

## XIX.

**Untersuchungen über die Wärmequantität, welche im Süsswasser-, Kochsalzwasser- und kohlensäurehaltigen Wasserbade vom Badenden abgegeben resp. producirt wird, mit besonderer Berücksichtigung der Eigenwärme des Organismus an centralen und peripherischen Regionen.**

Von Dr. Johannes Jacob,  
Badearzt in Cudowa, Prov. Schlesien.

(Hierzu Taf. V.)

---

Im Sommer 1869 wurde von mir eine Reihe von Versuchen angestellt, welche den Zweck hatten, 1) festzustellen, welchen Einfluss kohlensäure Wasserbäder von verschiedener Temperatur auf die Temperatur eines Körpertheils von constanter Wärme, der der directen Abkühlung durch's Bad nicht ausgesetzt ist, ausüben, 2) die Wärmequantitäten zu bestimmen, welche vom Körper an solche Bäder abgegeben resp. von ihm producirt werden <sup>1)</sup>).

Die Methode zur quantitativen Wärmebestimmung wurde basirt auf folgende Betrachtung: Das Badewasser, höher temperirt als die umgebende Luft, verliert in bestimmten Zeiten eine gewisse Quantität Wärme, während des Badens aber gewinnt dasselbe vom Körper eine gewisse Wärmequantität, welche in dem weniger starken Fallen oder sogar dem Steigen des Badewassers ihren Ausdruck findet. Die Differenz der Wärmeverluste des unbenutzt gebliebenen und des zum Baden benutzten Badewassers resp. die Summe des Wärmeverlustes des unbenutzt gebliebenen und des Wärmegewinnes des benutzten Badewassers ergiebt die vom Körper an's Bad abgegebene Wärmequantität.

Bei einem Bade, welches kühler ist als die umgebende Luft, erfährt man die durch den Körper an's Bad abgegebene Wärme-

<sup>1)</sup> Die damaligen Resultate sind mitgetheilt in meiner Schrift: Grundzüge der rationellen Balneotherapie nebst einem Anhang über Cudowa. Berlin 1870. Ch. F. Enslin.

quantität, indem man die durch die Luft dem Bade mitgetheilte Wärmequantität von der beobachteten Gesamtterhöhung der Badewärme subtrahirt.

Gegenüber einer constanten, einer gleichmässig steigenden, oder fallenden Lufttemperatur verliert ein mehr als luftwarmes Bad einen von Anfang bis Ende des Bades gleichmässig sich mindern- oder mehrenden Bruchtheil seiner Wärmemenge. Dasselbe gilt für eine gleichmässig abnehmende Wärmequelle, welche, wie der menschliche Organismus, in's Bad verlegt, dessen Temperatur um einen in jeder Zeiteinheit sich mindernden Bruchtheil erhöht. Für meine Versuche wenigstens hat sich dies so herausgestellt, wenn auch Liebermeister nach den ersten 8—20 Minuten eine gleichmässig stattfindende Wärmeabgabe gefunden hat.

Das Mittel aus Anfangs- und Schlussgeschwindigkeit der Abkühlung innerhalb einer Zeiteinheit ergibt den mittleren Wärmeverlust.

Während der Badedauer ist es unmöglich, absolut richtige Temperaturmessungen zu machen, man muss daher die Temperatur des Bades kurz vor und nach dem Experiment feststellen, um eine annähernde Anfangs- und Endtemperatur zu erlangen. Da die Differenz der Wärmeverluste zweier aufeinander folgender Minuten bei derartigen Versuchen unendlich klein ist, so können wir den eine Minute vor und eine Minute nach dem Bade beobachteten Wärmeverlust als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des Wärmeverlustes des Bades betrachten und sind damit die schwierigsten Factoren zur Berechnung der vom Körper an's Bad abgegebenen Wärmequantität gegeben.

Dieselbe Methode hat im Wesentlichen schon Liebermeister angewendet (Archiv von Reichert und Dubois 1860, S. 589—623). Sie leidet indess an einem für seine Zwecke nicht bedeutenden, für uns aber wesentlichen Fehler. Bei denjenigen Bädern nemlich, welche um mehrere Grade wärmer waren als die umgebende Luft, stellte sich heraus, dass der Gesamtwärmeverlust des Bades zuweilen grösser war als derjenige, welcher durch die Berechnung der Anfangs- und Endgeschwindigkeit gefunden wurde. Obwohl das Bad am Ende niedriger temperirt war, als am Anfange, so war doch der Wärmeverlust des Bades unmittelbar nach dem Aussteigen so erheblich grösser als der Wärmeverlust vor Beginn des Bades, dass man über die Ursache dieser auffallenden Erscheinung nicht

zweifelhaft sein konnte. Die durch die Athembewegung, das Ein- und Aussteigen hervorgerufene Wellenbewegung des Badewassers vergrösserte die mit der abkühlenden Luft in Berührung befindliche Oberfläche des Badewassers in einer Weise, die eine gleichmässige Wärmeabgabe des Badewassers vor, während und nach dem Bade unmöglich machen musste. Dieser Fehler der ungleichmässigen Abkühlung, welcher aus der Bewegung des Wassers entsprang, konnte, wie der Versuch nachträglich bestätigte, dadurch eliminiert werden, dass die Wasser- und Lufttemperatur bis auf einen halben bis ganzen Grad Differenz einander angenähert wurden. Liebermeister aber hat zuweilen Differenzen zwischen Luft und Badewasser von  $5^{\circ}$  C. und das muss eine geringere als wirklich vom Körper abgegebene Wärmemenge bedingt haben.

Einen zweiten Vorwurf macht Winternitz den Liebermeister'schen Versuchen, welcher auf den ersten Anschein auch die unseren trifft, durch die Art unserer Versuche aber ausgeschlossen ist. Winternitz weist nach (Wiener medicinische Jahrbücher 1871, 1. Band S. 180), dass in einem Bade von  $29^{\circ}$  C. bei einer Lufttemperatur von  $15^{\circ}$  C. das Wasser trotz lebhaften Umrührens während mehrerer Minuten in den oberen, mittleren und unteren Schichten eine um mehrere Zehntelgrade verschiedene Temperatur zeigt und schliesst mit Recht hieraus, dass unter solchen Bedingungen eine Bestimmung der vom Körper an's Wasser abgegebenen Wärmequantität unmöglich ist. Indess hat Liebermeister seine Versuche nicht unter so abnormen Differenzen zwischen Luft und Wasser gemacht. Dieselben betragen bei ihm 0,5 bis  $5,0^{\circ}$  C. Ich will nicht bestreiten, dass unter der letzteren Differenz möglicherweise auch Temperaturdifferenzen in verschiedenen Schichten des Badewassers von Hundertstelgraden vorkommen können trotz lebhaften Umrührens; indess müsste dies erst in derselben Weise von Winternitz erwiesen werden. Für meine Versuche, in denen die Luft- und Badetemperatur höchstens um  $0,5^{\circ}$  C. von einander abweichen, kann ich dies nicht zugeben. Wenigstens haben die oberen und mittleren Wasserschichten niemals eine Differenz nachweisen lassen. Ferner habe ich zum Ueberfluss in den meisten meiner Versuche die Lufttemperatur durch Heizung mit der Badetemperatur vor, während und nach dem Bade so auf gleicher Höhe zu halten vermocht, dass 10 Minuten vor und nach dem Bade meist

gar kein Verlust oder Gewinn an Wärme des Badewassers durch das lebhafteste Umrühren entstand. Die nun folgenden Versuche wurden im Spätsommer 1870 angestellt. Das Zimmer wurde zuvor durch Heizung auf die Temperatur gebracht, welche das Badewasser haben sollte. Die zu verwendende Quantität des Badewassers wurde genau abgemessen, das Körpergewicht des zu verwendenden Individuums jedesmal festgestellt und das Individuum bis zur Fossa jugularis eingetaucht. Daraus würden wir nun nicht die vom ganzen Körper an's Bad abgegebene Wärmequantität erfahren, da aber immer derselbe Körperabschnitt vom Bade ausgeschlossen ist, da er sich bei allen Badeversuchen der verschiedensten Temperatur in seiner Wärmeabgabe zu der vom übrigen Körper abgegebenen Wärmequantität ganz gleich verhalten müsste, wenn er selbst mit untergetaucht wäre, so konnte der Fehler dadurch festgestellt werden, dass ein einziger Versuch mit dem bis auf die Respirationsöffnungen ganz untergetauchten Körper angestellt und nun das Verhältniss festgestellt wurde, in welchem die jetzt mehr abgegebene Wärmequantität zu derjenigen stand, welche von einem sonst ganz gleichbeschaffenen Bade dem nur bis zur Fossa jugularis eingetauchten Körper entzogen wurde.

Daher sind die Versuche auch für die Feststellung der Gesamtwärmeabgabe resp. Wärmeproduction des menschlichen Körpers im Bade vollkommen verwerthbar, soweit sich im Uebrigen die Methode als ausreichend erweist.

Es sind diese Versuche, Bäder von Süsswasser, Kochsalzwasser und kohlensäurehaltigen resp. Cudowaer Mineralwasser, dazu bestimmt, durch Verwendung ein und desselben Individuums und des gleichen Wärmegrades und sonstiger annähernd gleicher Bedingungen festzustellen, ob diese verschiedenen Mineralwässer eine verschiedene Kraft besitzen, dem Körper Wärme zu entziehen resp. ihn zur Wärmeproduction anzuregen. Die Versuche werden jetzt zeigen, in wie weit uns dies gelungen ist.

Aus der Verwendung des Mineralwassers, welches ein Untertauchen des Körpers bis auf Nase und Mund nicht zulässt, ohne Erstickungsgefahr zu bedingen oder durch massenhafte Inspiration von  $\text{CO}_2$  die Versuchsbedingungen ungleichartig zu machen, erklärt sich, warum bei diesen Versuchen der Körper nur bis zur Fossa jugularis eingetaucht wurde.

Auf die ausführliche Mittheilung dieser so schwierigen Versuche verzichte ich, weil die Methode, so sehr sie auch verbessert ist, nicht wesentlich neu ist. Nur habe ich in den nächstfolgenden Versuchen stets vor dem Bade und während desselben die Mundwärme controlirt und dies hat zu Resultaten geführt, welche zwar nicht überraschen können, dennoch aber durch den wirklichen Nachweis von Interesse und für vergleichende Untersuchungen dieser Art von Wichtigkeit sind.

Ich stelle nun in der folgenden Tabelle die Resultate zusammen.

		Anfangstemp. des Bades.	Dauer	Wärmege- winn.	Anfangs- wärme des	End- wärmes des	Differenz beider.
					Mundes.	Mundes.	
Sw.	1.	24,83° C.	20 Min.	178,3 Kg. W.E.	37,9 °C.	37,3 °C.	0,6 °C.
Mw.	2.	24,88 - - -	- - -	158,4 -	37,5 -	36,9 -	0,6 -
Sw.	3.	24,92 - 25 -	- - -	188,12 -	37,2 -	37,1 -	0,1 -
Mw.	4.	24,83 - - -	- - -	178,3 -	37,2 -	36,84 -	0,36 -
Mw.	5.	25,12 - - -	- - -	171,12 -	37,4 -	36,86 -	0,54 -
Mw.	6.	24,73 - - -	- - -	179,6 -	fällt aus		
Mw.	7.	24,60 - - -	- - -	176,8 -	37,3 -	36,85 -	0,45 -
Ksw.	8.	24,82 - - -	- - -	181,0 -	37,24 -	36,86 -	0,38 -
Ksw.	9.	24,70 - - -	- - -	182,47 -	37,36 -	37,1 -	0,26 -
Ksw.	10.	24,72 <sup>1)</sup> - - -	- - -	199,58 -	37,42 -	36,46 -	0,96 -

Die letzten beiden Versuche sind einige Minuten nach 12 Uhr Mittags, die übrigen um 11 Uhr 30 Minuten vorgenommen, nachdem der Mann um 8 Uhr sein aus Brod und Kaffee bestehendes Frühstück eingenommen hatte. Das Gewicht des Mannes war constant 61,25 Kg., die zum Bade verwendete Wassermenge betrug 285,12 Kg. Sw. = Süßwasser, Mw. = kohlensaures Mineralwasser, Ksw. = Kochsalzwasser von 4,4° Kochsalzgehalt. Die Hundertstelgrade werden abgeschätzt und es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dabei zuweilen ein Irrthum von 0,01° C. untergelaufen ist; es muss also zugegeben werden, dass die Resultate um 2,8 d. i. nahezu 3 WE zu hoch oder zu niedrig sein können.

In Versuch 1 und 2 hat der Mann vor dem Eintritt in's Bad etwa 30 Minuten nackt in der mit dem Badewasser gleichwarmen Zimmerluft verweilt, in den übrigen war er bekleidet bis unmittelbar zum Beginn des Bades. Vor Versuch 1 hatte er 32 Kannen Wasser etwa 1½ Fuss gehoben und 5 Schritt weit getragen. Dadurch war

<sup>1)</sup> Körper bis auf die Respirationsöffnungen untergetaucht.

30 Minuten nach Beendigung der Arbeit die Mundwärme noch  $0,4^{\circ}\text{C}$ . höher als zur selben Zeit am folgenden Tage ohne vorangegangene Arbeit. In Versuch 1 sind 20 WE mehr an's Bad abgegeben worden als in Versuch 2; in Versuch 3 etwa 10 WE mehr als in Versuch 4, 6 und 8 und 6—7 WE mehr als in Versuch 8 und 9. Da Versuch 4, 6 und 7 in maximo nur um 2,8 WE differiren, Versuch 5 aber aus dem Vergleich ausgeschlossen ist, weil sein Wasser um  $0,3$  bis  $0,5^{\circ}\text{C}$ . wärmer ist als das der übrigen hier angezogenen Versuche, so lässt sich wohl die Zuverlässigkeit der Methode bis auf den theoretisch angenommenen Fehler von 2,8 WE wohl auch als practisch bestätigt ansehen. Wir müssen daher annehmen, dass mit Vorbehalt anderer noch unbekannter Fehlerquellen, welche vielleicht im Gasgehalt des Mineralwassers liegen, das Süsswasser von  $24,9^{\circ}\text{C}$ . dem Körper unseres Individuums in minimo 8,5 WE mehr entzieht als das Mineralwasser von gleicher, ja bis  $0,3^{\circ}\text{C}$ . geringerer Wärme. Das können wir um so mehr sagen, als die Mundwärme in diesen Versuchen gleich ist und nur zu Gunsten des Mineralwassers (um  $0,1$  bis  $0,2^{\circ}\text{C}$ .) zweimal wärmer ist.

Die resorbierte  $\text{CO}_2$  befindet sich im Wasser als Flüssigkeit und bildet mit diesem eine Lösung. Die Wärmecapacität dieser Lösung ist jedenfalls analog den Salzlösungen eine andere als die des gemeinen Wassers. Es existiren aber hierüber keine Untersuchungen und wäre eine solche sehr erwünscht. Man könnte von vornherein vermuthen, dass die Capacität einer Kohlensäurelösung gleich der Capacität der Summe beider Körper wäre, wenn die Untersuchungen anderer Lösungen nicht das Unzutreffende einer solchen Annahme gelehrt hätten. Man würde bei der Richtigkeit solcher Annahme die Capacität der mit Kohlensäure gesättigten Lösung gleich  $1 + 0,3308$  setzen können. Es würde also bei gleicher Wärmezunahme ein kohlen-saures Bad  $\frac{1}{3}$  mehr Wärme latent gemacht haben als ein Süsswasserbad.

In unseren Versuchen scheidet sich aber die gelöste  $\text{CO}_2$  fortwährend in Blasen als Gas besonders auf der Körperoberfläche und an den Wänden der Wanne ab und entweicht continüirlich in die Luft. Dieses freie Gas nimmt nun unbedingt die ihm gebührende Wärmequantität an sich und wenn das resorbierte Gas während des Bades allmählich und gleichmässig und vollständig bis zum Schluss frei würde, und was beinahe zutrifft, ebenso gleichmässig und bis

zu Ende vollständig in die Luft entwichen wäre, so würde die von einem mit  $\text{CO}_2$  gesättigten Bade resorbierte Wärmequantität gleich  $1 + \frac{0,3308}{2}$  zu setzen sein. Es wird demnach das Mineralbad bei gleicher Wärmezunahme ein Sechstel mehr Wärme gewinnen als das Süßwasserbad resp. dem Badenden entziehen.

Trotzdem nun kein stringenter experimenteller Beweis vorliegt, so können wir doch den Satz als höchst wahrscheinlich aufstellen, dass das kohlensaure Wasserbad dem Körper mehr Wärme entzieht als das Süßwasserbad, weil beide Bäder bei den Versuchen nahezu gleichviel Wärme gewinnen und die Capacität des freien Gases dem des Wassers zu addiren ist.  $\text{NaCl}$  hat eine spezifische Wärme von 0,219. Unsere Kochsalzbäder enthalten 4,4 pCt. oder 12,5444 Kg.  $\text{NaCl}$ , diese repräsentiren an Wärmecapacität 2,747136 Kg. Wasser, also auf  $0,6^\circ \text{C.}$  erwärmt 1,64828 WE.

Vergleichen wir nun die Kochsalzbäder 8 und 9 mit den vorangehenden, so ergibt sich, dass sie 6—7 WE weniger entzogen haben als das Süßwasserbad und 2—5 WE mehr als das kohlensaure Bad. Die vom Kochsalz latent gemachten WE würden allerdings die Differenz mit dem Süßwasser um ein Weniges vermindern. Dagegen würden dem Mineralwasser gegenüber die 2—5 WE, um 1,6 WE vermehrt, immer noch eine bedeutende Differenz zu Gunsten des letzteren zurücklassen, welche, wie erörtert, durch die in der  $\text{CO}_2$  latent gewordenen Wärme bedingt wird.

Versuch 1 hat 20 WE mehr entzogen als Versuch 2. Es würde dies zunächst den Gedanken nahe legen, dass Süßwasser mehr Wärme entzieht als Mineralwasser, wenn Mundwärme von Versuch 1 nicht  $0,4^\circ \text{C.}$  wärmer wäre als Mdw. von Versuch 2, wenn es nicht feststünde, dass trotz aller Verschiedenheiten der Wärmetopographie des Körpers im Allgemeinen unter nicht abnormen Abkühlungsverhältnissen der ganze Körper um so viel wärmer ist, als eine Stelle von nahezu constanter Temperatur mehr Wärme anzeigt. Der Körper unseres Individuums repräsentirt 50,8 Kg. Wasser in Bezug auf seine Wärmecapacität, mit  $0,4^\circ \text{C.}$  multiplicirt giebt das 20,32 WE also nahezu soviel wie von dem wärmeren Körper an's Bad abgegeben wurde. Diese Wärmedifferenz wurde herbeigeführt durch eine dem Bade vorangegangene Muskelanstrengung. Es käme demnach in diesem Falle die höhere Wärmeabgabe im Süßwasser auf

eine Erhöhung der Gesamtttemperatur des Körpers. Dieser Satz wird bestätigt durch folgende Versuche, in denen die Ursache der Temperaturdifferenz nicht bestimmt nachweisbar ist, die Badebedingungen aber bei je 2 aufeinander folgenden Versuchen ganz gleich sind.

Sw.	Versuch 13.	228 WE.	Mdw.	37,2° C.	} gleiche Badetemperatur und Dauer.
Mw.	- 14.	213 -	Mdw.	37,0 -	
Sw.	- 15.	263 -	Aw.	37,0 -	} Temperatur und Dauer des Bades gleich. Aw. = Achselwärme.
Mw.	- 16.	251 -	Aw.	36,7 -	

In Versuch 13 entspricht ein Mehr von 0,2° C. Mdw. einem Mehr von 15 WE; in 15 ein Mehr von 0,3° C. Achselwärme einem Mehr von 12 WE. Bei den letzten Versuchen 15 und 16 ist auch noch die Wärme der geschlossenen Hände gemessen und in 16 um 0,4° C. niedriger gefunden worden. Wir dürfen darum wohl nicht anstehen, die Gesamtwärmeerniedrigung des Organismus um etwa 0,3° C. als die Ursache der geringeren Wärmeabgabe zu betrachten.

Wenn wir nun für Süßwasser und Mineralwasser eine Abhängigkeit der durch sie bewirkten Wärmeentziehung von der Temperatur des Körpers constatirt haben, wenn wir gesehen haben, dass im Allgemeinen genau die von zwei gleichwarmen Bädern, seien sie Süßwasser-, seien sie Mineralbäder, entzogenen Wärmequantitäten relativ gleich sind bei verschiedenen Temperaturen abgesehen von der durch Gas etwa latent gemachten Wärme, absolut gleich sind bei gleicher Körperwärme und abgesehen von der an's Gas des Bades gebundenen Wärme, so bedarf die höhere Wärmequantität in Versuch 3 noch einer Erklärung gegenüber von 4, 6 und 7, welche 9—11 WE weniger anzeigen. Obwohl beim Umrühren des Badewassers während Anwesenheit des Individuums im Bade Ungleichheiten in der Abschätzung seiner Wärme nicht zu vermeiden sind, welche zumeist in einer Zuniedrigschätzung desselben um 0,04° C. bestehen, selten nur in einer Zuhoehschätzung von 0,02° C. bestehen dürfte, — der Beweis hierfür liegt in der Beobachtung, dass im Momente des Aussteigens aus dem Bade nach dem Umrühren des Bades dasselbe noch um 0,03° C. bis 0,04° C. niedriger gefunden wurde als nach dem Aussteigen unmittelbar und nochmaligem Umrühren, was nur von dem am Körper haftenden wärmeren Wasser herrührt, welches durch das Umrühren nicht ganz zur Vertheilung kam — so stellen sich doch in den Fällen, wo die Mundtemperatur



nahezu gleich ist, aber mehr Wärme an's Bad abgegeben wird, Verhältnisse ein, welche dieser Fehlerquelle nicht mehr unterworfen und ein eigenthümliches Licht in die Sache bringen. Ich will hier einige Versuche ausführlicher mittheilen, um daran zu demonstrieren.

Mw. Versuch 4.		Versuch 3. Sw.			
Zeit.	Wanne.	Zeit.	Wanne.		
= 10 Minuten	10 M. 24,83° C.	10 M. 24,92° C.		Versuch 5.	Versuch 6.
vor dem Bade.	Beginn des Bades 3.	Beginn des Bades 4.		Mw.	Mw.
	0 M. 24,83° C.	24,92° C.		25,12	24,73
	0,22	0,26		0,18	0,27
	5 - 25,05	25,18		25,3	25,0
	0,13	0,12		0,15	0,12
	10 - 25,18	25,3		25,45	25,12
	0,12	0,10		0,11	0,10
	15 - 25,3	25,4		25,56	25,22
	0,11	0,10		0,06	0,08
	20 - 25,41	25,5		25,62	25,3
	0,05	0,08		0,10	0,08
	25 - 25,45	25,58		25,72	25,38.
	Nach dem Bade	Nach dem Bade			
= 5 Minuten	5 - 25,45				
nach d. Bade.	10 - 25,45	— - 25,58° C.			

Die Luft ist  
warm mit der  
jedesmaligen  
Temperatur  
des Bade-  
wassers.

Das Wasser ist jedesmal stark umgerührt vor Bestimmung seiner Temperatur, die die mittlere und obere Schicht betrifft.

In 3 und 4 sehen wir vor und nach dem Versuch Constantbleiben der Wassertemperatur ausdrücklich angegeben. Wir bemerken erstens, dass die von Liebermeister angenommene Gleichheit der Wärmeabgabe nach Ablauf von 5—10 Minuten nicht existirt. Von Anfang bis Ende vermindert sich die in je 5 Minuten an's Bad abgegebene Wärmequantität. Wo sie existirt, ist sie nur Fehler der Messung, wie aus der Mehrzahl der Versuche hervorgeht.

Die Differenzen je zweier in 5 Minuten gemessenen Temperaturgrade des Bades sind in der Mitte derselben nach rechts hin verzeichnet. In Versuch 5 ist die 5. Temperaturbestimmung = 25,62° C. um 0,03° C. Hundertstel zu niedrig, soviel wie nach dem Bade bei nochmaligem Umrühren die 6. Bestimmung höher ist als am Ende vor dem Aussteigen. Die Differenzen 4 und 5 müssen daher nicht 0,06 und 0,10, sondern 0,09° C. und 0,07° C. lauten. Die Differenzen 1 von Versuch 3 und Versuch 4 lauten 0,22° C. und 0,26° C. von Versuch 5 und Versuch 6 0,18 und 0,27. Von diesen Zahlen ist 0,22 jedenfalls eher zu hoch als zu niedrig ausgefallen, weil die folgenden Differenzen des Versuchs eine zu rapide Abnahme

zeigen im Vergleich zu den übrigen Versuchen. Die Gesamtwärmeerhöhung betrug für die Versuche 3—6  $0,62^{\circ}\text{C.}$ ;  $0,66^{\circ}\text{C.}$ ;  $0,60^{\circ}\text{C.}$ ;  $0,65^{\circ}\text{C.}$  In denjenigen Fällen nun, in welchen die Gesamtterhöhung grösser ist, beträgt die Erhöhung der ersten 5 Minuten mindestens um ebensoviel mehr,  $0,66^{\circ}$  und  $0,62^{\circ}\text{C.}$  differiren um  $0,04^{\circ}\text{C.}$ , ebenso die Temperaturen nach Ablauf der ersten 5 Minuten der Bäder. Es steht fest, dass die an's Wasser in der Zeiteinheit abgegebene Wärmemenge abhängig ist von der Hautwärme. Es kann daher eine Mehrabgabe von Wärme bei gleicher Mundtemperatur, welche in der ersten Zeit des Bades erfolgt, nur auf anfänglich höherer Hautwärme beruhen. Wir können daher die stärkere Wärmeabgabe von 4 ganz und gar und von 6 theils der höheren Hautwärme, theils der niedrigeren Wassertemperatur zuschreiben.

Wir können nun unsere bisherigen Beobachtungen dahin zusammenfassen: Bäder von gleicher Temperatur, sowohl von Süßwasser als auch kohlensaurem und Kochsalzwasser, erfahren durch einen gleichwarmen und gleichschweren Körper eine nahezu gleiche Temperaturerhöhung. Ist der Körper in's Gesamt wärmer, so giebt er nahezu soviel Wärme mehr an's Bad ab, als das Product aus dem Plus seiner Unterzungen- oder Achselwärme über das Gewöhnliche hinaus und aus dem Körpergewicht und seiner specifischen Wärme beträgt. Ist die Haut einseitig wärmer in Folge von Wärmesparung, so erfährt das Bad ein nicht genau zu bestimmendes Mehr an Wärmegewinn, welches sich bei gleicher Mund- oder Achselwärme durch einen hauptsächlich in den ersten 5 Minuten des Bades erfolgenden Gewinn documentirt.

Versuch 10 ist in der Weise angestellt, dass möglichst der ganze Körper d. h. bis auf Stirn, Augen, einen Theil der Wangen, Nase, Mund und Kinn untergetaucht ist. Es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, unsere übrigen Versuche in Bezug auf ihre quantitativen Ergebnisse mit anderen von Liebermeister, Kernig etc. angestellten vergleichbar zu machen. Wenn dies zunächst unzweifelhaft gültig ist für Bäder von  $24,6^{\circ}$  bis  $24,8^{\circ}\text{C.}$ , so ist es auch für die übrigen Wärmegrade der Bäder nicht anders denkbar, als dass das Mehr der von Hals und Kopf abgegebenen Wärme zu der vom übrigen Körper abgegebenen stets in demselben für  $24,7^{\circ}\text{C.}$

gefundenen Verhältniss bleibt. Für die Kochsalzversuche ist das Mittel der abgegebenen Wärmemenge 181,73. In Versuch 10 ist also von Hals und Kopf der 10,18te Theil der vom Rumpf abgegebenen Wärme mehr abgegeben worden. Kopf und Hals mit Ausschluss des Gesichts werden also etwa den zehnten Theil der wärmeabgebenden Kraft der übrigen Körperoberflächen haben. Dies gilt zunächst für 25,0° C., sicher aber für jede die gesammte Körperoberfläche treffende Abkühlung durch ein gleichmässig warmes Medium von beliebiger Temperatur. Wenn nun bei gewöhnlichen Bedingungen der Luftabkühlung die gesammte Haut 1,6 WE abgiebt, so würde die von Hals und Kopf mit Ausschluss des Gesichts, etwa 0,16 WE an die Luft abgeben, mit Einschluss des Gesichts, welches ungefähr ein Viertel der übrigen Fläche von Kopf und Hals ausmacht, würde etwa 0,2 WE von Kopf und Hals abgegeben werden, das wäre  $\frac{1}{5}$  der Gesamtabkühlung durch die Haut. Der gesammte Wärmeverlust des Badenden würde darnach für die Minute die an's Bad in dieser Zeiteinheit abgegebene Menge, plus 0,8 WE (diejenige Menge, welche auf die Lungen kommt) plus 0,2 WE (Wärmeverlust durch die Luft) betragen.

Durch ein Bad von 24,7° C. von 25 Minuten Dauer sinkt die Mundwärme durchschnittlich auf 36,85° C. Versuch 3 und 9 sind Ausnahmen, auf die wir noch zurückkommen.

In Versuch 10 ist durch Eintauchen des Halses die Mdw. auf 36,46° C. gestiegen. Wie 5 und 8 zeigen, machen 10 WE mehr oder weniger an's Bad abgegeben keinen Unterschied für das Sinken der Mdw. Wenn daher in 10 auch 17 WE mehr vom Körper abgegeben sind, so können wir das tiefere Sinken der Mdw. um 0,4° C. nur auf die durch unmittelbaren Contact der Halshaut mit dem Wasser bis in den Mundboden hinein bewirkte locale Abkühlung beziehen. Dadurch wird es wohl unzweifelhaft, dass die Mundhöhle unter solchen Bedingungen zur Bestimmung der Abkühlung des Gesamtkörpers nicht geeignet ist.

Da die Dicke des Mundbodens unseres Individuums etwa 1,2 Cm. beträgt, so gewinnen wir dadurch zugleich eine wenn auch unvollständige Vorstellung von der Quantität der localen Abkühlung. Da nach meinen anderweitigen Beobachtungen die Haut um 10—12° C. durch ein Bad von 24,7° C. abgekühlt wird, so ist die Körperoberfläche bis auf die Tiefe von 1,2 Cm. in unserem Falle durchschnitt-

lich um etwa 5—6° C. local abgekühlt worden, abgesehen von der allgemeinen Abkühlung des Körpers. Angenommen es wäre nur die Haut von der localen Abkühlung betroffen worden, so würde, da diese etwa 6 pCt. des Gesamtgewichts ausmacht, der locale Wärmeverlust der Körperperipherie mindestens 18—22 WE betragen. Zu genauerer Bestimmung dieser Abkühlungsgrösse könnte allerdings nur der Galvanothermometer verhelfen, welcher die Differenz in der Wärme der Körperperipherie vor und unmittelbar zu Ende des Bades zu bestimmen hätte.

Es folgen jetzt 6 Versuche, welche nebenher das Süsswasser und Mineralwasser in Bezug auf die dem Körper entzogene Wärmequantität vergleichen, hauptsächlich aber das Verhalten der Eigenwärme des Organismus vor, während und nach dem Bade verfolgen. Sie sind mit der Liebermeister'schen Controlwanne vervollständigt. Liebermeister stellt eine zweite Wanne auf (Archiv von Reichert und Dubois 1860 S. 589—623), deren Wasser um ebensoviel wärmer von Anfang an ist als das der zum Baden benutzten Wanne voraussichtlich am Ende des Bades ist. Ich habe dieses Princip genauer dahin modificirt, dass die Controlwanne nur um die Hälfte desjenigen Wärmegrades, um welchen die Badewanne am Ende des Bades höher sein könnte als am Anfange, höher normirt wurde; es wurde mit anderen Worten die Durchschnittswärme der Badewanne zur Anfangstemperatur der Controlwanne gemacht, weil offenbar sonst die Controlwanne einen zu hohen Verlust an Wärme erleiden musste im Vergleich zur Badewanne, welche nur während weniger Minuten am Ende des Bades mit gleicher Geschwindigkeit Wärme mit der Luft ausgetauscht haben würde. Die Controlwanne macht indess den Versuch nur complicirter, ohne zu genaueren Resultaten zu führen. Die quantitativen Resultate bleiben daher dieselben, wie sie die früheren Versuche ergeben haben.

		Anfangstemp. des Bades.	Dauer	Wärmegewinn.	Anfangs- wärme des	End- Mundes.	Differenz beider.
11.	Sw.	21,66° C.	20 Min.	210,5 Kg. WE.	37,3 °C.	36,8° C.	0,5° C.
12.	Mw.	20,92	- -	216,0 -	37,4 -	37,0 -	0,4 -
13.	Sw.	17,97	15 -	228,0 -	37,2 -	36,5 -	0,7 -
14.	Mw.	17,95	- -	213,0 -	37,0 -	36,2 -	0,8 -
					der Achsel.		
15.	Sw.	17,0	16 -	263,0 -	37,0 -	36,4 -	0,6 -
16.	Mw.	17,13	- -	251,0 -	36,7 -	36,0 -	0,7 -

Verhalten der Eigenwärme der verschiedenen Körperabschnitte besonders der Haut gegenüber Süsswasser-, Kochsalz- und kohlensauren Wasserbädern während und nach dem Bade.

Es sind die Versuche 7—16 auf Tabelle I. in Zahlen so zusammengestellt, dass die zu vergleichenden Momente dem Auge möglichst zugänglich sind.

Die beiden prägnantesten Versuche der Reihe 7—16 sind auf Tabelle II. (Curventafel) in Curven veranschaulicht, so dass ein flüchtiger Blick nach Kenntnissnahme der kurzen Tabellenbeschreibung zur Erkenntniss der Resultate genügt. Die auf der Curventafel verzeichneten Temperaturcurven von Versuch 15 und 16 sind so zusammengestellt, dass diese zwei unter sonst gleichen Bedingungen angestellte Versuche von je einem Süsswasser- und einem Mineralwasserbade in derselben Zahlencolumne eingezeichnet sind und sich möglichst leicht mit einander vergleichen lassen. Es bedeuten die Farben gelb und grün der Reihe nach die Temperatur der Achsel und der Hände in dem Süsswasserversuch, blau, violett dasselbe in dem Mineralwasserversuch. Die Farben sind dem Farbenspectrum entsprechend geordnet, um dem Gedächtniss mit einer bekannten Ordnung zu Hülfe zu kommen.

Das Kreuz  $\times$  in der Curve bedeutet den Anfang oder das Ende eines Badeversuchs. Die punctirten Theile der Curven sind entweder hypothetisch oder aber, wenn sie aufsteigen, solche, in denen das Aufsteigen als Ausdruck der Erwärmung in Folge aufgehobener Abkühlung der behufs Thermometrie künstlich geschlossenen Körperhöhlen aufzufassen ist. Dies findet bekanntlich innerhalb der ersten 10—15 Minuten des Schlusses einer Körperhöhle und Einlegung eines Thermometers statt. Die Temperatur der Hände ist so gemessen, dass das Thermometer zwischen zwei Handteller mittelst der über den anderen Handrücken greifenden Finger so eingepresst wurde, dass der Zutritt des Wassers und der Luft aufgehoben war. Hierbei verfliessen meist ein Zeitraum von 20 ja 30 Minuten bis zum Constantwerden der Temperatur, in Folge der grossen Einschränkung der abkühlenden Flächen, welche für beide Hände auf die Hälfte reducirt wurden und wahrscheinlich eine doppelt so hohe Temperaturangabe bewirkten, als die Innenwärme einer einzelnen geschlossenen Hand die ihrer Hautoberfläche übertrifft.

Mund und Achsel zeigen Anfangs innerhalb des Versuchs und zwar meist während der ersten 5 Minuten ein Sinken der Temperatur, in den darauf folgenden 5 Minuten ein Steigen oder Constantbleiben derselben und in der folgenden Zeit ein Fallen, welches relativ kleiner ist als das erste Sinken in der Mundhöhle, grösser in der Achsel.

In Versuch 16 fällt die Handcurve in den ersten Minuten um mehrere Grade, steigt in den folgenden 4 Minuten um  $0,6^{\circ}$  C., fällt in weiteren 5 Minuten sehr wenig, um in den letzten 6 Minuten rapide zu fallen. An einer so peripher gelegenen Stelle des Körpers heisst Steigen und Fallen aber nichts anderes als Vermehrung und Verminderung des Blutzustromes gegenüber einer gleichmässigen Wärmeentziehung. Wenn nun auch in der 1. Minute die Hand mit Mund und Achsel gleichzeitig fällt, so steigt sie doch in den übrigen 5 Minuten um so lebhafter und zeigt gerade den Höhepunkt, wo der Tiefpunkt des ersten Sinkens von Mund und Achsel in Erscheinung tritt. Hieraus ergibt sich unzweifelhaft, dass erstens das Bad 16 eine Hyperämie der Peripherie des Körpers erzeugt, welcher eine kurze Anämie vorausgeht, zweitens das erste Sinken der mehr centralen Körperstellen abhängig ist von der vermehrten Fluxion nach der Peripherie und deren Erwärmung resp. der zu Gunsten des Wassers stattfindenden erhöhten Wärmeentziehung. Diese Beobachtung steht im schönsten Einklang mit der früher aus Versuch 1 und 2 sich ergebenden Thatsache, dass die relativ grössere Wärmeabgabe an's Bad nicht immer zu Anfang, sondern in der auf die ersten Minuten folgenden Zeit stattfindet <sup>1)</sup>, wenn eine stärkere Abkühlung der Haut durch die Luft vor dem Bade stattgefunden hatte. Endlich stimmt mit dieser Fluxion sehr genau überein die dem Auge wahrnehmbare Röthung der Haut.

Die Achsel zeigt das erste und zweite Sinken sowie das zwischenliegende Ansteigen der Temperatur, welches vielmehr nur ein Constantbleiben ist, viel weniger stark als der Mund, eine Erscheinung,

<sup>1)</sup> In Versuch 1 und 2 war das Versuchsindividuum mindestens 30 Minuten vor dem Bade nackt der Luft ausgesetzt worden. Während nun die übrigen Versuche eine Verminderung der Wärmeabgabe in den zweiten 5 Minuten um die Hälfte der ersten 5 Minuten aufweisen, ist die Wärmeabgabe der zweiten 5 Minuten in Versuch 1 und 2 gleich der der ersten 5 Minuten, was bei stetiger Erhöhung der Wasserwärme nur auf stärkerer Fluxion der Haut beruhen kann.

welche uns das Experiment von Winternitz erklärt, welcher den Arm bis an den Ellbogen eintauchte und die zugehörige Achseltemperatur beobachtete und nicht blos ein Constantbleiben oder mässiges Sinken, sondern ein sofortiges Steigen der Achsel beobachtete, eine Thatsache, welche nur die Erklärung zulässt, dass der Blutlauf in der Peripherie eingeengt und dadurch ein erhöhter Druck, Blut- und Wärmeanhäufung in der Achsel erzeugt wurde. Diese Einengung der Hautcirculation muss natürlich auch im Vollbade stattfinden, wie Hand von 16 und spätere Versuche zeigen, sie wird aber mit der Entfernung der Haut auch an stauender Einwirkung auf die centralen Stellen verlieren, weshalb der Mund mehr sinkt im Bade als Achsel. Auch mit der hautreizenden Kraft des Bades, also mit dem Kälte- und Kohlensäurereiz desselben, muss die stauende Kraft abnehmen, weshalb Achsel von 16 mehr sinkt als die von 15. Eine Ausnahme macht 12, wo Mund umgekehrt weniger sinkt als in 11. Dies erklärt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit aus einem reicheren Gehalt der Haut an gesammelter Wärme, welche wie in Versuch 3 in einem geringeren Sinken der Mundwärme und seiner grösseren in den ersten Minuten stattfindenden Wärmeabgabe an's Bad als gewöhnlich ihren Ausdruck findet und es bewirkt, dass das nach der wärmeren Haut fluxionirende centrale Blut nicht soviel Wärme als sonst an diese resp. das Wasser abgibt und darum höher als sonst temperirt bleibt.

Mit der Ausnahme von 11, welche sich aus dem Ebengesagten erklärt, sinkt Mund und Achsel im Mineralwasser um  $0,1^{\circ}$  C. mehr als im Süsswasser, was, wie sich aus der noch zu erörternden stärkeren Fluxion nach der Peripherie und daraus resultirenden stärkeren Abkühlung der centralen Theile des Gefässsystemes erklärt.

Obwohl die Handcurve in 15 bis auf Anfang und Schluss hypothetisch ist, weil das Eindringen von Wasser am Beginn des Bades keine richtige Beobachtung zuließ, so ergibt sich doch aus den Schlusspunkten der Handcurve von 15 und 16, dass die Fluxion nach der Peripherie im Mineralwasser viel stärker resp. die Einschränkung der peripherischen Circulation durch die Kälte (um  $2,3^{\circ}$  C.) geringer ist als im Süsswasser. Mithin ergibt sich als unzweifelhaftes Resultat der Versuche, dass die Kohlensäure des Wasserbades einen starken Hautreiz bedingt, verbunden mit erhöhtem Blutzufuss nach derselben, einer geringeren Abkühlung der Peri-

pherie des Körpers, einer Entlastung der inneren Organe von Blut resp. geringeren Ueberladung derselben durch's Mineralbad im Vergleich zum kühlen Süsswasserbad und einer während des Bades erfolgenden stärkeren Abkühlung der centralen Körperabschnitte durch's Mineralbad. Diese centrale Abkühlung von  $0,1^{\circ}$  C., um welche das Mineralbad das Süsswasserbad übertrifft, ist natürlich klein im Verhältniss zu  $2,3^{\circ}$  C., um welche die Peripherie im Mineralbad wärmer ist als im Süsswasser, es lässt sich aber der naheliegende Schluss, dass auch im Mineralbade die Wärmeproduction im Innern des Körpers stärker ist als im Süsswasserbade, nicht mit einiger Sicherheit ziehen, so wahrscheinlich es ist.

Nach dem Bade findet ein Sinken statt des Mundes und der Achsel, welches das im Bade stattgefundene etwa um das Doppelte übertrifft. Dasselbe nimmt mit der Grösse der entzogenen Wärmequantität zu, während das Sinken während des Bades nicht erheblich differirt. Auch geschieht es rascher mit der Verkürzung der Badedauer und der Zunahme der entzogenen Wärmemenge. Eine ganz genaue Angabe dieser Verhältnisse ist in unseren Versuchen deshalb nicht möglich, weil der Tiefpunkt dieses Sinkens nach dem Bade meist nur annähernd richtig beobachtet und zum Theil nur annähernd richtig abgeschätzt wurde, wie die Zahlen und punctirten Curven ergeben. Dass ein Sinken noch nach dem Bade stattfindet, hat schon Jürgensen (Deutsches Archiv für klinische Medicin 1869, 4. Band S. 323) beobachtet und auch die theilweise zutreffende Erklärung dafür hypothetisch gegeben, dass nach dem Bade die Einschränkung der peripherischen Blutcirculation behoben und das aus dem Innern zurückkehrende Blut zu Gunsten der localen (Liebermeister) Abkühlung abgekühlt wird. Ich habe ohne diese Jürgensen'sche Beobachtung und Erklärung derselben zu kennen, die Frage nach dem Warum derselben mir aufgeworfen und experimentell zu beantworten gesucht, indem ich das Verhalten der peripherischen Körpertheile in Bezug auf ihre Wärme nach dem Bade gleichzeitig mit den mehr centralen Orten beobachtete.

Versuch 11, 12, 15 und 16 zeigen auf der Zahlentabelle und 15 und 16 auf der Curventabelle die diesbezüglichen Schritte, welche auf dem Gedanken beruhen, dass gleichzeitig mit dem Abfallen der Temperatur centraler Körperabschnitte nach dem Bade ein Steigen der Peripherie stattfinden müsste, sobald durch möglichstes



Verhüten der Verdunstung und Strahlung eine fernere erhebliche Abkühlung der Haut vermieden würde. Es ergab sich aus dem zwischen zwei Handtellern gepressten Thermometer das überraschende Resultat, dass die innere Wärme der Hand trotz raschen Abtrocknens und Bedeckens mit schlechten Wärmeleitern gleichzeitig mit Mund und Achsel, aber viel ausgiebiger in Bezug auf Grösse und Zeitdauer sank.

Es beruht dieses scheinbare Paradoxon darauf, dass die Hautcirculation thatsächlich nach dem hautreizenden Bade in den peripher local abgekühlten Theilen durch theils physikalische, theils physiologische Kältecontraction weniger lebhaft ist als im Bade, sobald kein fernerer Hautreiz einwirkt, wie Verdunstungskälte. Man sieht dies deutlich an der Röthung der Haut, welche im Bade und nachher in Folge von Verdunstungskältereiz vor dem Abtrocknen sehr lebhaft ist, durch das Abtrocknen aber, namentlich nach dem Süsswasserbade auffallend geschwächt oder aufgehoben wird. Handcurve von 15 und 16 zeigen während der Zeit, wo das Abtrocknen und Einhüllen geschah und Verdunstungskälte in geringem Maasse noch stattfinden konnte, ein fast Null betragendes Sinken, während die Temperatur der Achsel den Tiefstand bereits erreicht oder überschritten hatte, was nur auf erhöhte Wärmezufuhr nach diesen peripheren Theilen bezogen werden kann. Das Ansteigen der Achselcurven erfolgt um so lebhafter, je rascher die entsprechende Handcurve sinkt und je absolut tiefer sie steht. Diese Divergenz der beiden entgegengesetzten Wärmeorte muss auf verminderter Wärmeabfuhr beruhen, da jeder etwa anzunehmende Reiz zu erhöhter Production wegfällt. Das dennoch stattfindende Sinken der Innenwärme der Hand geschieht zu Gunsten der Erwärmung der local im Bade abgekühlten Peripherie durch Wärmeleitung im physikalischen Sinne und zum Theil durch Wärmeverlust, welchen die, wenn auch geringe Wärmedifferenz zwischen Haut und Luft bewirkt. Der letztere Verlust kann nur gering sein namentlich in 15, wo die Differenz zwischen Haut und Luft nur wenige Grade betragen kann, ja wahrscheinlich an den meist peripherischen Stellen gleich Null ist. Die eigentliche Haut, deren Temperatur hier nicht gemessen ist, wird daher unzweifelhaft im Allgemeinen vom Ende des Bades ab gestiegen sein. Dies bestätigen wenigstens die späteren Localbäder, bei denen die Fingerspitzen', also annähernd die Lederhaut,

nach dem Bade nur um wenig und nur dann sinken, wenn die Hand, nicht abgetrocknet, durch Verdunstung lebhafte Abkühlung erfährt, nach dem Abtrocknen aber bei einer Lufttemperatur, welche selbst um einige Grade unter der des Wassers zurückbleibt, beständig steigen, obwohl die durch's Bad erzeugte Hauthyperämie nach demselben unleugbar sich stufenweise mindert.

In 15 und 16 wird also unzweifelhaft die hypothetische Erklärung Jürgensen's durch's Experiment gegeben, dass das Sinken der centralen Körperstellen nach dem Bade in dem Nachlass der durch Kälte bewirkten Beschränkung der Hautcirculation und der nun erfolgenden Rückkehr des Blutes in die local abgekühlte Peripherie seine Ursache hat. Denn wenn auch die Temperatur der Hand in den ersten auf's Bad folgenden 8—11 Minuten nicht steigt, sondern um 1—2 Zehntel sinkt, so geschieht dies eben zu Gunsten der Erwärmung der stark abgekühlten Haut und die erhöhte Hautströmung, welche mit dem Sinken und Tiefstand der Centralabschnitte zusammenfällt, wird nur weniger ersichtlich.

Dagegen ist es um so überraschender, dass dieses Stadium erhöhter Hautcirculation unmittelbar nach dem Bade, was in der raschen Verdunstungskälte bis zum Momente der völligen Trockenheit der Haut und dem dadurch gesetzten Hautreiz seinen Grund haben dürfte, von einer Stunden dauernden Einschränkung der Hautcirculation abgelöst wird. Es erklärt sich dies jedoch wohl aus der langsamen Abkühlung, welche mittelgrosse Blutgefässe durch den aus den local abgekühlten Regionen rückkehrenden Inhalt erfahren und die erfahrungsgemäss auf die betroffenen Gefässe contrahierend wirkt, während rasche Abkühlung sie erweitert.

Obwohl ein sicherer physikalischer Beweis sich nicht erbringen lässt, ist mir dennoch unzweifelhaft, dass im Bade eine Steigerung und nachher eine Einschränkung der Wärmeproduction stattfindet. Meine feinsten Thermometer überwinden eine Temperaturdifferenz von  $5^{\circ}$  C. des sie umgebenden Wassers in  $\frac{1}{2}$  Minute. Wenn nun auch die Fleischtheile des Menschen weit mehr feste organische und anorganische Bestandtheile enthalten, als das gewöhnliche Brunnenwasser, und das Leitungsvermögen des Fleisches nicht festgestellt ist, so kann es wohl in unserem Falle ohne Fehler dem des Wassers gleichgestellt werden. Es kann daher die Zunahme von Wärme, welche die Hand, nachdem sie länger als  $\frac{1}{2}$  Minute

geschlossen war, erfährt, als Differenz zwischen Haut und Innenwärme der Hand angesehen werden. Nehmen wir also die so gefundenen 5 Grad an, so ist bei einer Luftwärme, welche der des Wassers gleich war, nach dem Bade während des grössten Tiefstandes der Hand in 16 die Haut 20° C. warm gewesen, sie muss unmittelbar nach dem Bade kälter gewesen sein und man kann annehmen, dass sie der des Wassers resp. der Luft nahezu gleich war mit dem Aufhören jeden Hautreizes. Es kann daher nach dem Bade wenig und gar keine Wärme von der gebadeten Haut abgegeben sein worden, um so weniger, als der Körper abgetrocknet war, eingehüllt und vor Strahlung und Verdunstung fast ganz geschützt war. Eine einfache Berechnung nach Abzug der durch Lungen und Kopfhaut verloren gehenden Wärme ergibt, dass die von Haut abgegebene Wärme namentlich in Versuch 16 während der ersten Stunden nach dem Bade und somit die hierauf entfallende vom Körper producirt Wärme erheblich unter 1,6 WE pro Minute zurückbleibt, indem die Mund- und Achseltemperatur nicht dem geringen fast Null betragenden Wärmeverlust entsprechend rasch genug steigt. Es ist darum höchst wahrscheinlich, dass nach dem Bade ein Sinken der Wärmeproduction stattfindet, welches nur in einer vorangehenden Ueberproduction und folgenden Ermattung des Körpers seinen Grund haben kann.

Da es keinem Anstande unterliegt, unter gewöhnlichen Abkühlungsverhältnissen Körperabschnitte von nahezu constanter Temperatur, welche nur mit der Wärmeproduction des Körpers stehen, steigen und fallen, als Maassstab der Gesamtwärme des Körpers zu benutzen, so können wir in unseren Versuchen die Mundwärme, welche dem Einfluss der localen Abkühlung des Wassers entzogen war, als ungefähren Ausdruck der Wärme des ganzen Körpers betrachten. Allerdings ist der Tiefpunkt des Sinkens nach dem Bade noch nicht der ganze Ausdruck der vom Körper erfahrenen Abkühlung, wie das nach dem Sinken der Mundwärme noch fort-dauernde Sinken der Hand zeigt, aber es genügt schon diese Grundlage, um zu zeigen, wie viel grösser als nach Liebermeister's Berechnung (l. c.) die locale Abkühlung und dadurch bewirkte Abkühlung des Gesamtkörpers ist. Denn ausserdem, dass die Localabkühlung zur Zeit des Tiefstandes des Mundes noch lange nicht ausgeglichen, muss auch noch die dem Körper während des Sinkens

der Mundwärme nach dem Bade durch Production zugewachsene Wärme in Anschlag gebracht werden, was wieder den wahren Ausdruck des localen Wärmeverlustes, welcher während des Bades durch Production nicht ausgeglichen wurde, vergrößert. In 13 beträgt das Sinken unter die Anfangswärme der Mundhöhle  $2,6^{\circ}\text{C}$ . Dies giebt für unseren Mann von 61 Kg. einen Verlust von 158,6 WE. Es blieben demnach als muthmaasslich während des Bades producirt nur noch etwa 70 WE übrig, was statt 2,4 WE, welche gewöhnlich producirt werden, pro Minute 4,6 WE, d. h. eine noch nicht doppelt gesteigerte Production ergeben würde. Wieviel dies Resultat indess noch zu hoch gegriffen ist, lässt sich nicht absehen, da in Versuch 16 vier Stunden vergehen, ehe nur eine annähernd gewöhnliche Innentemperatur zweier Hände wieder erreicht ist.

Was wir für Versuch 15 und 16 innerhalb des Bades constatirt haben, dass die Einschränkung der peripherischen Blutcirculation durch den Einfluss der Kälte im Mineralwasser in geringerem Grade als im Süsswasser stattfindet, mit anderen Worten, dass die Blutcirculation der der Oberhaut anliegenden Körperschicht vom Mineralbade erhöht und dem hautblutcirculationbeschränkenden Einfluss der Abkühlung ein Gegengewicht gesetzt wird, gilt laut Handtemperatur von 11, 12, 15 und 16 auch für mehrere Stunden nach dem Bade. Die Differenz der Handcurven beträgt in 11 und 12 beinahe 4 Stunden nach dem Bade  $2,7^{\circ}\text{C}$ . Selbstverständlich waren die Abkühlungsbedingungen, unter denen die Messungen in zwei Vergleichsversuchen vorgenommen wurden (Kleidung, Luft etc.), nahezu gleichartig. Auch schützt die Wiederholung des Resultates in gleichem Sinne vor der Möglichkeit einer Zufälligkeit hinlänglich, wenn jene obigen Bedingungen nicht genau erfüllt wären. Wärmezufuhr, Kost, Bewegung, Arbeit u. s. w. waren ebenfalls möglichst gleichartig gestellt für je zwei zu vergleichende Versuche. Sie sind alle zwischen 10 und 11 Uhr begonnen, das gewöhnliche Mittagssmahl des Versuchsindividuums wurde zwischen 12 und 1 eingenommen. Es brachte auf den eigenthümlichen Gang der centralen Temperaturcurven so wenig eine erhebliche Wirkung hervor, als ein Wechsel der Umhüllung der Peripherie auf deren Temperaturgang, wie er vom vorausgegangenen Experiment vorgezeichnet wurde. Es wurde auch zur Controle des durch's Experiment beeinflussten Temperaturganges, derselbe ohne vorausgegangenes Ex-

periment am selben Individuum geprüft und dabei festgestellt, dass gerade unter gleichen Luftabkühlungsbedingungen die Temperatur zur Zeit des nachexperimentellen Tiefstandes der Mund- oder Achselcurve, sowie des Constantbleibens oder nur mässigen Steigens derselben die bekannte physiologische Steigung erfuhr, dass die Höhe der Curven ungefähr für die Achsel  $37,0$ — $37,3^{\circ}$  C. und für den Mund etwas mehr betrug, dass sie aber im Freien bei einer stark bewegten Luft von  $17^{\circ}$ — $20^{\circ}$  C. und stundenlangem Aufenthalt in dieser Zugluft in Mund und Achsel höchstens auf  $36,8^{\circ}$  C. herabging. Mund und Achsel glichen sich dabei ziemlich vollständig aus, jedenfalls weil der Hals unbedeckt, die Schulter aber bekleidet waren. Die experimentellen Beobachtungen wurden aber im geschlossenen Zimmer, also unter viel günstigeren Bedingungen gemacht.

Die vor dem Bade bestehende Temperatur wurde in den darauf geprüften Versuchen erst 6—7 Stunden nachher und zwar erst nach körperlicher Anstrengung wieder erlangt. Der abkühlende Einfluss der hier in Rede kommenden Bäder ist daher überraschend gross und gewiss von erheblicher therapeutischer Bedeutung.

Nachdem wir schon früher gesehen, dass die Achsel trotz einer grösseren verloren gegangenen Wärmemenge während des Bades nicht so tief sinkt als die Mundhöhle, obwohl Hals und Kopf ausserhalb des Bades sich befanden, ergibt sich jetzt noch aus 13—16, dass die Achsel auch längere Zeit nach dem Bade um ein bis mehrere Zehntel wärmer ist als die Mundhöhle, also eine völlige Umkehrung des gewöhnlichen Verhältnisses, was schon früher auf die durch peripherische Abkühlung der Gefässe bewirkten Stauung des Blutes in den centralen zugehörigen oder collateralen Partien zurückgeführt wurde. Diese umgekehrte Differenz ist entsprechend der kräftigeren durch die Mineralbäder erregten Hautcirculation nach dem Süsswasserbade bedeutender als nach dem Mineralbade, sie gleicht sich mehr und mehr mit dem Schwinden ihrer Factoren aus.

Aus dem Verhalten der Mund- resp. Achselcurven nach den je zwei chemisch verschiedenen Bädern, mit denen wir es zu thun haben, lässt sich beim ersten Anschein nicht viel folgern. Die beobachteten Abschnitte derselben zeigen für 11—14 im Allgemeinen ein Höherstehen der Mineralwasser-Mundcurven, was bei der unzweifelhaft lebhafteren Wärmeabgabe der Haut darauf hindeutet, dass der Wiederersatz der verlorenen Wärme nach dem Mineral-

bade energischer, d. h. eine kräftigere Wärmeproduction stattfindet, als nach dem Süßwasserbade. Bei 12 könnte man auch annehmen, dass dieser Vorgang einfach die Fortsetzung einer schon vor und während des Bades bestehenden lebhafteren Wärmebildung sei, welche in dem Höherstehen der Mundtemperatur vor dem Bade und in dem schwächeren Sinken derselben während des Versuchs ihren Ausdruck finde. Für 14 muss aber bei dem niedrigeren Anfangsstande der Mundcurve die erste Erklärung festgehalten werden. In 16 steht indess der beobachtete Theil der Mineralwasser-Achselcurve länger unter der Süßwasser-Achselcurve als über derselben. Es fällt in Minute 40—53 der Höherstand der Mineralwasser-Achselcurve genau zusammen mit der Verringerung der Differenz der Handcurven und der Beginn des Uebersteigens der Süßwasser-Mundcurve bei Minute 53 genau mit der Vergrößerung des Abstandes der Handcurven um  $0,3^{\circ}\text{C.}$ , was die Erklärung sehr wahrscheinlich macht, dass in diesem Falle ein zu mächtiges Vorwalten der Hautcirculation nach dem Mineralbade die bestehende kräftigere Production nicht zur Erscheinung kommen lässt.

Hierzu kommt noch, dass die Achsel den peripheren Circulationsveränderungen, soweit sie durch unsere Bäder erzeugt werden, viel näher liegt als die Mundhöhle. Es kann daher die Achsel bei der durch das Mineralbad erregten Beschleunigung und Verbreitung der Hautcirculation viel mehr abgekühlt werden als die unter dem Einfluss des Süßwasserbades befindliche Haut, die Achsel wird so zu sagen in den Bereich der peripherischen Circulation mit hineingezogen und das ist wahrscheinlich der Hauptgrund, warum in 16 die Achsel nicht das entsprechende Verhalten zeigt zu 15 wie Mund von 14 zu 13 und von 12 zu 11. Endlich ist die Differenz der Anfangswärme zu Ungunsten von Achsel 16 in keinem der vorhergehenden Versuche so bedeutend wie hier  $0,3^{\circ}\text{C.}$  gewesen, was sicher so gut von Einfluss für die Zeit nach dem Bade ist, wie in demselben.

In Betreff eines Vergleichs des Tiefstandes je zweier Mund- oder Achselcurven nach dem Bade ist der Moment zur Beobachtung versäumt worden; es lässt sich nur vermuthen, dass der Mineralwasser-Mund- oder Achsel-Tiefstand wegen des gerade bestehenden stärksten Grades erhöhter Hautcirculation unter dem der Süßwasser-, Mund- oder Achsel-Curve um einige Zehntel zurückbleibt.

Versuch a ist (siehe die Tabelle) so angestellt, dass ein Thermometer zwischen Zeige- und Mittelfinger auf die Dorsalseite der Schwimmhaut gelegt, durch den Druck der Spitzen dieser und des Daumens, gegen den Hals des Thermometers unterhalb der Erweiterung zum eigentlichen die Scala enthaltenden Körper ohne Anstrengung festgehalten wurde. Mit der Dorsalseite nach unten wurden nun beide Hände, nachdem das Quecksilber den Höhepunkt erreicht und in beiden Händen ziemlich gleich hoch stand, die eine im Süsswasser, die andere im Mineralwasser von  $12^{\circ}$  C. und von gleicher Menge bis an den Ellbogen oder bis an's Handgelenk eingetaucht. Er sollte dienen an einer oberflächlicheren Körperschicht als früher das Verhalten der Hautcirculation zu beobachten. RH bedeutet rechte Hand und LH linke Hand, die Farbe der Buchstaben bedeutet, dass die damit bezeichnete Hand in das entsprechende Wasser eingetaucht ist. Violett der Curve ist Mineralwasser, grün Süsswasser.

Der Versuch a wurde wegen mangelhaften Schlusses der Hände unterbrochen und noch einmal aufgenommen, wie die punctirten Linien andeuten. Daher auch die verschiedene Anfangstemperatur der Schwimmhäute. Da die Quecksilberkugel theilweise der Luft oder dem Wasser ausgesetzt war, so wurden keine absoluten sondern Mitteltemperaturen gewonnen. Diese Experimente sind wegen der Unsicherheit der gleichmässigen Wirkung des Fingerschlusses recht schwierig und würden mir selbst kein Vertrauen erwecken, wenn sich bei Abweichungen von der erwarteten Curvenschwankung nicht immer der Fehler in mangelhaftem Schluss hätte auffinden und zum Theil corrigiren lassen. Ausser a sind noch drei gleichartige Versuche angestellt worden, die aber, um Raum, Zeit und Druckkosten zu sparen, nicht mitgetheilt werden. Alle 4 Versuche ergeben wie 11, 12, 15 und 16 eine Differenz der Hauttemperatur von  $1-3^{\circ}$  C. während und nach dem Bade und bestätigen also die früheren Versuche. Wie in 16 erfolgt bei 1, 2 und 4 innerhalb der ersten Minute ein rapides Sinken, worin sich die Hände beider Arten Wasser noch nicht trennen; nachher aber, bei 3 sofort, findet das Divergiren zu Gunsten der Mineralwasserhand statt, welche nach dem Bade ihren höchsten Grad erreicht, um nach und nach wieder sich auszugleichen. In 4 waren die Hände des Individuums ölig und der Ausschlag in Folge dessen offenbar nicht so bedeutend.

Nach dem Bade findet ein rasches Ansteigen der Temperatur

der Hände statt, welches nur in 3 durch ein Stadium kurzen Sinkens in Folge Verdunstungskälte unterbrochen wird. Es bestätigt sich also der oben ausgesprochene Satz, dass trotz fortbestehender Circulationseinschränkung die Hautwärme im Steigen begriffen ist. Freilich muss hier auch die Kleinheit der abgekühlten Oberfläche veränderte, der Wiedererwärmung günstigere Bedingungen setzen.

Die Differenz der Curven beginnt genau mit dem Ansetzen der Gasblasen, d. h. 1 Minute nach Beginn des Bades, ist also als Reiz der gasförmigen Kohlensäure auf die Hautgefässe zu betrachten. Gleichzeitig tritt die bekannte Röthe der Haut ein, welche sich dem subjectiven Gefühl als Wärme, Prickeln, ja Stechen kundthut. Es stimmt dies noch mit dem Verhalten der Handcurve in 16, wo wir wegen der vor Abkühlung geschützteren Lage des Thermometers mit dem Ansetzen der Gasblasen nicht nur schwächeres Sinken, sondern sogar ein Steigen wahrnehmen.

Der Hautreiz des Gases überdauert seine unmittelbare Einwirkung noch um viele Stunden, ja wohl den ganzen folgenden Tag, wie wir an 11, 12, 15 und 16 sehen. In den letzten Versuchen ist er auf 30 Minuten nach dem Bade in seiner local beschränkten Einwirkung beobachtet worden. Er nimmt unmittelbar nach dem Bade rasch zu, um dann allmählich wieder nachzulassen. Die Zunahme des Reizes nach dem Versuch ist aber nur eine scheinbare, bedingt durch die nach dem Bade bestehenden viel günstigeren Abkühlungsbedingungen, welche dem Wärmeausdruck der Hauthyperämie zu Statten kommen. Die allmähliche Abnahme des Hautreizes offenbart sich aber auch dem Auge mit dem Schwinden der Röthe. Eine noch sehr bemerkenswerthe Erscheinung, welche als Folge der Hauthyperämie in's Auge springt, ist das nach dem Bade erfolgende rasche spontane Trocknen der Mineralwasserhand, während die Süsswasserhand noch lange, vielleicht dreimal so lange Zeit braucht, nur annähernd trocken zu werden. Zugleich sieht man das Wasser auf der Süsswasserhand in grossen Tropfen stehen, während die Mineralwasserhand gleichmässig und innig benetzt ist. Dieses verschiedenartige Verhalten des Wassers beruht bekanntlich auf der Glätte der von ihm berührten Oberfläche, welche, soweit ich sehe, ausnahmslos durch das Ausfüllen aller Lücken und Ausgleichung der Vorsprünge mittelst einer Fett- oder fettähnlichen Masse unter starkem Reiben oder auch durch blosses Ueberziehen mit einer



Fettschicht bedingt wird. In unserem Mineralwasser findet offenbar durch den Natrongehalt von 9,5 Gr. auf 16 Unz. eine Entfettung der Haut statt, während der Fettgehalt der Haut vom Süsswasser nicht verändert wird. Während das langsame Trocknen der Haut bei einer viel geringeren Benetzung nach dem Süsswasserbade deutlicher als das Thermometer die geringere Wärmezufuhr zur Hautoberfläche nachweist im Vergleich zum Mineralwasserbade, überzeugt die Art der Benetzung der Haut nach dem Mineralwasserbade von dem Ungrund der Annahme, als ob der Körper von dem Gasmantel umhüllt der Benetzung und Abkühlung weniger ausgesetzt wäre als im Süsswasserbade.

Die folgenden Versuche b und c sind in der Weise (siehe Curventabelle) angestellt, dass die Thermometerkugel zwischen die ersten Phalangen der ersten 2—3 Finger gefasst und dann die Hände, die eine in's Süsswasser, die andere in's Mineralwasser getaucht wurden. Die Thermometerkugel war hierbei vollständig von Fleischtheilen umschlossen und gegen Wasserberührung geschützt. Der Zweck war, einen möglichst peripherischen, möglichst der Qualität der Haut sich annähernden Theil des Körpers auf seine Circulationsverhältnisse den beiden Medien gegenüber zu untersuchen, ohne das Quecksilber dem abkühlenden Einfluss des Wassers auszusetzen. In der That dürfte die innere Temperatur dieser Regionen nur wenig die der zugehörigen Lederhaut übersteigen, da die schwachen Knochen das Blut aus dicht unter der Haut verlaufenden Arterien resp. daraus entspringenden Knochenarterien empfangen, deren Blut schon dem Einfluss der peripherischen localen Abkühlung vor dem Eintritt in den Knochen unterworfen ist. Um das Mineralwasser möglichst wenig zu verdünnen, unter den ungünstigen Erwärmungsverhältnissen, welche die Umstände auferlegten, wurden die Bäder möglichst kühl genommen, ein Umstand der auf die Entfaltung der Gaswirkung nicht zu günstig einwirkte, indem entweder der Kältereiz oder die contrahirende Wirkung der Abkühlung in den Vordergrund trat. Es wurde, um möglichst den Kältereiz auszuschliessen, die Temperatur der Finger vor dem Versuch durch Luft- oder Süsswasserabkühlung möglichst auf die des Bades gebracht. Dies hatte zugleich den Vortheil, das Verhalten der Gefässe dem abkühlenden Einfluss der Luft oder des gemeinen Wassers gegenüber isolirt zu studiren und zu sehen, wieviel von den während

des Versuchs beobachteten Erscheinungen Kälte- oder Gaswirkung sei. Rothe Curve = Süßwasser; blaue = Mineralwasser, grün und violett die zugehörigen Hände. Es stellte sich nun wohl heraus, dass im Grossen und Ganzen die beiden Hände in ihren auf Circulationsveränderungen beruhenden Temperaturschwankungen sich ziemlich gleich verhalten gegenüber einem abkühlenden Medium. Eine Divergenz kam nur in sofern vor, als zeitweise die gleiche Richtung der Temperaturschwankung in der einen Hand mehr ausgeprägt war, als in der anderen und zwar anscheinend so, dass die rechte gern höher stieg und weniger fiel als die linke. Es ist daher die linke meist in's Mineralwasser getaucht.

Die Arme sowie die in der Luft schwebende Thermometerscala wurden unterstützt, weil sonst ungleiche Muskelanstrengung und dadurch ungleiche Temperaturgänge möglich gewesen wären, wie dies ein nicht mitgetheilter Versuch, es sind deren ausserdem 15 mit allen Cautelen angestellt worden, lehrt. Hier trat wegen mangelnder Unterstützung der Thermometerscala Krampf des Adductor pollicis und ein starkes Steigen der Rechten ein, dem die Linke nur mit  $0,2^{\circ}$  C. folgte. In demselben Versuche sah ich an dem vollsaftigen Individuum durch den Kältereiz des Süßwassers ein starkes Rück- und Vorfluthen des Blutes, an dem die Rechte im positiven Sinne mehr betheiligt war als die Linke. Während des eigentlichen Versuches wiederholte sich dasselbe, nur stieg diesmal die Linke im Mineralwasser befindliche mehr. Dem entsprechend waren auch beim Steigen des Quecksilbers beide Hände stark geröthet. Ob das Verhalten der Linken in diesem Versuch auf das Mineralwasser zu beziehen ist, kann nicht entschieden werden.

In 6 Versuchen, von denen b ein Beispiel auf der Curventafel ist, ist die Mineralwasserhand in der Regel nicht erheblich, meist gar nicht wärmer als die Süßwasserhand in Vergleich zum entsprechenden Bade. In 7 Versuchen ist die Mineralwasserhand meist um ein bis einige Zehntel relativ wärmer als die Süßwasserhand während des Versuchs. Die wenigen nach dem Bade angestellten Messungen ergeben immer eine höhere Wärme der im Mineralwasser gewesenen Hand.

Es ergeben sich also aus diesen so wenig prägnanten Beobachtungen demnach einige interessante Schlüsse. Dass Muskelanstrengung erhöhte Wärme der zugehörigen Umhüllung erzeugt, ist

nicht überraschend; ebensowenig die noch nicht mit dem Thermometer gemachte Beobachtung, dass Kältereize so erhebliche Schwankungen der Blutcirculation in der Haut und der anliegenden Schicht des Menschen hervorrufen, welche in der an der Schwimmbaut des Frosches beobachteten Contraction und Erweiterung der zuführenden Arterien ihren Grund haben. Da in der Mehrzahl der Versuche die im Mineralwasser befindliche Hand relativ wärmer ist als die andere, wenn auch nur um Weniges, äusserst selten aber einmal relativ um einen kleinen Bruchtheil kühler, da ferner nach dem Bade die Differenz zu Gunsten der Mineralwasserhand meist recht deutlich hervortritt, so kann man das Resultat dieser Beobachtungen dahin zusammenfassen:

Der innerhalb des Mineralbades gesetzte Fluxionsreiz der Körperoberfläche ist zwar dem Auge wahrnehmbar, aber nicht so bedeutend, um in der äussersten Peripherie des Körpers immer in einem erheblichen Grade als Temperatursteigerung zur Wahrnehmung zu gelangen.

Die wie nach dem Mineralbade so auch innerhalb desselben unzweifelhaft vorhandene Hauthyperämie entgeht dem Thermometer deshalb, weil das Wasser, ein stärkerer Wärmeleiter als die Luft, die erhöhte Wärme ebenso rasch abführt, als sie zuströmt, ein Vorgang, der im Mineralwasser durch das beständige Entweichen der die Haut bedeckenden Gasblasen noch verstärkt wird.

Die Beobachtung, dass trotz erhöhter Wärmezufuhr die Haut im Mineralbade meist nicht erheblich wärmer ist als im Süsswasser von gleicher Temperatur, ergibt abermals den schon früher erschlossenen Satz: das Mineralbad hat die Eigenschaft dem Körper mehr Wärme zu entziehen, als das Süsswasserbad von gleicher Temperatur; vermittelt wird dies durch den Reiz, welchen die in Blasen auf der Haut sich ansetzende  $\text{CO}_2$  auf die Hautgefässe in einem die Blutzufuhr beschleunigenden Sinne ausübt. —

#### Zusammenstellung der Resultate der Arbeit.

1. Das kohlensaure Mineralbad von dem Kohlensäuregehalt Cudowa's entzieht dem Badenden mindestens  $\frac{1}{8}$  mehr an Wärme als ein Süsswasserbad und Salzwasserbad von 4,4 pCt.

2. Der Körper giebt an Bäder von gleicher Wärme bei verschiedener Achsel- oder Mundwärme unter gewöhnlichen Umständen

um soviel mehr Wärme an's Bad ab, als das Product beträgt aus dem Plus der Achsel- oder Mundwärme in dem einen Versuche gegenüber dem anderen und der Wärmecapacität und dem Gewicht des Körpers.

3. Erhöhter Gesamtwärmegewinn eines Badeversuchs gegenüber einem anderen unter gleichen Bedingungen angestellten Bade beruht auf höherer Hautwärme, wenn das Plus innerhalb der ersten 5 Minuten des Bades gewonnen wurde.

4. Der Kopf und Hals haben etwa  $\frac{1}{3}$  der abkühlenden Kraft der gesammten Körperoberfläche im Wasserbade.

5. Die locale Abkühlung der Körperoberfläche beträgt mindestens  $\frac{2}{3}$ , wahrscheinlich aber  $\frac{3}{4}$  der gesammten an's Bad abgegebenen Wärmequantität.

6. Es findet im weniger als hautwarmen Bade eine Einschränkung der peripherischen Circulation statt, welche indess im kühlen Bade von einem Stadium der Fluxion gefolgt ist. Diese Fluxion documentirt sich durch erneute Erwärmung der abgekühlten Hand. Sie ist im Mineralbade bedeutender als im Süßwasserbade und documentirt sich dadurch, dass die entsprechende Hand um einige Grade wärmer bleibt, als im gleichwarmen Süßwasserbade.

7. Der peripheren Einschränkung der Circulation entspricht ein Steigen oder Constantbleiben der Mund- und Achselwärme, d. h. centraler Körperabschnitte; dem Stadium der peripheren Fluxion ein Sinken der Innenwärme (Mund und Achsel). Im Mineralbade ist die Abkühlung der centralen Körperabschnitte stärker als im Süßwasserbade, entsprechend der stärkeren peripheren Circulation, und dem starken Wärmeverlust an's Bad <sup>1)</sup>).

8. Die in Folge des Kohlensäure- oder Kältereizes nach den ersten 5 Minuten des Bades entstehende Hautfluxion entspricht einer erhöhten Wärmeabgabe an's Bad in den zweiten 5 Minuten desselben, welche sich nur dann deutlich zeigt, sobald der Wärmeverrath der fixen Bestandtheile der Körperperipherie nicht zu bedeutend ist, resp. durch Luftabkühlung vor dem Bade herabgesetzt ist.

9. Nach dem wärmeentziehenden Vollbade fällt die Mund- und Achselwärme um ein viel Bedeutenderes als im Bade selbst. Dieses Sinken fällt zusammen mit einer Steigerung der Hauteirculation,

<sup>1)</sup> Heidenhayn hat ähnliche Resultate auf anderem Wege. Siehe seine klassischen Experimente über Hautreiz und Sympathicusreizung in Pflüger's Archiv 1872. Bd. 5.

welche nachher relativ grösser ist als im Bade. Es erwärmt sich demnach die Peripherie auf Kosten des Centrums durch Erhöhung der Hautcirculation.

10. Nachdem der tiefste Stand der Achsel oder des Mundes erreicht ist, findet ein langsames Steigen der Temperatur derselben statt. Damit geht Hand in Hand eine erneute Einschränkung der peripherischen Circulation, welche die des Bades übertrifft. Die Wärmeabgabe und Wärmeproduction sinken unter die Norm.

11. Diese Einschränkung der peripherischen Circulation, der Wärmeabgabe und Wärmeproduction trifft den Mineralbadeversuchsmenschen in viel geringerem Maasse, während die Mund- oder Achseltemperatur des Mineralbades die des Süsswasserversuchs übertrifft, oder ihr absolut oder relativ gleich ist. Man muss daher sagen, dass das Mineralbad im Vergleich zum Süsswasserbad nach dem Bade die Hautcirculation, Wärmeabgabe und Production steigert.

12. Die Mundwärme sinkt in und nach dem Bade bedeutender als die Achselwärme, — vorausgesetzt, dass Hals und Kopf nicht untergetaucht sind —, vermuthlich weil die die Hautcirculation einschränkende Kälte des Bades und damit die Verminderung der Wärmeabgabe in diesem Körperabschnitt wegfällt. Sie sinkt noch tiefer bei untergetauchtem Hals und Kopf in und nach dem Bade durch locale Abkühlung vermöge der oberflächlichen Lage des Mundbodens, welcher sich gleichsam aus einem centralen in einen peripherischen Körperabschnitt verwandelt. — Die Achsel ist darum im letzteren Falle geeigneter zur Bestimmung der centralen Abkühlung des Körpers durch starke Wärmeentziehungen als der Mundboden, wogegen im ersten Falle der Mundboden den richtigeren Ausdruck liefert für die Abkühlung der gesamten Blutmenge.

13. Es ist nur wahrscheinlich, dass die Wärmeproduction vom kalten Bade gesteigert wird, sowie sie nachher — offenbar in Folge vorangegangener Ueberanstrengung — sinkt. Sie beträgt indess in maximo nur das Doppelte des Normalen, wahrscheinlich aber nur die Hälfte desselben, bedeutend weniger, als Liebermeister annimmt.

14. Es ist nur wahrscheinlich, dass das Mineralbad eine höhere Wärmeproduction als das Süsswasserbad unmittelbar hervorruft, sowie nachher — trotz erhöhtem Wärmeverlustes in und nach dem Bade — die Temperatur der centralen Abschnitte relativ rascher steigt als nach dem Süsswasserbade.

15. Die vom Mineralbade im Vergleich zum Süsswasser bewirkte stärkere Hautcirculation, welche in der Röthung zur unzweifelhaften Erscheinung kommt, findet in der Temperatur der einzelnen peripherischen Körperabschnitte um so geringeren Ausdruck, je mehr sie sich der Hautoberfläche nähern; dieser Ausdruck kommt in den oberflächlichsten Schichten ganz zum Verschwinden in Folge des raschen Wärmeaustausches zwischen Körperoberfläche und Wasser, ein neuer Beweis dafür, dass das Mineralbad dem Körper mehr Wärme entzieht, als das Süsswasser.

16. Die Abkühlung der Temperatur von Mund und Achsel durch kühle Bäder und ihre, die Hautcirculation einschränkende Wirkung ist auf 4—5 Stunden nach dem Bade beobachtet worden und erstreckt sich wahrscheinlich auf volle 24 Stunden.

Auf 4—5 Stunden nach dem Bade ist auch die die Hautcirculation beschleunigende Wirkung der Mineralbäder beobachtet worden und muthmaasslich erstreckt sie sich auf 24 Stunden, ja erlangt bei letzterem Gebrauch der Bäder sicher eine cumulirende Wirkung. Wenigstens hat Virchow für die Seebäder nachgewiesen, dass die Handtemperatur im Laufe des Seebädergebrauchs bei gleicher Lufttemperatur zunahm, wenn er auch den Beweis für das Einzelbad nicht beigebracht hat. —

Es leuchtet hieraus, wie aus allem Vorhergehenden der hohe physiologisch-therapeutische Werth der kohlensauen Bäder ein: Abkühlung der Blutwärme, Beschleunigung des Blutumlaufes, Ableitung nach der Haut, Entlastung der inneren Organe, Erhöhung der nervösen und gesammten vegetativen Thätigkeit. Denn, wenn eine einseitige Steigerung der gesammten Nerventhätigkeit <sup>1)</sup>, welche

<sup>1)</sup> Dass die Erregbarkeit der Empfindungsnerven durch das kohlensaure Bad erhöht wird, ist ziemlich gleichzeitig von v. Basch und mir nachgewiesen worden. v. Basch bewies mit dem Tasterzirkel die Zunahme der Tastempfindlichkeit am normalen und dem in seiner Empfindlichkeit herabgesetzten Nerven für die dem Bade unmittelbar folgende Zeit (v. Basch, Oestreich. medicin. Journal 1870. Bd. 20. S. 3).

Ich wies in meiner früher citirten kleinen Schrift (Rationelle Balneotherapie 1870. S. 55) unter dem Kapitel *Tabes* nach, dass in einem Falle von *Tabes*, wo die Geschwindigkeit der Schmerz- und Tastempfindung erheblich herabgesetzt war, dieselbe sowie die herabgesetzte Schärfe der Tastempfindlichkeit im Laufe der Bädereur sehr merklich zunahm. — Die Kenntniss des grössten Theils der hier einschlägigen Literatur verdanke ich Herrn Dr. Senator in Berlin.

Versuch 7. Versuch 8. Versuch 9. Versuch 10. Versuch 11. Versuch 12.  
 Mw. 24,6°C. Ksw. 24,8°C. Ksw. 24,7°C. Ksw. 24,72°C. Sw. 21,66°C. Mw. 20,92°C.

Zeit.	Mund.	Zeit.	Mund.	Zeit.	Mund.	Zeit.	Mund.	Zeit.	Mund.	Zeit.	Mund.
0 M.	37,3°C.	0 M.	37,24°	0 M.	37,36°	0 M.	37,40°	0 M.	37,3°C.	0 M.	37,4°C.
1	37,2	2	37,26	4	37,41	2	37,42	5	36,8	5	37,2
3	37,25	3	37,29	8	37,44	5	37,3	10	37,1	10	37,2
5	37,2	5	37,3	9	37,41	10	37,1	15	37,1	15	37,13
10	37,1	10	37	14	37,4	15	37,0	20*	36,8	20*	37,0
15		15	36,95		37,2	20	36,6	Thermometer weggenommen.		Thermometer weggenommen.	
20	36,92	25*	36,86*	25*	37,1	25*	36,46				
25*	36,85*			Thermometer weggenommen.		Thermometer weggenommen.					
				29 M.	36,9°			29 M.	36,2°C.		Hände
				34	36,8			31	36,1	27 M.	26,0°C.
				36	36,7			33	36,0	37	29,1
						49 M.	35,5°	36	35,9	39	29,0
						55	35,63	Thermometer weggenommen		42	28,82
				58	36,1	60	35,7			47	28,62
				67	36,1	65	35,72	61	35,4	52	28,35
						69	35,8	66	35,68		Mund
						73	36,0	71	35,71	94	35,8
				187	36,6			76	35,8	100	35,98
				190	36,72			81	35,73	104	36,1
				195	36,9			127	35,9	114	36,24
				197	36,99			134	36,0	119	36,3
				202	36,99			138	36,1		Hände
						230	36,85	143	36,3	189	28,4
						235	36,9	147	36,4	197	29,5
						240	37,0	152	36,4	204	29,5
						245	36,99	157	36,5		Mund
								162	36,53	217	36,9
								168	36,55	224	37,02
								172	36,56	232	37,0
								179	36,6		Hände
								186	36,7	244	29,4
									Hände	248	30,3
								204	26,5	254	32,0
								214	26,8	272	32,6
								219	26,8	302	32,2
									Mund		Mund
								274	36,85	311	36,8
								281	36,88	317	36,82
								284	36,9	324	36,89
								290	36,9	329	36,92
								410	37,3		
								415	37,3		

Versuch 13.  
Sw. 17,97°C.

Versuch 14.  
Mw. 17,95°C.

Versuch 15.  
Sw. 17,0°C.

Versuch 16.  
Mw. 17,13°C.

Zeit.	Mund.	Achsel.	Zeit.	Mund.	Achsel.	Zeit.	Achsel.	Hände (geschlos.).	Zeit.	Achsel.	Hände (geschlos.).
0 M.	37,2°C.		0 M.	37,0°C.		0 M.	37,0°C.	37,0°C.	0 M.	36,7°C.	36,63°
						0,3	36,9		1	36,7	33,2
						1,0	37,0		5	36,6	33,8
5	36,8		5	36,4		6	37,0		10	36,6	33,5
10	36,9		10	36,6		11	36,91		12	36,5	32,8
15*	36,5		15*	36,2		14	36,8		14	36,3	31,9
Thermometer	bleibt		Thermometer	wegge-		16*	36,4	28,2	16*	36,0	30,5
liegen.			nommen.			Achseltherm. weggen.			beide Thermometer		
						Handtherm. bleibt.			bleiben liegen.		
20 M.	35,7°C.		48 M.	34,7°C.		Achselthermo-					
25	35,3		56	34,9	35,1°C.	20 M.	meter eingelegt				
28	35,0		61	35,1	35,3	26	34,6°C.	28,0°C.	24 M.	34,9°C.	30,4°C.
30	34,8		68	35,2	35,33	29	34,7	27,9			
34	34,6		73	35,3	35,4	31	34,8	27,7	31	34,9	29,6
42	34,7		78	35,33	35,47	34	34,9	27,5	35	35,0	29,1
49	34,7		148	36,1		37	35,0	27,2			
51		34,8°C.	153	36,3		40	35,02	26,9	40	35,1	28,6
52		34,9	158	36,4		43	35,06	26,7			
55		35,0	180		36,5	44	35,1	26,4			
58		35,0	185		36,6	47	35,2	26,4			
60	34,7		195	36,5		50	35,25	26,2			
64	34,8		203	36,7		53	35,3	26,0			
67	34,9		208	36,9		57	35,4	25,8	62	35,15	27,4
157	35,8		215	36,98		71	35,53	25,4			
165	36,08		220	36,99		73	35,55	25,3			
170	36,08					78	35,47	25,2	76	35,26	27,2
178	36,25					87		25,15			
185	36,4					100	35,55	25,15	96	35,3	26,9
189	36,4					104	35,6	25,15	112	35,4	26,9
194	36,4					112	35,8	25,2	117	35,4	26,9
211	36,43					121	35,85	25,25	122	35,47	26,9
229		36,7				Mund					
235		36,8				127	35,0				
247	36,8					135	35,2				
						143	35,34				
						Achsel					
						155	35,8	26,4			
						161	36,03	26,4			
						166	36,18	26,4			
						169	36,25	26,4			
						170	36,3	26,4			
						174	36,4	Mund			
						179	36,38	36,15			
						184	36,35	36,32	Thermomet. eingelegt		
						189	36,5	36,5	213	36,3	26,4
						197	36,66		223	36,8	30,4
						210	36,7	Mund	227	36,8	31,5
						224		36,6	237	36,8	31,8
						236		36,65			



von der des Blutumlaufts unzertrennlich ist, und eine gesteigerte Wärmebildung ohne Erhöhung der Thätigkeit der Verdauungsdrüsen nach unsern physiologischen Kenntnissen undenkbar sind, so ist es von Flechsig in Elster erwiesen worden, dass beim Gebrauch der kohlensauen Bäder die Summe der aufgenommenen Nahrungsmittel absolut zunimmt, der der Auswurfstoffe relativ abnimmt und das Körpergewicht steigt.

### Erklärung der Zahlentafel S. 432 u. 433.

Sw. = Süßwasser. Ksw. = Kochsalzwasser 4,5 pCt.

0 M., 1 M. etc. = 0 Minuten, 1 Minute etc.

Versuch 10 ist ein Parallelversuch von Versuch 9, wobei indess der Körper nicht bloß wie in den übrigen Versuchen bis an die Fossa jugularis, sondern ganz und gar mit Ausnahme der Athmungsöffnungen untergetaucht ist. Es soll hierdurch der Einfluss der localen Abkühlung auf den Mundboden und damit der Werth der Mundtemperaturmessung bei allgemeiner Hautabkühlung zur Beurtheilung der Abkühlung des ganzen Körpers festgestellt werden. Die Zahlen sprechen von selbst.

Fernere Parallelversuche sind 11 und 12, 13 und 14, 15 und 16. Sie sind in der Tabelle soweit berücksichtigt, als sie dazu dienen, den Einfluss gleicher Wasserwärme resp. der Entziehung gleicher Wärmequantitäten durch Süß- oder Mineralwasser auf Achsel, Mund und Hände festzustellen. Der Stern \* bedeutet das Ende des Bades, sowie 0 M. den Anfang desselben. Alle Zeitangaben beziehen sich auf die seit Beginn des Versuchs verflossene Zeit. Die auf den Stern folgenden Temperaturangaben sind nach dem Bade an dem abgetrockneten und bekleideten Versuchsindividuum vorgenommen, welches stets dasselbe und von stets gleichem Gewicht ist, sowie die Versuche stets zu gleicher Tageszeit beginnen, etwa Vormittags 10 Uhr.

### Erklärung der Curventafel.

Tafel V.

15 und 16 bedeuten dieselben Versuche, welche in der Zahlentafel aufgeführt sind. Die am linken Rande befindlichen Zahlen drücken die Temperatur aus nach Celsius; die am oberen Rande die Zeit in Minuten. Kreuz † bedeutet Anfang und Ende eines Bades; orange Curve = Achsel im Süßwasserbade, rothe = Mundtemperatur im Süßwasserbade, blaue = Achsel im Mineralwasser (kohlensauren) Bade; grüne = geschlossenen Handtellern im Süßwasser, violette = das Gleiche im Mineralwasser. Die Fortsetzungen dieser Curven nach dem Bade sind in nahezu gleichwarmer Luft am Bekleideten aufgenommen.

Versuch a ist bei 12° C. angestellt. Violett = Hand im Mineralwasser, grün im Süßwasser. Die Thermometerkugeln liegen auf dem Rücken der Schwimmhaut

zwischen Zeige- und Mittelfinger, die Scala wird von den Volarseiten der ersten drei Fingerspitzen festgehalten. Ein vorausgegangener verunglückter Versuch hat die Differenz zu Gunsten der Temperatur der Mw.hand vor dem Versuch bewirkt. Das Resultat ist daher das zweier Handbäder. Kreuz bedeutet auch hier wie in b und c Anfang und Ende des Bades.

Versuch b und c. Roth bedeutet Süsswasser, blau Mineralwasser; grün und violett die entsprechenden Hände. Die Thermometerkugel liegt zwischen den Volarseiten der ersten Phalangen der ersten zwei oder drei Finger und ist von ihnen vollkommen eingeschlossen.

---

## XX.

### Kleinere Mittheilungen.

---

#### 1.

#### Ueber einen pathologisch-anatomischen Befund am Halssympathicus bei halbseitigem Schweiss.

Von Prof. W. Ebstein in Göttingen.

(Hierzu Taf. IV. Fig. 5.)

---

Fälle von halbseitigem Schweiss werden gar nicht selten beobachtet theils als Theilerscheinung eines umfänglicheren Symptomencomplexes z. B. bei Morb. Basedowii, in einzelnen Fällen von Diabetes mellitus u. s. f., theils als alleiniges Symptom bei sonst anscheinend ganz gesunden kräftigen Menschen, wovon ich beispielsweise zwei Fälle aus meiner Erfahrung kenne. So weit mir bekannt, fehlt zur Zeit die Kenntniss eines pathologisch-anatomischen Substrats für dieses Symptom. Das physiologische Experiment weist besonders darauf hin, das Mittelglied in der Lähmung der vom Sympathicus versorgten Gefässe zu suchen. Es genüge in dieser Beziehung an die bekannten Versuche von Claude Bernard zu erinnern, welcher bei Pferden nach halbseitiger Sympathicusdurchschneidung, — also Lähmung der Gefässnerven — Schweiss an der betreffenden Körperhälfte auftreten sah. Ich will hier kurz über einen pathologisch-anatomischen Befund am Halssympathicus bei einem Falle von halbseitigem Schweiss berichten.

Derselbe betraf einen 60jährigen Mann auf der früher unter meiner Leitung stehenden Kranken-Abtheilung des städtischen Armenhauses in Breslau, welchen ich Jahr und Tag beobachtet habe. Die Geschichte desselben ist in der Inaugural-Dissertation eines meiner Zuhörer des Herrn Dr. Eugen Fränkel (zur Pathologie des Halssympathicus. Breslau 1874. S. 31) ausführlicher mitgetheilt. Ich hebe hier nur nochmals das hervor, was auf die Hyperhydrosis unilateralis Bezug hat,

