denen das eine mit einem gebogenen, schneckenförmigen Quecksilbergefäß bis zum Niveau der unteren Fläche des Kästchens verschoben werden kann und zur Messung der Temperatur der auf Wärmeabgabe zu untersuchenden Hautstelle dienen soll, während das andere, in's Innere des Kästchens hineinragende verticale Thermometer zur Angabe der Temperatur der im Kästchen eingeschlossenen Luft bestimmt ist.

Die Anwendung dieses Calorimeters geschah in der Weise, dass der Apparat, nachdem die Temperatur im Luftraume desselben und die Zimmertemperatur notirt waren, derart auf die Körperoberfläche aufgesetzt wurde, dass die mit der Guttaperchamembran verschlossene Fläche der Haut anlag. Es wurde dann in bestimmten gleichen Zeiträumen die Erwärmung des cubischen Luftraumes an dem verticalen Thermometer und auch die Hauttemperatur an dem bis zur Guttaperchamembran vorgeschobenen Schneckenthermometer vorgemerkt. Nach erfolgter Abkühlung wurden dann in ähnlicher Weise an derselben Hautstelle durch ein zweites, ganz gleiches und gleichtemperirtes „Calorimeter“ die Beobachtungen wiederholt. Da der cubische Luftraum des Calorimeters und die Anfangstemperatur desselben bekannt sind, so „lässt sich daraus annähernd berechnen“, wie gross die Wärmeabgabe von einem der Grundfläche des Luftraumes gleich grossen Stücke Haut in einer bestimmten Zeit ist.

Auf diese Weise fand Winternitz, dass die Erwärmung des Luftraumes im „Calorimeter“ jedesmal nach erfolgter Abkühlung der Körperoberfläche um einige Grade Celsius geringer war, als während einer gleichen Zeit vor der Abkühlung, woraus er ohne Weiteres den Schluss zieht, dass jede Abkühlung des Körpers eine Verminderung der Wärmeabgabe bewirke.

Ohne den an diese Versuche geknüpften interessanten Ausführungen Winternitz' über die Bedeutung der Hautfunction

für die Körpertemperatur entgegen treten zu wollen, muss ich doch im Interesse der exacten Erforschung der Wärmeabgabe der Haut seine Methode, die Wärmeabgabe einer Hautstelle zu messen, als incorrect und in Folge dessen auch seine Behauptung von der Verminderung der Wärmeabgabe bei Abkühlung des Körpers als der Wirklichkeit nicht ganz entsprechend bezeichnen. Auch von diesen calorimetrischen Messungen der Wärmeabgabe der Haut kann man dasselbe sagen, was Rosenthal¹⁾ von den von Scherling, Vogel und Hirn fast nach einer und derselben Methode ausgeführten calorimetrischen Messungen der gesamten Wärmeabgabe des menschlichen Körpers schreibt: „Diese Methode ist zwar, wie Liebermeister meint, von „wahrhaft genialer Einfachheit“, sie giebt aber leider sehr ungenaue Resultate.“

In der That kommt bei dem Winternitz'schen „Calorimeter“ die strahlende Wärme der Haut fast gar nicht zur Geltung und geschieht die Erwärmung des Luftraumes fast ausschliesslich durch äussere und innere Leitung: von der Haut zum Guttaperchapapier, von diesem zu der untersten Luftschicht u. s. f. Die etwaige Wärmestrahlung der Membran kann hier gar nicht in Betracht kommen. Die Wärmestrahlen der Haut werden nehmlich durch das Guttaperchapapier, als ein für eine so niedrige Wärmequelle wie der menschliche Körper sicher athermanes Medium gar nicht oder nur sehr wenig durchgelassen.

Dass die von Winternitz zum Verschluss seines Calorimeters gebrauchte Guttaperchamembran wirklich nicht gut Wärme durchliess, beweist die Thatsache, dass bei allen Versuchen, in welchen die Zimmertemperatur und die Temperatur des Luftraumes des Calorimeters angegeben ist, letztere immer um einige Grade C. niedriger ist als erstere. So z. B. I. Versuchsreihe 2. Versuch: Zimmertemperatur = 17° R. (= $21,2^{\circ}$ C.), Temperatur des Luftraumes nur $18,2^{\circ}$ C., also um volle 3° C. weniger; bei anderen Versuchen sind noch grössere Temperaturdifferenzen zu merken.

Aber auch wenn wir annehmen, dass die Wärmestrahlung der Haut durch das aufliegende Guttaperchapapier nicht verhin-

¹⁾ Die Physiologie der thierischen Wärme in Hermann's Handbuch. Bd. IV. 2. S. 367.

dert wird, oder auch wenn wir uns das „Calorimeter“ ganz offen denken, d. h. ohne Membran, so ist überhaupt ein solcher Apparat zur deutlichen Wahrnehmung der ausgestrahlten Wärme, geschweige zur Messung derselben völlig ungeeignet, — da ja bekanntlich Wärmestrahlen von der Luft im „Calorimeter“ fast gar nicht absorbirt werden¹⁾). Die von den Wänden des inneren Kästchens des Calorimeters absorbierte Menge der von der Haut ausgestrahlten Wärme wird zum grössten Theil durch Leitung an die zwischen dem inneren und äusseren Kästchen sich befindende kältere Luftsicht, zum Theil auch durch Strahlung an die Wände des äusseren Kästchens abgegeben werden, und daher wird nur ein vielleicht verschwindend kleiner Theil auch zur Erwärmung des inneren Luftraumes durch Leitung beitragen. Ebenso wenig kann hier in Betracht kommen jene minimale Einwirkung auf das Thermometer, welche durch die den (nicht berussten) Quecksilbercylinder direct treffenden Wärmestrahlen hervorgerufen wird.

Wenn also Winternitz mit seiner Versicherung, dass er sich durch zahlreiche Controlversuche überzeugt habe, dass durch die Guttaperchamembran, wenn dieselbe der Haut fest anliegt, die Wärmeabgabe von der Haut nicht wesentlich alterirt wird, das meint, dass er mit seinem „Calorimeter“ gleiche Resultate erhielt, gleichgültig, ob dasselbe mit einer Membran verschlossen oder ob es offen war, so ist dies nach dem eben Gesagten vollständig klar, da er in beiden Fällen von der strahlenden Wärme so gut wie nichts wahrnehmen konnte.

Auf andere Fehlerquellen in den Winternitz'schen Versuchen will ich hier nicht eingehen, da es mir nur daran gelegen ist, darzuthun, dass Winternitz mit seinem Apparat die strahlende Wärme weder messen noch deren Gang beobachten konnte, was ich im Vorhergehendem, wie ich meine, genügend begründet habe. Die Erwärmung des Luftraumes im Winternitz'schen Calorimeter geschah in ganz ähnlicher Weise wie die Erwärmung des Quecksilbers im Thermometer, mit dem

¹⁾ Nach Magnus ist das Verhältniss der durch die atmosphärische Luft und durch den leeren Raum durchgelassenen aus einer Wärmequelle von 100° kommenden Wärmestrahlen wie $88,88 : 100$ (Poggd. Annal. Bd. CXII.).

man die Temperatur der Haut misst, und ist es daher ganz in der Ordnung, wenn nach Abkühlung des Körpers, d. h. bei niedriger temperirter Haut das erstere ebenso wie das letztere sich weniger erwärmen. Andererseits muss bei höher temperirter Haut und erweiterten Hautgefässen z. B. nach Frottieren oder nach Anwendung anderer Hautreize (l. c. S. 21—23) auch die Temperatur im Luftraume des Calorimeters entsprechend steigen, wenn nicht durch Verdunstung eine Abkühlung desselben erfolgt (ibid. S. 24—25). Für eine Verminderung der Wärmeabgabe von der Haut nach Abkühlung des Körpers sind daher die Winter-nitz'schen „calorimetrischen“ Messungen ebenso wenig beweisend, wie die gewöhnlichen thermometrischen Messungen der Hauttemperatur. Dass die Wärmeabgabe durch Leitung bei kleinerer Temperaturdifferenz zwischen dem sich abkühlenden Körper und der (gleich ruhig bleibenden) Luft seiner Umgebung ebenfalls kleiner wird, ist ohne Weiteres selbstverständlich. Die Strahlungsintensität aber ist nicht allein von der Temperaturdifferenz, sondern auch von der Beschaffenheit der Oberfläche des ausstrahlenden Körpers abhängig.

Es ist nun nach alledem klar, dass die von uns constatirte Thatsache, dass bei Abkühlung des menschlichen Körpers eine Steigerung der Wärmestrahlung der Haut stattfindet, so lange nicht die Abkühlung eine gewisse Grenze überschritten hat, durch die Behauptung Winter-nitz' von einer beständigen Verminderung der Wärmeabgabe von der Haut (selbst bei nicht sehr starker Abkühlung) auch nicht im Geringsten erschüttert werden kann¹⁾.

¹⁾ Zu meinem grössten Erstaunen sah ich aus dem Tageblatt der 58. Versammlung der deutschen Naturforscher zu Strassburg (S. 232), dass Winter-nitz — in Eichhorst's Abwesenheit — in seinen nachträglichen Bemerkungen zum Eichhorst'schen Vortrage: Ueber die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers (ibid. S. 63) unsere Untersuchungen als solche bezeichnete, welche sich auf die gesammte Wärmeabgabe von der Haut mit Ausnahme der Verdunstung erstrecken. Er verglich unsere Methode mit der seinigen, welche dasselbe bezweckt und mit der Methode Grasset's durch Thermometrie die Grösse der Wärmeabgabe zu bestimmen, welche die gesammte Wärmeabgabe einschliesslich der Verdunstung angeben soll. Hoffentlich wird jetzt Winter-nitz einsehen, dass wir nicht die Wärmeabgabe

Nach dieser nothwendigen Abschweifung kehre ich zu unserem Thema zurück.

Wohl über keinen Gegenstand der Physiologie ist so viel gestritten worden, wie über die Frage der Wärmeregulirung im Körper der Warmblüter. Die Thatsache, dass die Eigenwärme der letzteren selbst unter erheblichen Schwankungen der Umgebungstemperatur ziemlich constant bleibt, gab von jeher viel zu denken, und während die Einen diese Erscheinung durch eine Compensation der Wärmebildung im Organismus sich zu erklären suchten, haben andere Forscher die Selbstregulirung der Wärmeabgabe durch die Haut als das einzig richtige Compensationsmittel angesehen. Der Streit ist aber bis auf den heutigen Tag unentschieden, und die moderne Physiologie stellt in der Lehre von der Regulirung der Eigenwärme beide Meinungen als gleichberechtigt neben einander hin¹⁾.

Es wird also gelehrt, dass durch einwirkende Kälte eine Vermehrung des Stoffumsatzes und in Folge dessen auch der Wärmebildung im Organismus stattfindet; und umgekehrt, wird der Stoffumsatz und die Wärmebildung im thierischen Körper vermindert, wenn letztere einer höheren Umgebungstemperatur ausgesetzt wird. Ferner wird angenommen, dass durch die Kälte eine Contraction der Muskeln der Haut und der Hautgefässe entsteht, wodurch eine Verdrängung von Blut und gut leitender Flüssigkeit aus der Haut und dem Unterhautzellgewebe, sowie eine Verlangsamung des Hautblutlaufes hervorgerufen wird und in Folge dessen eine Verminderung der Wärmeabgabe von der Körperperipherie stattfindet. Umgekehrt bedingt erhöhte Umgebungstemperatur Erweiterung der Hautgefässe, die Haut röhrt sich, sie wird saftreich und somit besser wärmeleitend, die Hautcirculation wird gesteigert, es tritt Schweiß hervor, durch dessen Verdunstung Wärme gebunden wird, und so ist für gesteigerte Wärmeabfuhr gesorgt.

von der Oberfläche des Körpers im Allgemeinen weder mit noch ohne Verdunstung, sondern lediglich das Strahlungsvermögen der lebenden Haut, wie es die Physiker mit anderen Körpern thun, untersuchen wollten und auch nur die ausgestrahlte Wärmemenge zu bestimmen uns als Aufgabe gestellt hatten.

¹⁾ Vergl. Hermann, Lehrb. d. Physiol. 1886. S. 239. — Landois, Lehrb. d. Physiol. 1885. S. 215.

Es muss nun jedem Sachverständigen sofort einleuchten, dass die von uns constatirte Thatsache, nehmlich Steigerung der Wärmestrahlung der Haut bei Abkühlung des menschlichen Körpers, und zwar sowohl während als auch nach der Wärmeentziehung durch keine dieser Theorien der Regulirung der Eigenwärme sich erklären lässt. Denn ist es schon nicht gut denkbar, dass während einer verhältnissmässig so geringen Wärmeentziehung, wie sie die Entblössung des Oberkörpers in einer Umgebungstemperatur von 9—10° R. binnen 50 Minuten (Vers. 3—5) darstellt, eine drei- bis vierfache, die entsprechende Zunahme der Wärmestrahlung bedingende, Wärme production erfolgen soll, da selbst nach Liebermeister¹⁾), dem eigentlichen Begründer der Theorie der „Compensation der Wärmebildung“, eine solche Steigerung der Wärme production nur im kalten Wasserbade stattfinden soll, so ist gar die lebhafte Steigerung der Wärmestrahlung nach der Wärmeentziehung, z. B. nach dem Bade (Vers. 22—26), d. h. „zu einer Zeit, während welcher nach allen Erfahrungen die Wärme production wieder zur Norm zurückgekehrt oder selbst unter die Norm herabgegangen ist“²⁾, völlig unverständlich. Noch weniger ist die Steigerung der Wärmestrahlung bei Gesunden und Fiebernden nach dem innerlichen Gebrauche von Antipyretica begreiflich, da ja selbst nach Liebermeister (l. c. S. 632) diese Mittel die Wärme production, bezw. den Stoffwechsel im Körper vermindern sollen. Auch die Annahme, dass nach dem Bade eine stärkere Blutzufuhr vom Inneren an die kältere Peripherie des Körpers stattfindet, wodurch man das Sinken der Temperatur des Inneren erst nach dem Bade, in Folge eines Ausgleiches der Temperaturdifferenzen, zu erklären suchte (l. c. S. 118), genügt nicht, wie wir noch sehen werden, zur Erklärung der Zunahme der Wärmestrahlung der Haut in so hohem Maasse.

Andererseits aber müsste die durch die Kälte verursachte Contraction der Hautgefässe und die durch die Verdrängung des Blutes von der Körperperipherie bewirkte Verkleinerung der Temperaturdifferenz zwischen der Körperoberfläche und der umgeben-

¹⁾ Liebermeister, Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers.
S. 205 ff.

²⁾ Ibid. S. 243.

den Luft nach dem allgemeinen Erkaltungsgesetze ebenfalls eine Abnahme und keineswegs eine Steigerung der Wärmestrahlung der Haut hervorrufen.

Was ist nun also die Ursache der von uns constatirten Steigerung der Wärmestrahlung der Haut bei Abkühlung des Körpers?

Eine genaue Prüfung aller derjenigen Factoren, welche die Strahlungsintensität eines Körpers bedingen, dürfte uns, wie ich glaube, zu einer richtigen Antwort auf diese Frage verhelfen. Man muss sich nehmlich erinnern, dass die Strahlungsintensität eines Körpers nicht allein von der Temperaturdifferenz zwischen ihm und der Umgebung, sondern in hohem Grade auch von der Beschaffenheit seiner Oberfläche abhängig ist. Wir wissen aus den Untersuchungen von Leslie¹⁾, Melloni²⁾, Knoblauch³⁾ und Magnus⁴⁾, dass bei gleicher Temperaturdifferenz eine rauhe und geritzte Fläche bedeutend mehr Wärme ausstrahlt als eine gleich grosse, glatte, harte Fläche desselben Körpers. Das Ritzen hat theils eine Auflockerung, theils ein Blosslegen der tieferen Schichten zur Folge, und schon Fourrier⁵⁾ hat das von Leslie aufgestellte Gesetz, dass die Intensität der Wärmestrahlen dem Cosinus des Ausstrahlungswinkels proportional ist, dadurch erklärt, dass die Wärmestrahlen nicht allein von der Oberfläche der Körper ausgehen, sondern dass auch von den Punkten unterhalb der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe Strahlen hervortreten. Melloni hat diese Behauptung Fourrier's auch experimentell erhärtet, indem er die Oberfläche eines erwärmten Würfels von polirtem Kupfer wiederholt mit einem gleichmässig aufgetragenen Firniss überzog, wobei er eine beständige Zunahme der Wärmestrahlung (mehr als das Vierfache der Strahlungsintensität der ersten Firnißschicht) beobachtete, — so lange nicht die Dicke der aufgetragenen Lackschicht eine gewisse Grenze überschritten hatte. Wenn nun die Ausstrahlung der Wärme nur von

¹⁾ Leslie, Inquiry in to the nature of heat 1809.

²⁾ Melloni, Poggend. Ann. Bd. XXXV, XLV, LII, LXV.

³⁾ Knoblauch, Poggend. Ann. Bd. LXX.

⁴⁾ Magnus, Ibid. Bd. CXXIV.

⁵⁾ Fourrier, Ann. de chim. et de phys. T. VI.

der Oberfläche des Körpers ausginge, so müsste die Dicke dieser Lackschicht auf die ausgestrahlte Wärmemenge ganz ohne Einfluss sein. Ferner ist es allgemein bekannt, dass dunklere Körper mehr Wärme ausstrahlen als hellere.

Wäre es denn nicht möglich, dass durch die Einwirkung der Kälte, wie auch anderer mechanischer Reize auf die Haut eine direct oder auf reflectorischem Wege bewirkte Veränderung ihrer physikalischen Beschaffenheit im angedeuteten Sinne hervorgerufen wird, wodurch eine Zunahme der Wärmestrahlung derselben stattfindet, so lange die Bedingungen dazu bestehen?

In der That scheint mir dieser für die Wärmeabgabe der Körperoberfläche jedenfalls sehr wichtige Punkt von den meisten Forschern ganz unberücksichtigt geblieben zu sein. Freilich konnten bis jetzt wegen Mangels an einer passenden Methode, keine eingehenden Untersuchungen über das Strahlungsvermögen der Haut gemacht werden; aber dennoch mussten schon rein theoretische Erwägungen vor einem zu weit gehenden Analogismus zwischen einem lebenden Organismus und einem leblosen Körper in Bezug auf die bei der Wärmeabgabe von der Oberfläche mitwirkenden Momente warnen. Es ist charakteristisch für die letzteren Auffassungen des Prozesses der Wärmeabgabe von der Oberfläche des thierischen Körpers, wenn Bergmann¹⁾ zur Erklärung der von ihm zuerst aufgestellten, oben erwähnten Theorie der Regulirung der Wärmeabgabe durch die Contraction der Hautgefässe und durch die Verdrängung des Blutes von der Körperperipherie folgendes Analogon anführt: „Man kann sich ein ähnliches Verhältniss auf ganz einfache Weise an todten Substanzen hergestellt denken. Wenn wir annehmen, dass eine z. B. metallene Kugel in einer Kapsel von derselben Substanz eingeschlossen wäre, dass zwischen beiden aber ringsum ein Raum enthalten wäre, von schlechten Wärmeleitern erfüllt (Fettpolster), dass dann durch diesen Raum von der Kugel zur Kapsel verschiedene Brücken oder Stifte von einer gut leitenden Substanz hinübergehen (mit Blut gefüllte Hautgefässe), deren Anzahl man beliebig vermehren oder vermindern könnte (Erweiterung und

¹⁾ Bergmann, J. Müller's Arch. f. Anatomie, Physiol. und wiss. Medicin. Jahrg. 1845. S. 312.

Contraction der Gefässe), so würde man durch eben dieses Mittel auf Kosten der Temperatur der Kapsel diejenige der Kugel, in welcher man sich eine Wärmequelle denke, bei Schwankungen der äusseren Temperatur gleichmässig erhalten können.“ Und doch lehrt uns schon die alltägliche Erscheinung der „Gänsehaut“, der Irrigirung der Haare, des Sträubens der Federn und des Farbenwechsels bei Einwirkung thermischer oder anderer Reize auf die Haut, dass letztere keineswegs als eine „metallene Kapsel“ zu betrachten ist, bei deren Wärmeabgabe nur die Temperaturdifferenz zwischen ihr und der umgebenden Luft in Betracht käme. Solche tiefgehende Veränderungen der Beschaffenheit der Oberfläche des thierischen Körpers müssen aber unbedingt auch das Strahlungsvermögen derselben ganz unabhängig von den Temperaturverhältnissen in hohem Grade beeinflussen.

Von der möglichen Grösse der gedachten Veränderungen des Strahlungsvermögens der Haut können wir durch folgende Be- trachtung einen näheren Begriff gewinnen. Wir wissen, dass der Bau der Haut ein sehr complicirter ist, und dass dieselbe aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt ist. Schon die Epidermis, obwohl ganz aus geschichtetem Pflasterepithel bestehend, zeigt mehrere sich von einander stark unterscheidende Zellschichten. Von den oberflächlicheren Lagen der flachen kernlosen und verhornten Epidermisschüppchen (Stratum corneum) findet ein Uebergang der Zellenformen (Stratum lucidum) bis zu der tiefsten, aus protoplasmatischen, gekernten „Stachel- und Riffzellen“ gebildeten Schleimschicht (Rete Malpighii) statt. Die Oberfläche dieses Schleimnetzes gestaltet sich rauh und zuweilen gezähnelt (Lymphwege). Das darunter liegende, vom Blute roth gefärbte Corium besteht aus einem Geflechte von mehr nach oben zu gelagerten elastischen Fasern und aus fibrillärem Bindegewebe, welches die dem Unterhautzellgewebe anliegenden, meist mit Fettgewebe gefüllten „Maschenräume“ bildet. Dieses Geflecht enthält eine Menge von Schweiss- und Talgdrüsen und Haarbälgen mit ihren mannichfaltigen Bestandtheilen, sowie äusserst zahlreiche, an der Oberfläche papillenbildende Blutgefäßschlingen und Nervenfasern. Durch Contraction glatter Muskelfasern, welche quer durch die Lederhaut in schräger Richtung gehen (Musculi arrectores pili) wird die „Gänsehaut“ gebildet;

auch sind die Fasern der Haut so geordnet, dass jede Spannung derselben, welche die Hautmuskeln bewirken, eine Verminderung der Hautdicke an den betreffenden Stellen zur Folge hat¹⁾.

Wenn wir uns nun fragen, ob denn auch das unter der Epidermis liegende Corium an der Wärmestrahlung der Körperoberfläche sich betheiligt, so müssen wir diese Frage entschieden bejahen, denn abgesehen von dem oben angeführten physikalischen Gesetze, dass die Wärmestrahlen nicht allein von der Oberfläche der Körper, sondern auch von in einer gewissen Tiefe unterhalb der Oberfläche gelegenen Punkten hervortreten, so kommt hier noch der Umstand in Betracht, dass die Epidermis äusserst diatherman ist und folglich die Wärmestrahlen, welche von einer tieferen Schicht kommen, ungehindert durchlässt. Dass die Epidermis des lebenden Menschen wirklich diatherman ist, beweist die Thatsache, dass wir die von einer höher temperirten Wärmequelle aus unserer Umgebung kommenden Wärmestrahlen sofort empfinden, sobald wir unseren Körper denselben aussetzen. Wäre die Epidermis atherman, so müsste gerade wie bei Berührung heißer Körper eine gewisse Zeit verstreichen, bis die von der Epidermis absorbierte Wärme den im Corium endigenden Gefühlsnerven durch Leitung mitgetheilt werde, da ja die Epidermis ein schlechter Wärmeleiter ist²⁾.

Denken wir uns nun durch Einwirkung einer mässigen Kälte auf die Haut eine allmähliche Contraction der glatten Hautmuskeln hervorgerufen, so wird ein, dem Ritzen der Oberfläche eines leblosen Körpers ähnlicher Vorgang in der Haut entstehen, nur dass hier statt des äusseren Druckes eine innere Zugkraft, Contraction der Hautmuskeln, die Einkerbungen der Oberfläche bewirkt, und in Folge dessen muss auch, wie wir gesehen haben, eine Steigerung der Wärmestrahlung stattfinden. Wird aber der Reiz durch excessive Abkühlung sehr stark, so dass sämtliche Muskelfasern der Haut ihre maximale Contraction erreicht haben, dann hört das gedachte Muskelspiel der Haut auf und die Wärmestrahlung derselben erfolgt nach dem allgemeinen Erkaltungsgesetze der leblosen Körper, so lange nicht die Hauthnerven und Muskelfasern nach Aufhören des Reizes sich wieder

¹⁾ Thomsa, Arch. f. Dermatologie u. Syphilis v. Auspitz u. Pick. 1874.

²⁾ Klug, Zeitschrift f. Biologie. X. S. 73.

erholen und das Spiel von Neuem beginnt (Vers. 1—8, 16—19, 28, 22—25 und 29).

Aber ausser dieser rein mechanischen Einwirkung der Kälte auf die Körperoberfläche durch Contraction der Muskelfasern der Haut, können wir uns noch dabei eine materielle Veränderung des Gewebes auf chemischem Wege denken, wodurch zum Theil die Haut mehr diatherman wird und Wärmestrahlen aus tieferen Schichten durchlässt, zum Theil aber überhaupt die Strahlungsintensität des Gewebes in Folge einer intramolekularen Bewegung und lebhafterem Wechsel der elementaren Bestandtheile derselben grösser wird.

Dass der Kältereziz wirklich im Stande ist tiefgehende chemisch-physikalische Veränderungen im Gewebe des lebenden Organismus hervorzurufen, beweist die von vielen Forschern constatierte Thatsache, dass der Stoffumsatz bei Kaltblütern, entsprechend dem allgemeinen Naturgesetze vom Einflusse der Wärme auf chemische Prozesse, steigt und sinkt mit der Temperatur der Umgebung beziehungsweise des Körpers, bei Warmblütern dagegen steigt der Stoffwechsel — analog der Wärmestrahlung — auch bei Abkühlung des Körpers (Grawford, La-voisier, Vierordt, Regnault et Roiset, Moleschott, Voit, Liebermeister, Pflüger u. v. A.). Nun wissen wir, dass der Stoffwechselprozess, und zwar auch der Gaswechsel, dessen Steigerung durch Kälte beim Menschen besonders nachgewiesen ist, überall in den Geweben (innere und Hautatmung) stattfindet. Ich erinnere nur an den interessanten Versuch Vierordt's¹⁾, der gezeigt hat, dass man spectroskopisch die Oxyhämoglobinstreifen in dem von Fingerrändern reflectirten Lichte erkennen kann und dass nach Umschnürung der Finger, wenn die Circulation aufgehoben ist, nach kurzer Zeit der Streifen des O-freien (reducirten) Hämoglobins im Spectrum auftritt, wodurch wir die Oxydationsprozesse im Gewebe der lebenden Menschen beobachten können. Der Vorgang des Gasaustausches ist bedingt durch die verschiedenen Abstufungen der Spannung der beiden Gase (O und CO₂) in der Luft und in den Geweben, während wir uns den Umsetzungsprozess der organischen Stoffe im Körper (Eiweiss, Fett oder andere stickstofffreie Substanzen) als ein Auseinanderreissen

¹⁾ Vierordt, Zeitschr. f. Biol. XIV. S. 412.

und als eine Umlagerung von Theilchen der complicirten, leicht zersetzbaren organischen Verbindungen vorstellen müssen, indem entweder gewisse Gruppen derselben durch eine stärkere Anziehung weggenommen werden, oder indem eine Bewegung übertragen wird, die das Gefüge erschüttert“ (Nägeli's molecular-physikalische Theorie der Gährung¹⁾). Also jedenfalls ein Vorgang, der die Strahlungsintensität des Ganzen ungemein beeinflussen muss.

Von besonderem Interesse für uns ist noch die von Ludwig und Sanders-Ezn²⁾ gemachte Beobachtung, dass die Steigerung des Stoffwechsels bei Warmblütern durch Kälte nur so lange stattfindet, so lange nicht die Regulationsgrenzen der Eigenwärme des Thieres überschritten sind; bei starker Abkühlung aber, bis zum Sinken der Eigenwärme, vermindert sich auch bei diesen Thieren der Stoffumsatz. Diese Erscheinung bietet nun wiederum eine auffallende Analogie mit der von uns constatirten Thatsache, dass eine Steigerung der Wärmestrahlung von der Oberfläche des menschlichen Körpers ebenfalls nur dann stattfindet, wenn die Abkühlung des Körpers eine gewisse Grenze nicht überschritten hat.

Eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung der Steigerung des Stoffwechsels bei Warmblütern, wenn die Thiere nicht bis zur Abnahme der Eigenwärme abgekühlt werden, gab zuerst Pflüger³⁾ gestützt auf umfangreiche Versuche an Kaninchen, bei denen durch Rückenmarksdurchschneidung, Curarisation u. dgl. die Einwirkung des Nervensystems auf die Wärmeregulation aufgehoben wurde. Der Stoffwechsel verhält sich dann ebenso wie bei Kaltblütern, d. h. er steigt und sinkt mit der Temperatur der Umgebung, beziehungsweise des Körpers. Daraus zog Pflüger den Schluss, dass bei Warmblütern zu der Wirkung der Temperatur im Innern des Körpers noch die des centralen Nervensystems hinzukommt, so dass in kalter Luft der Stoffwechsel energischer ist. Die Erregung der sensiblen Nerven

¹⁾ Vergl. Voit, Physiol. d. allgem. Stoffwechsels in Hermann's Handb. der Physiol. 1881. Bd. VI. S. 321 ff.

²⁾ Sander-Ezn, Berichte der Sächs. Ges. der Wissensch. Mathemat.-physik. Cl. 1867. S. 58.

³⁾ Pflüger, Archiv f. d. ges. Physiologie. XII. S. 282 u. 333. 1876. XVIII, S. 247, 1878,

der Haut durch die Kälte pflanzt sich auf weitere Organe, namentlich auf die Muskeln fort, in Folge dessen der Stoffwechsel angeregt wird. Ist aber die Temperaturwirkung grösser als die des Nervensystems, so dass die Eigenwärme des Thieres sich merklich ändert, dann erfolgt der Stoffwechsel auch beim Warmblüter nach dem oben erwähnten allgemeinen Naturgesetze.

Es sei nun weiteren Untersuchungen vorbehalten, den causalen Zusammenhang zwischen dem Stoffwechsel und der Strahlungsintensität der menschlichen Körperoberfläche genauer festzustellen; ich muss jedoch darauf hinweisen, dass auch die Steigerung der Wärmestrahlung bei künstlich erhöhter Temperatur des gesunden Menschen (Vers. 30 u. 32) parallel mit der Stoffwechseländerung erscheint¹⁾). Ebenso erinnert die interessante Thatsache, dass Frauen, wie aus den Tabellen im vorausgehen den Capitel ersichtlich, eine durchschnittlich kleinere Strahlungsintensität aufweisen als Männer, dass Kinder eine relativ grössere als Erwachsene darbieten, und dass unter den letzteren junge kräftige Personen grössere Strahlungsintensität haben als alte und schwächliche Individuen, an die ganz analogen Verhältnisse des Stoffwechsels in Bezug auf Alter, Geschlecht und Constitution²⁾.

Auch nach angestrengter Muskelthätigkeit, wo bekanntlich ebenfalls eine Steigerung des Stoffwechsels, besonders der CO₂-Ausscheidung stattfindet, sahen wir eine beträchtliche Zunahme der Strahlungsintensität der Haut, wie aus folgenden Beispielen ersichtlich.

60. Einfluss der Muskelthätigkeit. J. B., 44jähriger Mann. Beide Arme 10 Minuten lang methodisch bewegt.

	Vorher	Nachher	20 Min. später
	S	S	S
Biceps rechts	64	81	119
- links	94	94	102
Triceps rechts	52	63	91
- links	61	80	88
Unterarm dorsal rechts	55	57	69
- - links .	60	70	76
- volar rechts .	52	64	69
- - links .	55,5	60	73.

¹⁾ Vergl. Voit, I. c. S. 216.

²⁾ Vergl. Hermann, Lehrb. d. Phys. 1886. S. 213 und Zunz, Phys. d. Gaswechsels in Hermann's Handb. Bd. IV. Abth. 2. S. 143.

Dass die Zunahme der Wärmestrahlung wirklich eine Folge der Muskelanstrengung ist, beweist folgender Versuch, bei welchem nur der eine Arm thätig war, während der andere ruhig blieb. Der Vergleich der Wärmestrahlung beider Arme zeigt eine Zunahme der Strahlungsintensität nur am angestrengten Arme.

61. D. B., 22jähriger Mann. Nur der linke Arm methodisch bewegt und die Wärmestrahlung beider Arme vorher und nachher verglichen.

Rechter Arm ruhig. Linker Arm angestrengt.

	Vorher	Nachher		Vorher	Nachher
	S	S		S	S
Biceps	99	102,5	Biceps	99	112
Triceps	89	92	Triceps	84	94
Unterarm dorsal .	64	61	Unterarm dorsal .	65,5	83
- - - - - volar .	65	66	- - - - - volar .	66	84.

Alle diese Beobachtungen, bei welchen wir überall da, wo eine Steigerung des Stoffwechsels stattfindet, auch eine grössere Wärmestrahlung sahen, berechtigen uns zu der Annahme, dass auch die im Capitel VI. mitgetheilten Differenzen der Anfangsgrösse der Strahlungsintensität einer und derselben Person bei gleicher Zimmertemperatur an verschiedenen Tagen (Versuche 32—39) so wie die Unregelmässigkeiten der Strahlungsgrösse bei verschiedenen Temperaturen der Umgebung in Bezug auf die Temperaturdifferenzen (Vers. 40—45) sehr wahrscheinlich durch den verschiedenen jeweiligen Stoffumsatz der Untersuchungspersonen an den betreffenden Tagen sich erklären lassen. Die Ursachen aber, welche die Grösse des Stoffumsatzes bedingen, sind äusserst zahlreich, denn nicht nur jede Änderung der Speise und geringfügige körperliche Bewegungen beeinflussen den Stoffwechsel, sondern jede Reizung der Sinnesnerven, ja nur das blosse Aufnehmen von sinnlichen Eindrücken wirkt schon auf denselben¹⁾ ein.

Es wäre indessen ganz unrichtig das Zusammentreffen der vermehrten Wärmestrahlung mit der Steigerung des Stoffwechsels in allen oben erwähnten Fällen so aufzufassen, dass es eben die während des gesteigerten Stoffwechsels sich bildende grössere

¹⁾ Pettenkofer und Voit, Sitzungsberichte der Bayrischen Akademie. 1866.

Wärmemenge ist, welche gleichzeitig ausstrahlt. Denn abgesehen davon, dass, wie ich schon oben bemerkte, die Zunahme der Wärmestrahlung in den meisten Fällen in gar keinem Verhältnisse zu der Körpertemperatur und überhaupt zu der möglichen Wärmebildung in Folge des vermehrten Stoffumsatzes steht, und dass man sich die gleichzeitige Abnahme der Körpertemperatur nicht erklären kann, so beweist namentlich die Zunahme der Wärmestrahlung nach dem Gebrauche von Antipyretica, z. B. von Antipyrin (Vers. 21), welche, wie die Untersuchungen von Müller und Engel¹⁾, Umbach²⁾, Maragliono³⁾ und Wiczkowski⁴⁾ zugleich mit der Temperatur auch den Stoffwechsel und zwar beim fiebernden wie auch beim gesunden Menschen bedeutend herabsetzt, dass die vermehrte Wärmestrahlung keineswegs nur auf Kosten der sich momentan bildenden Wärmemenge geschieht. Noch deutlicher zeigt sich die Unabhängigkeit der Wärmestrahlung von der gleichzeitigen Wärme production bei der Einwirkung von Antipyretica auf fiebernde Personen. Trotz der Erhöhung der Körpertemperatur bezw. der Wärme production und des Stoffumsatzes⁵⁾ ist die Wärmestrahlung im Fieber eher kleiner als normal, dagegen nimmt die Wärmestrahlung ungemein zu, sobald ein Antipyreticum eingewirkt hat, wobei der Stoffwechsel, wie schon erwähnt, vermindert wird. Ich werde in einer nächsten Publication unserer zahlreichen Untersuchungen über die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers im kranken Zustande und bei fiebernden Personen ausführlich mittheilen.

Hier möge nur ein Beispiel zur Erläuterung des Gesagten Platz greifen:

¹⁾ Engel, Mittheilungen aus der medic. Klinik zu Würzburg. 1836. Bd. II. S. 123 ff.

²⁾ Umbach, Arch. f. Pathologie u. Pharmakologie. XXI. 1886. S. 161. Schmidt's Jahrb. Bd. 210.

³⁾ Maragliono, Centralblatt für die medicin. Wissenschaften. 1885. No. 46.

⁴⁾ Wiczkowski, Dóswiadczenia nad Antipyryinem. Krakau 1885.

⁵⁾ Vergl. Liebermeister, Pathologie und Therapie des Fiebers. 1875. S. 310. — Voit in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. VI. S. 232. 1881.

62. M. S., 22jähriges Mädchen, Phthisis pulmonem febrilis. Temperatur in der Achselhöhle 38,3°, Zimmertemperatur 10°. Vergleich der Wärmestrahlung vor und nach dem Gebrauche von Antipyrin.

	1 Stunde	2 Stunden nach dem Gebrauche von 4 g Antipyrin
Temp. in der Achselhöhle:	38,3°	37,6°
	S	S
Wange rechts	57	98
- links	62	124
Pectoralis rechts	67	102
- links	74	112
Fossa infraspinata. rechts .	65	107
- - - links	63	108
Triceps rechts	58	91
- links	58	112
Unterarm volar rechts . .	57	103
- - - links	53	142
Oberschenkel vorn rechts .	62	130
- - - links	74	131,5
Wade rechts	61	115
- links	58	106
		120.

Eine ähnliche Vermehrung der Wärmestrahlung sahen wir auch nach dem Gebrauche von Kairin, Thalin, Salicylsäure und Chinin bei Fiebernden, obwohl fast alle diese Mittel nach den Angaben vieler Forscher den Stoffumsatz herabsetzen. Diese Thatsachen zwingen uns zu der Annahme, dass auch bei Einwirkung der Kälte es nicht die durch den vermehrten Stoffwechsel sich bildende Wärme ist, welche allein die Zunahme der Wärmestrahlung ausmacht.

Ebensowenig darf man bei der Kältewirkung an eine vermehrte Wärmeabgabe durch Leitung mittelst der in grösserer Menge ausströmenden CO₂ denken, da wir ja bei dem Gebrauche von Antipyretica eine vermehrte Wärmeabgabe constatiren, obwohl die CO₂-Ausscheidung vermindert ist. Uebrigens ist das Wärmeleitungsvermögen der Kohlensäure nach den Untersuchungen von Magnus¹⁾ und Narr²⁾ noch viel kleiner als das der Luft.

Andererseits aber zeigt uns die vermehrte Wärmeabgabe bei Abkühlung des Körpers, bei welcher ja die Blutgefäße contrahirt sind und die Temperaturdifferenz zwischen Körper und

¹⁾ Magnus, Poggend. Annalen Bd. CXII.

²⁾ Narr, Ibid. Bd. CXLII.

Luft vermindert ist, dass wir die zunehmende Wärmeabgabe nach dem Gebrauche von Antipyretica keineswegs, wie es einige Autoren versucht haben, durch die sich einstellende Dilatation und starke Füllung der Hautgefässe, d. h. lediglich durch Vergrösserung der Temperaturdifferenz usw zu erklären berechtigt sind. In der That aber wächst die Zunahme der Wärmestrahlung mit der Abnahme der Körpertemperatur, also trotz der Verminderung der Temperaturdifferenz, wie auch aus dem eben angeführten Versuche mit Antipyrin bei einem Fiebernden ersichtlich ist, und wie wir es in allen unseren bezüglichen zahlreichen Versuchen ausnahmslos constatiren konnten.

Einen weiteren Beleg dafür, dass die Wärmestrahlung der menschlichen Haut nicht wesentlich von den momentanen Temperaturdifferenzen abhängt, zeigt das Verhalten der Wärmestrahlung bei oberflächlichen Entzündungen. Die entzündeten und höher temperirten Stellen strahlen meist weniger Wärme aus als die normale Haut. Schon Prof. Eichhorst führte in seinem oben angeführten Vortrage in der letzten Versammlung der deutschen Naturforscher über diese unsere Untersuchungen ein Beispiel von einer acuten Epididymitis an, in welchem die höher temperirte Seite des Scrotums bedeutend weniger Wärme aussstrahlte (ca. $\frac{1}{2}$) als die andere niedriger temperirte Seite. Ich will hier noch ein zweites Beispiel hinzufügen.

Von der hiesigen Chirurgischen Klinik wurde uns am 2. März 1885 ein 7jähriges Mädchen mit ausgedehntem Lymphom an der linken Halsseite zur Untersuchung der Wärmestrahlung des sich ausserordentlich heiss anfühlenden Tumors, freundlichst zugeführt. Man erwartete mit Zuversicht eine ebenso grosse Wärmestrahlung von dieser Stelle. Die genaue Messung der Strahlungsintensität der gesammten Haut über dem Tumor und an normalen Stellen mit unserem Radiometer, ergab jedoch eine Verminderung der Wärmestrahlung von der Oberfläche des Tumors im Vergleich mit den normalen Hautpartien um $\frac{1}{2}$.

Ich bin indessen weit davon entfernt, den Einfluss der Gefässdilatation und des vermehrten Blutzufusses an die Körperperipherie auf die Wärmeabgabe der Oberfläche zu leugnen, nur beruht die Wirkung nicht, wie man bis jetzt allgemein annahm,

lediglich auf dem angestrebten Ausgleich der Temperaturdifferenz zwischen der durch das hinzuströmende Blut starke Wärmezufuhr erhaltenden Haut und der umgebenden Luft, sondern ebenfalls auf der gleichzeitig erfolgenden Vergrösserung der Strahlungsintensität der Haut in Folge der eintretenden Veränderung der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Gewebes.

Folgender Beleg möge noch das eben Gesagte begründen:

63. Einfluss der durch Reibung erzeugten Hyperämie der Haut auf die Strahlungsintensität.

Derselbe Mann wie in Versuch 1 und 2.

Nachdem der Gang der Wärmestrahlung an dem Musculus pectoralis major dextr. bei entblößtem Oberkörper eine Stunde lang verfolgt wurde, wobei die Strahlungsintensität von 96 auf 184 gestiegen war (Vers. 2), wurde dieselbe Hautstelle mit einem Tuche roth gerieben und darauf der Gang der Strahlung weiter beobachtet.

$$T = 16,5^{\circ}$$

Musc. pectoralis major dextr.

	S		S
11 Uhr 21 Min.	134	11 Uhr 50 Min.	125
23 -	134	Die letzten Spuren von Röthe sind	
Die Haut wird roth gerieben.		verschwunden, starke Contraction der	
11 Uhr 25 Min.	143	Hautmuskeln, lebhafte Gänsehaut.	
27 -	147	11 Uhr 52 Min.	130
30 -	154	54 -	133
31 -	169	56 -	137
Die Haut erblasst.		58 -	138
11 Uhr 35 Min.	146	12 Uhr 3 -	147
Das Erblassen nimmt rasch zu.		4 -	147
11 Uhr 38 Min.	132	6 -	138
42 -	132	8 -	138
Die Röthe kaum zu erkennen.		9 -	138
11 Uhr 43 Min.	112	10 -	138
46 -	120	12 -	136
47 -	121	13 -	138.

Wir sehen also hier eine bedeutende Zunahme der Wärmestrahlung während der bestehenden Röthe der Haut (11 Uhr 25 Min. bis 11 Uhr 35 Min.). Dass dies wirklich eine Folge der Vergrösserung des Strahlungsvermögens der Haut ist und nicht der etwaigen Vergrösserung der Temperaturdifferenz, beweist schon die Grösse der Zunahme der Strahlungsintensität (134—169 also mehr als ein $\frac{1}{2}$), was eine Temperaturerhöhung

der Haut um mindestens 5° voraussetzt, da ja die Temperatur der Umgebung während des Versuches nicht abgenommen, sondern noch etwas zugenommen hat. Freilich hat hier auch der mechanische Reiz der Reibung an und für sich zur Steigerung des Strahlungsvermögens beigetragen, aber die starke Zunahme der Wärmestrahlung während der Hyperämie und die rasche Abnahme derselben beim Erblassen der Haut zeigt in der That sehr deutlich, dass eine reichlichere Blutzufuhr in das Hautgewebe dessen Strahlungsvermögen vergrössert.

Da nun auch dieser Factor des Strahlungsvermögens der Haut ein sehr variabler, weil die Blutcirculation durch verschiedene Umstände beeinflusst werden kann, so hätten wir hiermit noch eine weitere Erklärung für die im Capitel VI. mitgetheilten Unregelmässigkeiten der Strahlungsintensität, bei einer und derselben Person bei gleichen und verschiedenen Zimmertemperaturen.

Und somit gelangen wir zum Schlusse, dass in allen Fällen, in welchen eine Steigerung der Strahlungsintensität der menschlichen Haut stattfindet, es hauptsächlich eine Veränderung der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Gewebes ist, welche das Strahlungsvermögen derselben vergrössert; die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche des Körpers und der Umgebungsluft spielt hier, im Gegensatz dazu, wie es bei den leblosen Körpern der Fall ist, eine ganz untergeordnete Rolle. Bei mässiger Abkühlung des Körpers in der Luft (Versuche 1—8) wird der normale Tonus der Haut durch Reizung der peripherischen Nerven geändert, indem sich allmähliche Contractionen der Muskelfasern und der Hautgefässe einstellen; während dieses Vorganges, bei welchem zugleich auch der Stoffumsatz beschleunigt ist, nimmt das Strahlungsvermögen des Gewebes zu. Bei sehr starker Abkühlung, wo die Contraction der Haut ihr Maximum erreicht hat und keine molekularen Bewegungen mehr stattfinden, ist das Strahlungsvermögen der Haut kleiner als normal (Vers. 22—25, zweite Zahlenreihe), und erst beim Nachlass der Contraction (Dilatation der Hautgefässe), wobei wiederum eine molekulare Bewegung im Gewebe hervorgerufen wird, steigt auch das Strahlungsver-

mögen der Haut (Vers. 22—25, dritte Zahlenreihe). Nach einem mässig kalten Bade lassen die Contractionen rasch nach und in Folge dessen nimmt auch sogleich das Strahlungsvermögen der Haut zu (Vers. 16—20). In ähnlicher Weise geschieht auch die Vergrösserung des Strahlungsvermögens nach Muskelanstrengung, wobei ebenfalls physikalische und chemische Veränderungen im Gewebe vor sich gehen.

Beim Gebrauch von Antipyrin wird auch beim gesunden Menschen (Vers. 21) ebenfalls der normale „Tonus“ der Haut durch Einfluss des Nervensystems geändert, wofür die von Maragliano (l. c.) nachgewiesene Dilatation der Hautgefässe spricht und daher die Zunahme des Strahlungsvermögens, so lange die molecularen Bewegungen im Gewebe gross sind. Im Fieber ist der „Tonus“ der Haut so „eingestellt“, wie auch die bestehende Contraction der Hautgefässe (Maragliano l. c.) beweist, dass trotz des vermehrten Stoffwechsels im Innern des Körpers und der vergrösserten Temperaturdifferenz das Strahlungsvermögen eher kleiner ist als normal. Die Wirkung des Antipyrins bei Fiebernden (Vers. 62) erscheint daher noch energischer als bei gesunden. In ähnlicher Weise wie Antipyrin wirken auch die anderen Antiphlogistica auf die Wärmestrahlung. Dass in allen Fällen, in welchen eine Erweiterung der Gefässe stattfindet, auch der Blutreichthum des Gewebes zur Vermehrung seines Strahlungsvermögens beiträgt, ist sehr wahrscheinlich, doch beweist die Zunahme des Strahlungsvermögens während der Kältewirkung (Vers. 1—8), bei welcher eine Contraction der Gefässe vor sich geht, dass es hauptsächlich die lebhaftere molekulare Bewegung im Gewebe ist, welche die Zunahme des Strahlungsvermögens bedingt.

Dass nun auch andere Hautreize das Strahlungsvermögen der Haut steigern können, erscheint nach dem Gesagten ganz natürlich. Ich führe hier nur ein Beispiel an, welches zugleich zeigt, dass nicht nur das Strahlungsvermögen der direct gereizten Hautstellen, sondern auch das der benachbarten und sogar entfernteren Partien zunimmt. Die Fernwirkung des Reizes auf die Wärmestrahlung der Haut beweist aber, was wir auch schon beim Kältereiz bemerkten im Vers. 20, 28 und 29, dass die Zunahme der Strahlungsintensität in diesem Falle nicht

lediglich dem Strahlungsvermögen der auf die Haut aufgetragenen Substanz (Jodtinctur) zuzuschreiben sei, da sonst die Strahlungsintensität der unberührten Hautstellen ganz unverändert bleiben müsste.

64. C. W., 29jähriger Mann. T = 12° R. Angekleidet.

Es wird die rechte Mamilla und der linke Unterarm mit Jodtinctur leicht angestrichen und die Wärmestrahlung beider Mamillen und beider Unterarme vorher und nachher gemessen.

	Vorher	Nachher	10 Min. später
	S	S	S
Mamilla rechts . . .	51,5	82	88
- links . . .	51	64	71
Unterarm dorsal rechts .	37,5	46	58
- - links .	39	60	72.

Auch indifferente Mittel, wie beispielsweise Vaseline vergrössern das Strahlungsvermögen der bestrichenen und der benachbarten Hautpartien.

Es sei mir noch die Bemerkung gestattet, dass die bekannte Thatsache des Sinkens der Körpertemperatur bis zum Tode bei gefirnißsten (rasirten) Thieren, so wie bei ausgedehnten Verbrennungen der Haut, dessen Ursache Laskewitsch¹⁾ beziehungsweise Falk²⁾ lediglich in der vermehrten Wärmeabgabe durch die vergrösserte Temperaturdifferenz zwischen der Körperoberfläche und der Umgebung in Folge einer Erweiterung der Hautgefässe zu finden glaubten, nach dem Vor ausgehenden ebenfalls durch eine Zunahme des Strahlungsvermögens der Oberfläche in Folge der Veränderung ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit, sich wohl eher erklären lässt.

Resumé:

1) Das Strahlungsvermögen der menschlichen Haut nimmt während der Einwirkung von kühler Luft, so wie nach einem mässig kalten oder warmen Bade bis zum Drei- und Vierfachen seiner Anfangsgrösse zu. Eine etwas kleinere Zunahme des Strahlungsvermögens der Haut geschieht nach Muskelanstrengungen und nach Rei-

¹⁾ Laskewitsch, Arch. f. Anat. u. Physiologie. 1868. S. 61.

²⁾ Falk, Arch. f. Pathologische Anat. Bd. LIII. S. 27.

zung der Haut durch Reiben oder mittelst verschiedener Substanzen.

2) Nach einer sehr starken Wärmeentziehung wird das Strahlungsvermögen der Haut eine Zeit lang sehr klein und steigt dann allmählich.

3) Nach dem innerlichen Gebrauch von Antipyretica wächst die Zunahme des Strahlungsvermögens mit der Abnahme der Körpertemperatur bei gesunden und fiebernden Personen.

4) Als Ursache der Zunahme, so wie der Abnahme des Strahlungsvermögens ist eine unter dem Einfluss des Nervensystems eintretende Veränderung der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Gewebes am Wahrscheinlichsten.

5) Die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung ist von keinem wesentlichen Einfluss auf die Wärmestrahlung der Haut; die Hauptsache ist hier das jeweilige Strahlungsvermögen der letzteren.

6) Bei Männern ist die Strahlungsintensität der Haut grösser als bei Frauen, bei Kindern relativ grösser als bei Erwachsenen; bei jüngeren und kräftigen Personen grösser als bei älteren und schwächlichen Individuen.

7) An symmetrischen Stellen des Körpers ist die Strahlungsintensität meist gleich, doch giebt es oft auch merkliche Abweichungen.

8) Das Strahlungsvermögen der gewöhnlich unbedeckten Hautstellen (Hände und Gesicht) ist kleiner und constanter, als dasjenige anderer Körpertheile, mit Ausnahme der Füsse.

9) Die Wärmemenge, welche ein kräftiger Mann bei mittlerer Zimmertemperatur von 1 qcm Körperoberfläche in 1 Secunde ausstrahlt, ist durchschnittlich annähernd gleich 0,001 g-Calorien, was für den ganzen Körper (82 kg mit 20000 qcm Oberfläche gerechnet) in 24 Stunden rund 1,700000 g-Calorien ausmacht.