

Phys. 304 (12)

Experimentelle Beiträge

zur Beurtheilung

hygrometrischer Methoden.

Von

August Vogel.

Mit einer Tabelle.

Aus den Abhandlungen der k. bayr. Akademie d. W. II. Cl. VIII. Bd. II. Abth.

München 1857.

V e r l a g d e r k. A k a d e m i e,

in Commission bei G. Franz.

Experimentelle Beiträge
zur Beurtheilung
hygrometrischer Methoden.

Von
August Vogel.

Eine im vorigen Jahre begonnene und bis jetzt noch nicht abgeschlossene Arbeit über *Atmidometrie* hat mich veranlasst, zahlreiche Wasserbestimmungen in der Atmosphäre auszuführen. Ich bediente mich dazu des August'schen Psychrometers und der Brunner'schen Methode der direkten Wasserbestimmung. Meine Versuche, welche mehrere Monate hindurch beinahe ohne Unterbrechung fortgesetzt wurden, bieten somit einen Anhaltspunkt zur Vergleichung der nach beiden Methoden zu erzielenden Resultate; daher glaube ich durch die Mittheilung der folgenden Beobachtungen, welche sich zunächst der ausgezeichneten Arbeit Regnault's *) über denselben Gegenstand anschliessen, einen kleinen Beitrag zur richtigen Beurtheilung der beiden hygrometrischen Methoden im Allgemeinen und in specieller Beziehung auf bestimmte Lokalverhältnisse liefern zu können.

Bei allen über diesen Gegenstand niederzulegenden Arbeiten wird es vor Allem dringend geboten seyn, nicht nur die Methode des Ex-

*) Poggendorf's Annalen 1853. S. 426.

periments zu beschreiben, sondern sämtliche möglicher Weise auf das Resultat influirende Nebenumstände zu berücksichtigen; die Lage der für solche Versuchsreihen zugerichteten Lokale im Gebäude und zu angrenzenden Räumen muss einen wesentlichen Einfluss auf die gefundenen Zahlenwerthe ausüben, wesshalb ich hier zunächst auf die allgemeine Beschreibung meines Versuchslokales eingehe. Das zu der Versuchsreihe benützte Zimmer ist ein zwischen 2 grösseren mittleres kleineres von 15' Höhe und nach Osten mit einem grossen Fenster versehen, während an der gegenüberliegenden Wand sich ein kleines Lokal ohne weitere Ausgänge oder Fenster anschliesst. Die Wände sind in gewöhnlicher Weise mit Mörtel überworfen und mit nicht leimhaltiger Wasserfarbe übertüncht.

Was das Dichtschliessen der Thüren und Fenster betrifft, so dürfte dasselbe sich etwas vollständiger finden, als es wohl durchschnittlich in länger bewohnten Häusern der Fall seyn dürfte, da ich vor dem Beginne der Versuchsreihe, um nicht zu sehr dem direkten Luftaustausch durch Spalten und Oeffnungen unterworfen zu seyn, sorgfältig nachsehen liess. Es könnte als ein Nachtheil betrachtet werden, dass sich in dem Lokale 3 Thüren befanden; was jedoch die eine an der westlichen Mauer befindliche anbelangt, so konnte sie in Folge undichten Schliessens keinen von dem beabsichtigten abweichenden Luftwechsel bedingen, da der anschliessende Raum vollkommen von Wänden ohne Oeffnung umgeben ist und somit also in ungünstigsten den überhaupt abgeschlossenen Raum um sein Volumen hätte vergrössern können. Die erhaltenen Werthe des Luftwechsels beziehen sich daher auf ein Zimmer von der angegebenen Dimension mit einem Fenster und zwei Thüren.

Ich beschreibe nun die Methode der Wasserbestimmung und die Art den Wassergehalt der Luft zu steigern.

Zu den direkten Wasserbestimmungen bediente ich mich eines

Aspirators eigner Construction *). Die Erleichterung, welche mir diese Form des Apparates schon bei anderen derartigen Arbeiten, namentlich im täglichen Gebrauch zum Trocknen im Wasserbade darbot, liess mich denselben, besonders da er ein Nichtdichtschiessen unmöglich macht, dagegen ein leichtes mehrmaliges Füllen gestattet, auch zu diesen Versuchen mit grossem Vortheile benützen.

Der Cubikinhalte des Aspirators beträgt 2840 C. C.; ich liess den Inhalt bei meinen Bestimmungen immer zweimal nach einander ablaufen, wobei ich jedoch vor dem abermaligen Füllen stets eine Wägung des aus jenem Cubikinhalte abgeschiedenen Wassers vornahm, welcher Werth mit dem nach dem zweiten Ablauen des Aspirators erhaltenen übereinstimmen musste. Behufs der Wasserbestimmung selbst musste nun die vom Aspirator angesogene Luft über ein 7" langes Chlorcalciumrohr streichen. Da ich aber in vorläufigen Controllbestimmungen gefunden, dass das Chlorcalciumrohr nicht im Stande war, den ganzen Wassergehalt aufzunehmen, so habe ich das Trocknen über Schwefelsäure gewählt. Ein zwischen dem Chlorcalciumrohr und dem Aspirator eingeschaltetes Rohr mit Bimssteinstücken in Schwefelsäure getränkt hatte nämlich nach zweimaligem Durchlaufen des Aspirators 4 bis 5 Milligrm. zugenommen. Da dieses gegen $\frac{1}{7}$ des im Durchschnitt in jener Luftmenge enthaltenen Wassers betrug, so durfte natürlich dieser Umstand nicht vernachlässigt werden. Endlich folgte diesem Schwefelsäurerohr zur grösseren Sicherheit noch ein mit dem Aspirator fest verbundenes Chlorcalciumrohr, um ein freilich nur sehr schwer mögliches Aus-treten vom Wassergas aus dem Aspirator zum Schwefelsäurerohr ab-zuwehren.

*) Dingler's polytechn. Journal. B. 135. H. 2. und neues Jahrbuch der Pharmacie von Walz und Winkler. B. 3. H. 4.

Den Ausfluss des Wassers regulirte ich so, dass zum jedesmaligen Abfliessen der 2840 C. C. $\frac{1}{2}$ Stunde erforderlich war. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass die Geschwindigkeit des Wasserabfliessens auf die Genauigkeit der Resultate vom wesentlichsten Einflusse sei, indem, wenn dasselbe zu schnell geschieht, ein Antheil des mit der Luft durch die Röhren strömenden Wasserdampfes der Absorption entgeht. Bei den ersten Versuchen hatte man den Aspirator 4mal nach einander abfliessen lassen, wodurch 10 bis 12000 C. C. Luft hindurchströmten und so die von Brunner*) selbst gewöhnlich angewendete Luftmenge erreicht wurde. Da aber vergleichende Versuche ergaben, dass die Hälfte der Luftmenge ganz übereinstimmende Resultate mit der doppelten lieferten, so blieb ich bei dem 2maligen Abfliessen des Aspirators als vollkommen ausreichend stehen, um nicht die Operation unnöthigerweise zu verlängern.

Die Genauigkeit, welche diese Methode gewähren kann, ist allerdings durch die Fertigkeit des Experimentirenden und durch die Vollkommenheit der Wage, die ihm zu Gebote steht, bedingt. Zwei unmittelbar nach einander mit dem beschriebenen Apparate und der angegebenen Luftmenge angestellte Versuche ergaben jederzeit auf 1 Proc. des Wassergehaltes übereinstimmende Resultate.

Die Steigerung des Wassergehaltes in der Luft erreichte ich auf zwei verschiedenen Wegen, einmal durch Aufstellung mit Wasser gefüllter flacher Gefässe und dann durch Aufhängen von grösseren benetzten wollenen Teppichen.

Die flachen Gefässe, worin das Wasser aufgestellt wurde, bestanden in 4 Zinkkästen, welche Rechtecke bildeten, deren 2 die Dimen-

*) Poggendorfs Annalen B. XX. S. 280.

sionen von 72 und 132 C. C. und 2 die von 72 und 192 C. C. hatten, so dass also im Ganzen nach dem Füllen derselben mit Wasser darin der Verdunstung eine Oberfläche von 46656 C. C. ausgesetzt war. Fast der ganze Raum des Fussbodens war somit von der Wasseroberfläche eingenommen. Die Bestimmung der aus diesen Behältern innerhalb der einzelnen Zeitabschnitte verdampften Wassermenge führte ich in der Weise aus, dass zunächst das in dieselben eingefüllte Wasser genau gemessen und am Schlusse des jedesmaligen Versuches sodann durch abermaliges Messen des rückständigen Wassers aus der Differenz die Menge des verdunsteten gefunden wurde. Dabei müsste aber offenbar die Ausleerung der dünnen schwankenden Blechkästen von so grossem Umfange, ohne zu vergiessen, Schwierigkeiten gehabt haben. Das Ausleeren geschah daher in der Weise, dass das Wasser durch ein heberförmiges weites Glasrohr in eine grosse Flasche eingesogen wurde mittelst einer Handluftpumpe, die damit durch ein besonderes Rohr verbunden war. Durch dieses Hilfsmittel wurde es leicht, die volle rückständige Wassermenge behufs der genauen Messung bis auf den kleinen die Behälter befeuchtenden Rest zu sammeln. Letzteren Fehler suchte ich jedoch durch Benetzen in ähnlicher Weise vor dem Einmessen des Wassers zu corrigiren, so dass die mögliche Abweichung, wie sich aus den später mitzutheilenden Zahlen ergibt, gegen die verdunstete Wassermenge verschwindend klein werden musste.

Das andere Mittel, der Luft mehr Feuchtigkeit aufsaugen zu lassen, bestand darin, dass ich einen grossen wollenen Teppich anfeuchtete und nachdem er gewogen unter der Decke des Zimmers aufhängte. Aus dem Gewichtsverlust ergab sich sodann die Menge des in einer bestimmten Zeit abgedunsteten Wassers.

Ich komme nun zu den Bestimmungen des Wassergehaltes mittelst des August'schen Psychrometers. Da dieselben im Zimmer ausgeführt

wurden, in einem Raume also, der nur einem mässigen Luftstrome ausgesetzt war, so musste ich in dieser Hinsicht eine Controlle vornehmen, wie weit die Angaben dieses Instrumentes mit den direkten Wasserbestimmungen übereinkommen oder davon differiren. Ich habe deshalb die Bestimmungen mit dem August'schen Psychrometer für jede Beobachtung doppelt ausgeführt, nämlich einmal feststehend, so dass die Kugel des Thermometers nur dem unmerklichen Luftzuge im Zimmer ausgesetzt war und dann liess ich dasselbe mässig schwingen. Hiezu war es an einem Faden an seinem Oehr aufgehängt und bildete solcher Gestalt ein Pendel, welches in der Minute 36 Schwingungen machte und dabei eine Amplitude von 48° hatte. Die auf letzterem Wege erhaltenen Zahlen sind in der Tabelle als die des schwingenden Thermometers neben dem feststehenden eingetragen. Durch einen vergleichenden Blick auf beide und die durch den Aspirator erhaltenen Zahlen wird man sich leicht überzeugen, wie unumgänglich nothwendig für die richtigen Angaben des Psychrometers es ist, in solcher Weise einen schwachen Luftstrom auf ihn wirken zu lassen. Den Wassergehalt der psychrometrischen Bestimmungen habe ich nach der neuesten Auflage der August'schen Tafeln *) berechnet.

Was die Angaben der absoluten Dunstmenge anbelangt, so habe ich dieselben aus dem jedesmal für Temperatur und Barometer reducirten Volumen des Aspirators auf 1 Cub. Fuss preuss. und Lothe berechnet, aus dem Grunde, weil ich dadurch eine leichtere Vergleichung meiner Resultate mit denen späterer Experimentatoren, die sich des August'schen Psychrometers bedienen, zu erzielen glaube, und es vorzugsweise nur auf die Relation derartiger Bestimmungen ankommen wird; bekanntlich ist in den August'schen Tafeln diese Einheit einmal angenommen.

*) August's Psychrometertafeln. Berlin 1848.

Regnault machte zuerst in seiner denkwürdigen Arbeit über Hygrometrie *) auf die bedeutenden Mängel aufmerksam, welche die theoretisch so schöne und einfache Formel August's mit sich führe. Es ist als ein grosser Fortschritt in der Psychrometermethode anzuführen, dass er die der August'schen analoge eigene Formel:

$$e = e' - 0,0006246 (t - t') b$$

unter die allgemeine Gestalt

$$e = e' - A (t - t') b$$

brachte, und durch eine ausgezeichnete Versuchsreihe nachzuweisen suchte, dass diese Formel einen richtigern Ausdruck abgebe für die Spannung des hygrometrischen Dunstes, wenn dabei nämlich das A, offenbar nach dem Standorte des Instrumentes wechselnd, eben für den betreffenden Standort bestimmt wird, dann aber mit hinreichender Zuverlässigkeit der ganzen an diesem Beobachtungsort zu machenden psychrometrischen Messungen zu Grunde gelegt werden könne.

Allerdings ist hiedurch das Psychrometer aus der Reinheit seiner theoretischen Entwicklung herausgerissen, jedoch zu seinem eigenen Vortheil, indem es gleichzeitig zu einem praktisch viel brauchbareren Instrumente erhoben wird. Während bei Bestimmungen auf Sternwarten und meteorologischen Stationen die Mängel nicht so fühlbar sind, da man daselbst den Ort der Aufstellung wählen kann, so treten sie um so deutlicher hervor, bei Bestimmungen wo diess, wie bei den meinigen, nicht möglich ist. Wie ausserordentlich aber der Aufstellungsort und zufällige Umstände auf die Anzeigen des Instrumentes einwirken, ersieht man daraus, wenn man die extremen Werthe für das wechselnde A, im Freien und in einem kleinen Zimmer miteinander vergleicht, — eine Versuchsreihe, in welcher dieser Coëfficient aus dem mit Hülfe der

*) Poggendorf's Annal. 1853. 8. 426.

chemischen Methode erhaltenem wahren Wassergehalt der Luft abgeleitet ist. Sie sind nämlich:

- 1) In einem kleinen verschlossenen Zimmer $A = 0,00128$
- 2) Im Hofe $A = 0,00090$

Es ist nun offenbar, dass meine mittelst des Psychrometers erhaltenen Werthe nach den früheren Angaben unter den Bedingungen des ersteren Falles $A = 0,00128$ sich befinden; ich glaubte daher auf dieselben hier näher eingehen zu müssen. Als eine Erweiterung derselben aber ist es zu betrachten, dass ich die Angaben des schwingenden und feststehenden Thermometers neben einander gestellt habe, wozu ich mich um so mehr veranlasst sah, da August in seinen neuesten Tafeln*) vorschreibt, das Instrument in Pendelschwenkungen zu versetzen, um denjenigen Luftwechsel hervorzubringen, der sich, seinen Voraussetzungen gemäss, im Freien von selbst einstellt.

Was nun die in der Tabelle eingereichten Werthe des Coefficienten A , der also für ein mittelgrosses Zimmer ohne geöffnete Thüren und Fenster Geltung hat, betrifft, so muss ich noch anführen, dass ich denselben als den Faktor für $(t - t')$ b in der sogenannten Abzugstafel B der August'schen Tafeln von 1848 berechnet habe. Es schien mir diess wünschenswerth, weil dieselben einmal im praktischen Gebrauche so vielfach verbreitet sind, um eine Vergleichung zu erleichtern. Nun sind aber die Tafeln von August nach Reaumur'schen Graden und pariser Linien berechnet, ich musste daher auch diese Einheiten in meiner Tabelle zu Grunde legen. Die Reduktion derselben auf Centesimalgrade und Millimeter ist indess immer eine einfache Sache, wenn A_c der Coefficient für die Celsius'schen Grade, A_r für die Reaumur'schen Grade ist, so hat man $A_c = \frac{4}{5}A_r$ und $A_r = \frac{5}{4}A_c$.

*) Berlin 1848. S. 4.

In der Abzugstafel B August's ist nun dem Gliede $t - t'$ für R^0 und pariser Linien

$$A_r = 0,000952$$

zu Grunde gelegt, welches nahezu mit

$$A_e = 0,00077$$

übereinkommt.

Um aber auch gleichzeitig einen Vergleich meiner Zahlen mit denen Regnault's zu erleichtern, habe ich dieselben noch einmal nach der Regnault'schen Formel berechnet und die daraus abgeleiteten Werthe von A_r als eine besondere Rubrik meinen Tabellen eingefügt.

Es bleibt mir nur noch übrig, dankend zu erwähnen, dass meine Arbeit in ihrem ganzen Verlaufe sich der thätigen Beihülfe des Herrn Ministerialrathes A. Heinz zu erfreuen hatte, ohne dessen gütige Mitwirkung mir die consequente Durchführung einer so lange fortgesetzten Versuchsreihe nicht möglich gewesen wäre.

Nro.	Datum	Bar. Par. Lin. über 26"				August's Psychrom.				? Asp. = 5680 in Millim.	Dunstspannung in Par. Lin.			Dunst-sättigung in proc.		Schwingend in 100,000 Psych.	Lothe pr. August's Tab.	0,0000 Coefficient A	Bemerkungen
		fest	schw.-end	t	t'	fest	schw.-end	wirkliche (Asp.)	fest		schw.-end	Psych.	Aspirat.						
1	16	NB	18,3	12,6	35	4,12	3,06	NB	45	33	1934	1526	159	135					
2	17	6	20,4	12,9	31	3,70	2,33	NB	34	21	1698	1177	150	148					
3	18	6	18,9	11,7	29	3,23	2,59		34	27	1524	1300	121	123					
4	19	6	19,1	12,4	30	3,72	2,69		39	27	1775	1340	441	143					
5	20	8	15,2	9,8	26	3,01	2,35		42	32	1441	1191	140	134					
6	21	7	18,9	11,8	28	3,30	2,53		34	26	1616	1266	127	125					
7	22	5	18,5	11,5	30	3,21	2,67		34	28	1616	1340	118	115					
8	23	4	20,0	14,4	49	5,05	4,17		49	40	2377	2048	142	149					
9	24	6	21,1	15,9	60	6,01	5,07		52	44	2776	2457	154	152					
10	25	6	20,8	15,8	62	6,01	5,24		54	52	2770	2532	141	144					
11	26	5	17,6	12,3	40	4,08	3,46	5,20	47	39	4921	1713	130	133					
12	27	3	16,1	11,9	42	4,24	3,72	4,24	55	48	1760	1788	102	104					
13	28	3	17,1	13,0	42	4,79	3,72	4,79	57	45	1775	1788	101	102					
14	29	1	14,2	10,5	33	3,81	3,37	3,81	57	51	1626	1452	127	132					
15	30	4	17,6	13,5	36	5,04	3,79	5,04	58	44	1798	1564	126	132					
16	1	3	15,0	10,8	34	3,77	3,28	3,77	53	46	1556	1490	105	115					
17	2	3	17,5	13,3	34	4,91	3,59	4,91	57	42	1704	1490	123	129					
18	3	5	16,9	11,6	37	3,76	3,05	3,76	46	37	1442	1378	108	114					
19	4	5	13,8	9,8	35	3,40	3,11	3,40	52	48	1485	1303	125	132					
20	5	6	20,6	14,5	49	4,95	4,53	4,95	46	42	2424	1825	132	134					
21	6	6	15,0	10,5	34	3,55	3,14	3,55	50	44	1488	1262	131	135					
22	7	3	15,9	10,7	38	3,43	2,94	3,43	45	39	1410	1415	130	133					
23	8	3	17,4	12,9	52	4,62	4,30	4,62	54	50	2015	1996	140	145					
24	9	6	14,4	10,5	37	3,74	3,38	3,74	55	49	1588	4378	137	141					
25	10	2	16,3	11,4	42	3,81	3,51	3,81	49	45	1675	1564	116	121					

NB In den ersten Ta-
gen der Versuchsreihe
wurde t und t' fest nicht
beobachtet.

22720 Grm. Wasser aus-
gegossen.
" "
" "
22720 "
28400 "

3000 Grm. Wasser aus
den Zinkkästen ver-
dampft.

1500 Grm. Wasser aus d.
Zinkkäst. verdampft.

Nro.	Datum	August's Psychrom.		Bar. Par. Lm. über 26"	August's Psychrom.		2 Asp. II 5680 in Milligr.	Dunstspannung in Par. Lin.		Dunst-sättigung in proc.		In 100,00 Psych. schwingend	Lothe in 100,00 Psych. schwingend	Coefficient		Bemerkungen	
		fest	schwingend		Psychrom.	wirkliche (Asp.)		fest	wirkliche (Asp.)	August's Tab.	Regn. Formel						
26	12	12,7	9,3	12,7	8,8	37	3,44	3,09	2,76	58	52	46	1479	1378	112	139	11000 Grm. Wasser aus- gegossen. NB Nr. 28, 29, 30 sind we- gen mangelhafter Aufzeich- nung unvollständig. 1000 Grm. Wasser aus d. Zinkkäst. verdampft. 38400 Grm. Wasser aus- gegossen. 38400 1200 Grm. Wasser aus d. Teppich verdampft. 1140
27	13	17,1	13,6	17,4	13,5	57	5,28	5,10	4,47	62	59	49	2377	2123	154	172	
28	14	19,6	15,3	19,4	15,0	62	5,94	5,74	4,75	59	57	47	2648	2309	156	167	
29	15	14,1	10,4	13,7	10,0	45	5,85	5,80	3,37	56	54	50	5010	1676	115	117	
30	16	15,3	11,8	14,6	11,3	48	6,21	5,98	3,61	NB	48		5010	1788	155	160	
31	2	15,3	12,0	15,2	11,5	51	4,57	4,22	3,86	63	58	53	1999	1899	123	126	
32	3	17,9	13,6	17,0	13,3	57	5,02	5,18	4,34	56	61	51	2388	2122	153	157	
33	4	16,3	13,3	16,2	12,9	59	5,33	4,98	4,49	68	64	56	2366	2197	140	143	
34	5	17,3	14,7	17,3	14,3	64	6,13	5,80	4,91	72	68	57	2720	2383	182	187	
35	6	16,3	13,6	16,3	13,3	65	5,22	5,29	4,99	70	67	63	2494	2420	115	127	
36	7	14,5	12,2	14,5	11,8	59	4,96	4,65	4,49	72	68	65	2220	2197	152	156	
37	9	15,7	12,1	15,8	11,7	52	4,53	4,18	3,93	60	55	52	1973	1936	113	119	
38	10	16,6	13,5	16,6	12,8	55	5,36	4,77	4,17	66	59	51	2244	2048	143	150	
39	11	16,3	13,8	16,7	13,4	63	5,68	5,24	4,83	72	65	59	2490	2346	132	139	
40	12	17,2	13,6	16,8	13,2	61	5,26	5,04	4,68	62	62	57	2393	2271	122	128	
41	13	17,1	14,9	17,1	13,9	60	6,38	5,52	4,56	76	66	54	2603	2234	184	193	
42	17	17,3	14,5	17,2	14,1	63	5,96	5,67	4,83	70	67	57	2661	2346	175	186	
43	18	15,8	13,4	15,9	13,1	66	5,51	5,23	5,07	73	68	66	2458	2457	114	122	
44	19	16,4	12,6	16,5	12,5	52	4,68	4,58	3,93	59	57	44	2168	1936	143	152	
45	20	17,4	14,1	17,8	14,2	61	5,60	5,56	4,68	66	63	53	2569	2271	169	179	
46	21	15,0	12,0	15,0	11,6	52	4,67	4,35	3,93	65	61	55	2063	1936	121	139	
47	23	15,6	12,7	15,2	12,1	54	5,01	4,69	4,10	67	65	56	2230	2010	157	159	
48	25	14,6	11,8	14,6	11,5	50	4,61	4,42	3,80	67	64	55	2104	1862	154	173	
49	26	14,3	12,0	14,3	11,7	52	4,87	4,64	3,93	72	69	58	2217	1936	176	181	
50	27	15,6	13,0	15,6	12,7	58	5,25	5,01	4,75	70	67	63	2368	2159	106	106	

Nro.	Datum	Bar. Par. Lin. über 26"	August's Psychrom.		2 Asp. = 5680 in Milligr.	Dunstspannung in Par. Lin.		Dunst-sättigung in proc.		In 100,000 Psychrom.	Lothe in 100,000 Psychrom.	August's Tab. Coefficient	Bemerkungen			
			fest	schwingend		fest	wirkliche (Asp.)	fest	schwingend					Aspiral.		
51	28	8	17,9	13,6	17,6	12,8	56	56	51	49	2084	2085	108	108	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
52	30	7	16,3	13,0	16,3	12,8	55	64	62	54	2308	2048	150	155	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
53	1	7	16,5	13,3	16,7	12,8	60	65	58	56	2222	2234	107	111	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
54	2	7	16,3	12,7	16,4	10,4	51	61	57	47	2151	1899	148	151	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
55	3	8	15,6	11,0	15,6	12,6	34	50	46	33	1626	1266	151	154	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
56	4	7	16,3	12,5	16,2	12,1	55	59	56	53	2069	2048	107	112	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
57	7	7	16,4	12,5	16,4	12,0	49	58	53	47	1987	1824	128	132	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
58	8	5	15,6	13,3	15,6	12,4	53	74	64	54	2262	1973	166	172	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
59	9	6	16,5	13,0	16,5	12,5	50	62	57	47	2152	1862	152	158	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
60	10	7	15,2	12,3	15,2	11,1	54	66	54	51	1853	1824	111	113	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
61	11	8	15,8	12,6	15,8	12,0	50	64	58	50	2081	1862	144	138	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
62	12	8	16,3	12,6	16,3	12,0	50	60	54	45	2010	1862	126	129	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
63	14	7	14,8	12,5	14,8	11,8	52	72	65	56	2168	1936	157	161	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
64	15	9	15,3	12,8	15,4	12,5	57	72	67	59	2333	2122	94	93	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
65	16	7	17,9	13,7	17,8	13,0	58	58	52	50	2154	2159	106	106	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
66	17	8	15,4	13,4	15,2	12,3	57	77	67	60	2277	2122	146	148	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
67	18	8	15,1	12,5	15,1	12,0	54	70	64	57	2180	2010	168	173	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
68	19	9	16,3	12,8	15,7	12,3	49	62	61	49	2172	1824	176	180	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
69	21	6	15,7	12,7	15,7	12,2	52	67	61	52	2172	1936	153	155	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
70	22	7	15,0	12,1	15,0	11,9	51	67	66	54	2029	1899	132	133	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
71	25	7	15,4	13,4	15,9	12,9	59	72	70	58	2531	2197	154	162	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
72	26	8	15,6	13,1	15,6	12,6	57	71	67	58	2168	2122	155	158	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
73	28	8	15,5	12,6	15,5	12,0	56	67	61	57	2139	2085	134	141	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
74	29	9	15,8	13,1	15,9	12,7	52	70	65	48	2350	1936	207	217	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.
75	30	9	16,2	13,4	16,3	13,0	57	69	64	55	2382	2122	158	106	1140	1500 Grm. H. aus d. Teppich verdampft.

Ang
met
leit
der
str

d
m
C

Folgerungen.

1) Ein flüchtiger Blick auf die Tabelle ergibt sogleich, dass die Angabe des unter den angeführten Bedingungen schwingenden Psychrometers durchgängig den wirklichen Wassergehalt und die daraus abgeleiteten Werthe zu hoch angibt. Noch mehr ist diess beim feststehenden feuchten Thermometer der Fall, worüber indess August schon Restriktionen gemacht hat.

2) Aus einer genaueren Beachtung der Tabellen geht hervor, dass die Angaben des Psychrometers durchaus in keinem constanten Verhältniss zu denen des Aspirators stehen und also diese nicht direkt aus einander abgeleitet werden können. Ebenso wenig ist es möglich, den Wassergehalt mit einiger Sicherheit durch Hülfe eines nach Regnault's Angaben ermittelten empirischen Coëfficienten aus der Formel

$$x = f' - A(t - t') - b$$

abzuleiten. Ein gleiches Resultat gibt der Versuch, in den August'schen Tafeln einen derartigen constanten Faktor abzuleiten. Die Schwankungen in der Rubrik sind für diesen reichlich so bedeutend, als für Regnault's einfachere Formel, wesshalb, wenn man sich überhaupt mit psychrometrischen Annäherungen begnügen will, die einfachere Regnault'sche Formel vorzuziehen ist. Für diese letztere differirt der Coëfficient zufolge der Rubrik desselben in den Tabellen in seinen Extremen zwischen

$$0,00217 \quad \text{und} \quad 0,00094$$

$$0,00094$$

Das Mittel beider Extreme

$$= 0,00156$$

nähert sich dem für gleiche Verhältnisse von Regnault gefundenen Coëfficienten

$$= 0,00128.$$

Auffallend kann es jedoch immerhin erscheinen, dass auch der aus allen diesen Coëfficienten als Mittel abgeleitete gleichfalls

$$= 0,00128$$

ist, so dass man ihn in der That als einen allgemeinen mittleren Werth von A ansehen muss; jedoch ist dabei nicht zu vergessen, mit welchen bedeutenden Abweichungen nach beiden Seiten sich dieses Mittel ändert.

3) Um über den Grad der Zuverlässigkeit der Psychrometer-Beobachtungen in geschlossenem Raume eine Ansicht zu erhalten, hat man die Abweichung der beiden Extreme in's Auge zu fassen. Substituirt man diese in die Regnault'sche Gleichung, so hat man

$$0,0023 (t - t') b$$

für den Ausdruck des Unterschiedes zwischen der Spannung unter Anwendung des niedrigsten empirisch gefundenen Coëfficienten A und dem höchsten, ausgedrückt in pariser Linien. Nimmt man nun für $t - t'$ einen der vorliegenden Versuchsreihe entsprechenden mittleren Werth von 5° an und setzt zugleich für b den Normal-Barometerstand = 336, so hat man

$$\begin{aligned} & 0,00023 (5) 336 \\ & = 0,4 \text{ par. Lin.} \end{aligned}$$

für den Irrthum, den man in dem Werthe für die Spannung des Wasserdunstes begehen könnte, wenn man einmal das extreme $A = 0,00094$ und das anderemal = $0,00217$ annimmt. Diess beträgt nun aber etwa $\frac{1}{10}$ der mittleren Dunstspannung, die man nahe zu 4,0 annehmen kann, so dass es hiernach nur möglich ist, die Sättigungsmenge bei Zuhülfnahme des mittleren Werthes etwa auf $5\frac{1}{2}$ genau zu erhalten, was in meiner Versuchsreihe also noch einmal so ungünstig ist, als bei der Versuchsreihe Regnault's, der immer noch auf $\frac{1}{40}$ genau den Sättigungs-Coëfficienten $\frac{f}{x}$ zu erhalten hoffte. Bedingt indess der Zweck der mit Hülfe des Psychrometers angestellten Beobachtungen keine grössere Ge-

nauigkeit, als die eben angeführte, so wird man den Regnault'schen Coëfficienten oder den mittleren aus meiner Versuchsreihe gewonnenen

$$A = 0,00128$$

für das angegebene Verhältniss der Beobachtung in einem kleinen verschlossenen Zimmer annehmen und ihn statt des in der gleichen Formel gebrauchten

$$0,000616,$$

welche offenbar für Versuche im Freien bestimmt ist, substituieren.

4) Den Einfluss, den die Temperatur in den geringen Gränzen meiner Versuchsreihe haben kann auf das A, konnte man schon von vornherein nicht bedeutend vermuthen; Aehnliches ergibt eine Vergleichung der zugehörigen Werthe aus den Tabellen für den Sättigungsgrad, so dass die Alterationen des A vorzüglich von zufälligen Umständen abhängen müssen. Diess ergibt namentlich eine Vergleichung der Werthe von A an solchen Tagen, an welchen der Wassergehalt der Luft der nämliche war, z. B.

Nr.	Sättigungsproc.	A
31 . . .	53 . . .	126
45 . . .	53 . . .	179
56 . . .	53 . . .	112
	oder	
3 . . .	27 . . .	123
4 . . .	27 . . .	143

Indem ich hier die Vergleichung der meiner Versuchsreihe entnommenen Werthe schliesse, bemerke ich noch ausdrücklich, dass die Schlüsse über den Genauigkeitsgrad des Psychrometers sich nur auf dessen Anwendung im geschlossenen Raume, nicht aber auf Beobachtungen im Freien beziehen, in welcher Hinsicht, da ich hiefür keine experimentellen Belege gesammelt habe, auf Regnault's Resultate verwiesen werden muss.