II. *Nachträge zu meinen Untersuchungen über das Thermometer *)*; von P. N. C. Egen.

1. Die Veränderungen des Aufthaupunkts und die Festlegung des Siedepunkts.

Im letzt verflossenen Winter machte ich an den Thermometern No. XIII., XIV., XV. und XVI. viele Beobachtungen über die Verrückung des Aufthaupunkts und die Bestimmung des Siedepunkts. Da diese Beobachtungen mit großer Sorgfalt und Genauigkeit angestellt worden sind, da sie die Folgerungen aus den früheren Beobachtungen theils bestätigen, theils neue Ansichten eröffnen; so halte ich sie um so mehr der öffentlichen Mittheilung werth, als sie in tabellarischer Zusammenstellung wenig Raum einnehmen. Die Thermometer sind neu; sie sind durchaus luftleer. Im Anfange des Jahrs 1827 wurde an ihnen zuerst beobachtet. Der drei letztern ist schon früher Erwähnung geschehen. Die folgenden Angaben lehren sie näher kennen.

	No. XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Größe eines Theils beim Aufthaupunkte	0°,00479	0°,00490	0°,00546	0°,00478
Größe eines Theils beim Siedepunkte	0°,00455	0°,00480	0°,00535	0°,00475
Dicke der Kugel in rhein. Decimalzollen	0,26	0,29	0,35	0,36
Dicke der Röhre in rhein. Decimalzollen	0,12	0,12	0,10	0,10

Die Zahlen in folgender Tabelle sind die Resultate von Reihen von wenigstens fünf, genau übereinstimmenden, Beobachtungen. Bei der Beobachtung des Siedepunkts wurde das Wasser aus geschmolzenem, reinem Schnee in lebhaftem Sieden erhalten. Die Schieber-Oeffnung betrug überall 10 Linien. Der Barometerstand wurde unmittelbar vor und nach den Beobachtungen des Siedepunkts abgelesen, und aus beiden Ständen das Mittel genommen.

*) Man sehe diese Ann. Bd. 87. S. 276. 335. u. 517.

Annal. d. Physik. B. 89. St. 1. J. 1828. St. 5.

Datum.	No. der Thermo- meter.	Lage des Auf- theapunkts vor d. Erwärmung.	Barometer- Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Auf- theapks. nach dem Erkalten.	Verrückung d. Aufthauptpunkts.	
						Durch die Erwärmung.	Durch den Luft- druck.
1827. 25. Novemb.	XIII.	6227	334,74	27616	6212	— 15	+
	XIV.	5924	-	26106	5913	11	—
	XV.	6998	-	25365	6984	14	—
— 26. November.	XVI.	6252	-	27337	6239	13	—
	XIII.	6216	338,04	27784	6211	— 5	+ 4 in 1 Tag.
	XIV.	5917	-	26476	5910	7	6 - -
	XV.	6988	-	25423	6979	9	4 - -
1828. 16. Januar.	XVI.	6212	-	27397	6231	11	3 - -
	XIII.	6222	334,42	27607	6215	— 7	+ 11 in 51 Tagen.
	XIV.	5926	-	26101	5920	6	16 - -
	XV.	6995	-	25356	6983	12	16 - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XVI.	6250	-	27322	6242	8	19 - -
	XIII.	6215	334,54	27613	6215	— 0	+
	XIV.	5920	-	26409	5920	0	—
	XV.	6983	-	25360	6983	0	—
— 17. Januar.	XVI.	6242	-	27333	6242	0	—
	XIII.	6219	338,09	27687	nicht beob-	—	+ 4 in 1 Tage.
	XIV.	5923	-	26478	acht.	—	3 - -
	XV.	6987	-	25427	—	—	4 - -
	XVI.	6244	-	27402	—	—	2 - -

Datum.	No. der Thermo- meter.	Lage des Auf- thaupunkts vor d. Erwärmung.	Barometer- Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts	Lage des Auf- thaupunkts nach dem Erkalten.	Verückung des Aufthaupunkts.	
						Durch die Erwärmung.	Durch den Luft- druck.
1828. 19. Januar.	XIII.	6221	338,30	27689	6216	— 5	—
	XIV.	5925	-	26174	5921	4	—
	XV.	6988	-	25422	6984	4	—
	XVI.	6240	-	27392	6237	3	—
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	338,28	27678	6215	— 1	—
	XIV.	5921	-	26174	5921	0	—
	XV.	6984	-	25422	6983	— 1	—
	XVI.	6237	-	27392	6238	+ 1	—
— 20. Januar.	XIII.	6220	337,92	27672	6220	— 0	+ 5 in 1 Tag.
	XIV.	5929	-	26464	5929	0	8 - -
	XV.	6990	-	25413	6992	+ 2	7 - -
	XVI.	6242	-	27385	6248	+ 6	4 - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6220	337,96	27668	6221	+ 1	—
	XIV.	5929	-	26465	5928	— 1	—
	XV.	6992	-	25415	6995	+ 3	—
	XVI.	6448	-	27387	6449	+ 1	—
— 16 Februar.	XIII.	6221	331,75	27559	6213	— 8	+ 0 in 27 Tagen.
	XIV.	5932	-	26356	5920	12	4 - -
	XV.	6989	-	25315	6987	12	4 - -
	XVI.	6252	-	27277	6435	17	3 - -

Datum.	No. der Thermo- meter.	Lage des Auf- thaupunkts vor d. Erwärmung	Barometer- Stand auf 0° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Auf- thaupkts. nach dem. Erkalten.	Verrückung des Aufthaupunkts.	
						Durch die Erwärmung.	Durch den Luft- druck.
1828. 17. Februar.	XIII.	6217	332,95	27584	6216	-1	+4 in 1 Tag.
	XIV.	5923	-	26377	5923	0	3 - - -
	XV.	6987	-	25331	6986	1	0 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XVI.	6437	-	27292	6433	4	2 - - -
	XIII.	6216	332,38	27574	6219	+3	-
	XIV.	5923	-	26366	5923	0	-
— 19. Februar.	XV.	6986	-	25320	6988	+2	-
	XVI.	6433	-	27278	6429	-4	-
	XIII.	6222	328,13	27503	6216	-6	+3 in 2 Tagen.
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIV.	5926	-	26294	5920	6	3 - - -
	XV.	6989	-	25255	6980	9	1 - - -
	XVI.	6432	-	27209	6430	2	3 - - -
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6216	328,08	27500	6217	+1	-
	XIV.	5920	-	26289	5920	0	-
	XV.	6980	-	25248	6983	3	-
— 20. Februar.	XVI.	6430	-	27202	6433	3	-
	XIII.	6221	329,35	27526	6219	-2	+4 in 1 Tag.
	XIV.	5924	-	26316	5922	2	4 - - -
	XV.	6983	-	25270	6979	4	0 - - -
	XVI.	6439	-	27236	6435	4	6 - - -

Datum.	No. der Thermo- meter.	Lage des Auf- haupts, vor d. Erwärmung.	Barometer- Stand auf 10° reducirt.	Lage des Siedepunkts.	Lage des Auf- haupts, nach dem Erkalten,	Verrückung des Aufhaupts.	
						Durch die Erwärmung.	Durch den Luft- druck.
Denselben Tag unmittelbar nachher.	XIII.	6219	329,20	27525	6219	—0	—
	XIV.	5922	—	26314	5921	1	—
	XV.	6979	—	25265	6975	4	—
	XVI.	6435	—	27224	6435	0	—
1628. 8. März.	XIII.	6230	—	—	—	—	+11 in 17 Tagen.
	XIV.	5931	—	—	—	—	9 - - -
	XV.	6980	—	—	—	—	1 - - -
	XVI.	6442	—	—	—	—	7 - - -
4. April.	XIII.	6230	—	Nach einer Erwärmung zu 40°	6228	—2	+0 in 22 Tagen.
	XIV.	5931	—		5929	2	0 - - -
	XV.	6981	—		6981	0	1 - - -
	XVI.	6442	—		6441	1	0 - - -
5. April	XIII.	6228	—	—	—	—	+0 in 1 Tag.
	XIV.	5932	—	—	—	—	3 - - -
	XV.	6982	—	—	—	—	1 - - -
	XVI.	6441	—	—	—	—	0 - - -

Sämmtliche Thermometer wurden zu gleicher Zeit und möglichst unter denselben Umständen langsam erwärmt, und langsam wieder abgekühlt. Dennoch zeigt die Verrückung des Aufthaupunktes einen sehr unregelmäßigen Gang; in Beobachtungsfehlern liegt der Grund nicht, weil diese nie 1 Theil betragen. Die stärkste Erniedrigung nach einer einzelnen Erwärmung beträgt $0^{\circ},081$ C. Bei den frühern Thermometern traten noch stärkere Erniedrigungen ein. Ueberhaupt ergaben sich hier die stärksten Erniedrigungen, wenn die Thermometer längere Zeit hindurch nicht erwärmt worden waren; dasselbe zeigte sich auch in den früheren Beobachtungen. Wurden die Thermometer unmittelbar nach einander zwei Mal erwärmt, so zeigte sich zum zweiten Male entweder gar keine, oder nur eine geringe Verrückung des Aufthaupunkts, die bald eine Erhöhung, bald eine Erniedrigung war. Dieser Umstand stimmt völlig mit der früher aufgestellten Ansicht des Grundes dieser Veränderung im Thermometer überein. Die ganze Verrückung des Aufthaupunktes ist bei den hier untersuchten Thermometern wenig beträchtlich; sie beträgt der Nummerfolge nach im Maximum 12—15—18—22 Theile, oder $0^{\circ},057$ — $0^{\circ},074$ — $0^{\circ},098$ — $0^{\circ},105$ C.; sie scheint also hier mit der Dünne der Kugelwände zuzunehmen. Diese Verrückung durch fortgesetzte Erwärmung und Abkühlung noch weiter zu treiben, würde wohl nicht möglich gewesen seyn.

Reducirt man die Lage des Siedepunkts auf eine constante Lage des Aufthaupunkts, und bezeichnet man die Lage des Siedepunkts beim niedrigsten Barometerstande mit Null, so erhält man folgende Tabelle, in welcher diejenigen Beobachtungen, die fast bei gleichem Barometerstande angestellt wurden, in ihrem mittlern Werthe aufgestellt worden sind.

Fortlau- fende Nummer	Datum.	Barome- ter.	Lage des Siedepunkts.			
			XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1.	19. Febr. 28.	328,10	0	0	0	0
2.	20. Febr. 28.	329,27	22	23	19	29
3.	16. Febr. 28.	331,75	55	55	59	61
4.	17. Febr. 28.	332,66	79	80	72	76
5.	16. Jan. 28.	334,48	108	113	102	118
6.	25. Nov. 27.	334,74	106	113	100	121
7.	20. Jan. 28.	337,91	167	166	156	177
8.	26. Nov. 27. u. 17. Jan. 28.	338,06	185	188	170	192
9.	19. Jan. 28.	338,29	179	182	169	189

Combinirt man je 2 dieser Beobachtungen, deren Barometerstände mehrere Linien aus einander liegen, mit einander, so erhält man für die Veränderung des Siedepunkts bei einer Veränderung im Luftdrucke von einer Linie Quecksilberhöhe folgende Werthe:

Nummer der combinirten Beobachtungen.	Veränderungen des Siedepunkts für jede Linien-Veränderung des Barometers.			
	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1 und 5	16,9	17,7	16,0	18,5
1 - 6	16,0	17,0	15,1	18,2
1 - 7	17,0	16,9	15,9	18,2
1 - 8	18,5	18,9	17,1	19,3
1 - 9	17,5	17,8	16,6	18,6
2 - 5	16,5	17,3	15,9	17,1
2 - 6	15,4	16,5	14,8	16,8
2 - 7	16,7	16,5	15,8	17,1
2 - 8	18,5	18,8	17,2	18,6
2 - 9	17,4	17,6	16,6	17,7
3 - 7	18,1	18,0	15,7	18,7
3 - 8	20,6	21,1	17,6	20,8
3 - 9	19,0	19,4	16,8	19,6
4 - 7	16,7	16,3	15,9	19,1
4 - 8	19,7	20,0	18,1	21,5
4 - 9	17,8	18,1	17,2	20,1
5 - 9	18,6	18,1	17,6	18,6
Mittel in Theilen	17,7	18,0	16,5	18,7
Mittel in Graden	0°,0848	0°,0865	0°,0886	0°,0889

Also das Mittel nach den Thermom. XIII., XIV., XV., XVI. = $0^{\circ},0872$
 Es war - - - - VII., VIII., IX., X. = $0^{\circ},0910$
 - - - - I. II. = $0^{\circ},0860$

Mittel nach allen diesen Thermometern = $0^{\circ},0881$

Ständen die hier berechneten Beobachtungen allein, so sollte man versucht werden, aus ihnen zu schliessen, die Gröfse der Verrückung des Siedepunkts hänge nicht allein vom Luftdrucke, sondern auch von der Dicke der Kugelhände ab. Gegen diese Folgerung, von welcher auch übrigens kein Grund möchte aufzufinden seyn, sprechen aber die Beobachtungen an den Thermometern VII., VIII., IX. und X. Die Thermometer VII. und X. haben die dickern, VIII. und IX. die dünnern Kugelhände; die Verrückung des Siedepunkts beträgt aber beziehungsweise $0^{\circ},094$ und $0^{\circ},091$, ferner $0^{\circ},089$ und $0^{\circ},092$, wie diefs frühere Berechnungen nachweisen.

Die Berechnung der Lage des Siedepunkts für 336,90 Linien Barometerstand führt nun zu folgenden Resultaten, wenn die Lage des Aufthaupunkts der Nummerfolge der Thermometer nach bei 6220, 5930, 6980 und 6440 angenommen wird.

Beobachtung bei e m Barometer- stande von	Lage des Siedepunkts bei 336,90 Linien Barometerstand			
	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
328,10 Linien	27659	26457	25392	27369
329,27 -	58	60	92	76
331,75 -	49	47	91	54
332,66 -	57	55	99	59
334,48 -	54	56	99	67
334,74 -	47	51	83	65
337,94 -	52	46	86	62
328,06 -	67	67	98	74
338,29 -	57	56	93	67
Mittlerer Stand	27655	26455	25392	27366
Größte Abweichung vom Mittel				
in Theilen	12	12	9	12
in Graden	0,057	0,059	0,049	0,057

Die Abweichungen vom Mittel sind hier sehr bedeutend. Sie bezeugen, dafs in den höhern Temperaturen die unregelmässigen Bewegungen in der Masse des Glases viel gröfser sind, als bei tiefern. Mehrere Beobachtungen kommen vor, die gleichzeitig alle über oder unter dem Mittel liegen. Man könnte glauben, diefs sey in der abnormen Temperatur des Wasserdampfes begründet. Diefs ist aber nicht der Fall. Der Grund liegt hauptsächlich darin, dafs die vier Thermometer eine sehr gleiche Beschaffenheit haben, und sehr gleichförmig behandelt wurden. Die innere Constitution des Glases mufste also in vielen Fällen von der Art seyn, dafs die Abweichungen vom Mittel nach derselben Seite fielen.

2. Die Ausdehnung der Thermometerkugel, durch den Druck der Quecksilbersäule des Thermometers bewirkt.

Ich habe schon die Versuche mitgetheilt, welche nachweisen, dafs die Thermometerkugel durch einen äufsern Druck von einer Atmosphäre sehr merklich zusammengepresst werde. Eben so habe ich nachgewiesen, wie stark der Druck einer Atmosphäre die Kugel an ein Paar Thermometern erweitert habe. Es mufste mir schon damals klar seyn, dafs der Druck der Quecksilbersäule im Thermometer selbst ebenfalls die Kugel erweitern werde. Ich erwähnte jedoch des Umstandes nicht, weil ich ihn noch nicht genau und nach allen Beziehungen untersucht hatte. Es schien mir zu gewagt, darüber Vermuthungen auszusprechen, in wie weit die hydrostatischen Gesetze auf das in dem sehr engen Röhrchen eines Thermometers eingeschlossene Quecksilber Anwendung finden. Ich habe diefs jetzt durch viele Versuche ausgemittelt, und theile dieselben hier mit.

Die meisten Beobachtungen wurden an den Thermometern No. XIII., XIV., XV. und XVI. gemacht. Zuerst untersuchte ich, wie stark die Kugel durch den Druck

einer Quecksilbersäule, die bis zum Aufthaupunkt reicht, erweitert werde. Die Längen dieser Säulen, vom Mittelpunkt der Kugel an gerechnet, betragen 3,66—3,39—3,89 und 3,42 Decimalzoll. Ich fand folgende Depressionen:

Datum.	Anzahl d. Beobacht.	Depression der Quecksilbersäule.			
		XIII.	XIV.	XV.	XVI.
1828. 16. Februar.	4	4	4	6	6
— Denselben Tag.	4	4	4	6	5
— 17. Februar.	5	4	4	5	6
— 5. April.	4	4	4	6	6
Mittel		4	4	6	6

Solche Beobachtungen haben darin ihre Schwierigkeit, daß die Kugeln der Thermometer ganz frei, ohne äußern Druck, im Schnee stecken müssen. Anfänglich erhielt ich etwas kleinere Depressionen (nur 1 Theil weniger). Nachdem ich obige Rücksicht sorgfältig genommen, blieben die Resultate übereinstimmend.

Es mußte nun die Depression bei einer längern Quecksilbersäule untersucht werden.

Diese Untersuchung hatte bei mittlerer Temperatur Schwierigkeiten. Nach mehreren vergeblichen Versuchen, die Thermometer so zu isoliren, daß sie möglichst zur Ruhe kämen, gelangte ich dahin, die Beobachtungen, aber noch immer gleichsam im Fluge, anstellen zu können. Der Kürze wegen muß ich hier die vielen angewendeten Vorsichtsmaßregeln mit Stillschweigen übergehen. Bei einer Länge der Quecksilbersäulen von respective 5,06—5,02—5,43—5,12 Decimalzoll erhielt ich folgende Resultate, denen ich noch die Depressionen, die an einem fünften Thermometer, das ich mit No. XVII. bezeichnen will, bei einer Quecksilberhöhe von 4,78 Decimalzoll beobachtet wurden, beifügen will. Das letztere Thermometer ist dasselbe, an welchem früher die Wirkungen des äußern Drucks beobachtet wurden. Die beiden zu-

sammengehörigen Beobachtungen wurden jedes Mal schnell hinter einander angestellt.

Depressionen bei mittlerer Druckhöhe.

Nummer der Beobachtungen.	XIII.		XIV.		XV.		XVI.		XVII.	
	verticale Lage.	horizontale Lage.	verticale Lage.	horizontale Lage.	verticale Lage.	horizontale Lage.	verticale Lage.	horizontale Lage.	verticale Lage.	horizontale Lage.
1.	28	36	36	42	48	57	19	29	95	105
2.	27	35	11	17	52	61	14	24	20	30
3.	27	34	11	17	52	60	05	14	15	25
4.	44	51	81	87	47	56	72	82	13	23
5.	26	33	18	34	39	48	69	79	63	72
6.	48	54	—	—	—	—	—	—	20	30
7.	49	56	—	—	—	—	—	—	58	67
8.	33	40	—	—	—	—	—	—	40	50
9.	—	—	—	—	—	—	—	—	18	28
10.	—	—	—	—	—	—	—	—	07	17
Mittlere Depression	7	0	6	0	9	0	10	0	10	0

Jetzt blieb noch übrig, die Depression für eine Quecksilbersäule, die bis zum Siedepunkte reichte, zu untersuchen. Die Fig. 1. Taf. III. stellt einen verticalen Durchschnitt des Apparats dar, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente. Der Aufsatz zu dem Kessel, in welchem ich den Siedepunkt beobachtete, reichte bei meinen frühern Versuchen nur bis *h*. Ich ließ den neuen Aufsatz in seinem größern Theile bis *edc* erhöhen. Um den Drehpunkt *a* bewegt sich ein Cylinder, dessen Höhe seinem Radius gleich ist, zwischen zwei Scheiben von gleichem Radius mit ihm. Wie dieser Cylinder das Thermometer und die Ansatzröhre aufnimmt, zeigt die Figur. Der eckige Seiten-Ansatz *defg* ist an den cylindrischen Aufsatz des Kessels gelöthet, und hält 4 Zoll in der Breite. Man sieht leicht ein, wie bei dieser Einrichtung das Thermometer vertical geneigt, und horizontal gestellt werden könne, ohne daß seine Kugel den Wänden des Apparats zu nahe komme. Durch Eintheilung der Scheibe *a* läßt sich dem Thermometer genau eine verlangte Neigung

zum Horizonte geben. Bei c , das jedoch hinter dem Durchschnitte liegt, den die Figur darstellt, läßt sich ein zweites Thermometer anbringen, das die Versicherung über eine constante Temperatur im Kessel giebt. Unten zur Seite ist ein Schieber angebracht, um den Dampf auszulassen. Die Beobachtungen ließen sich nun bequem und mit großer Sicherheit anstellen. Die Druckhöhen der Quecksilbersäulen waren hier 12,04 — 11,71 — 11,32 — 11,66 — 11,76 Decimalzoll. Die folgende Tafel stellt die einzelnen Beobachtungen dar.

Depressionen bei großer Druckhöhe.

Nummer der Beobachtungen.	XIII.			XIV.			XV.			XVI.			XVII.		
	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.	senkrecht.	30° Neigung.	horizontal.
1.	28	35	43	22	31	38	19	28	36	40	51	63	70	80	92
2.	27	34	43	22	30	38	18	27	36	39	50	63	70	80	92
3.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	50	62	70	80	92
4.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	49	62	70	80	92
5.	—	—	—	—	—	—	18	27	36	39	50	62	70	80	91
6.	—	—	—	—	—	—	18	27	36	39	50	62	—	—	—
Mittel.	27	35	43	22	30	38	18	27	36	39	50	62	70	80	92
Depression	16	8	0	16	8	0	18	9	0	23	11	0	22	10	0

Berechnet man nun aus den beobachteten Depressionen bei großer Druckhöhe, die Depressionen bei mittlerer und niedriger Druckhöhe, und stellt diese Resultate mit den obigen Beobachtungen zusammen, so ergibt sich, in wie weit die Depression der Druckhöhe proportional ist.

Wirkung des innern Drucks der Quecksilbersäule auf die Wände der Thermometerkugel.

No. des Ther- mometer.	Hoher Druck.			Mittlerer Druck.			Niederer Druck.			Dicke	
	Druckhöhe.	Depression		Druckhöhe.	Depression		Druckhöhe.	Depression			
		senkr. Stand.	30° Neigung.		beobachtet.	berechnet.		beobachtet.	berechnet.	der Kugel.	der Röhre.
XIII.	12,04	16	8	5,06	7	6,7	3,66	4	4,8	0,26	0,12
XIV.	11,71	16	8	5,02	6	6,9	3,39	4	1,6	0,29	0,12
XV.	11,32	18	9	5,43	9	8,6	3,89	6	6,2	0,35	0,10
XVI.	11,66	23	11	5,12	9	11,0	3,42	6	6,6	0,36	0,10
XVII.	11,76	22	10	4,78	10	9,0	—	—	—	0,36	0,11

Diese Zusammenstellung lehrt, daß die Wirkung des Drucks der Quecksilbersäule den Druckhöhen sehr nahe proportional ist. Es scheint, als ob der Druck einer sehr niedrigen Säule nicht ganz so groß sey, als er der Berechnung nach seyn müßte. Vielleicht ist diese Abweichung zum Theil darin begründet, daß die Thermometerkugeln sich im Schnee, aller angewandten Vorsicht ungeachtet, nicht ganz frei ausdehnen konnten. Bei 30° Neigung ist die Wirkung des Drucks bei zwei Thermometern etwas weniger, als halb so groß, als bei senkrechtem Stande; sie sollte genau nur halb so groß seyn.

Bei dem Thermometer No. XVII. ist früher die Wirkung des äußern Drucks untersucht worden. Sie betrug

für 41 Zoll Druckhöhe	59 Theile;	also für 1 Zoll	1,44 Theil.
- 29 -	- 41,6 -	- 1 -	1,44 -
- 21½ -	- 29,6 -	- 1 -	1,38 -
<hr/>			
Im Mittel für 1 Zoll			1,42 Theil.

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen beträgt sie

für 11,76 Dec. Z. Druckhöhe	22 Th.;	also für 1 Duodec. Z.	1,36 Th.
- 4,78 -	- 10 -	- 1 -	1,45 -
<hr/>			
Im Mittel für 1 Zoll			1,41 Th.

Die beiden Mittel weichen weniger von einander ab, als die zusammengehörigen Zahlen unter sich von einander verschieden sind.

Aus dem Ganzen folgt, daß der Druck der Quecksilbersäule, die in dem Haarröhrchen des Thermometers eingeschlossen ist, ziemlich genau dem hydrostatischen Gesetze gemäß auf die Kugelwände drückt.

Da die Depressionen der Quecksilbersäule ihrer Länge genau genug proportional sind, so stören sie die Richtigkeit des Thermometers nicht, wenn es nur immer in senkrechter Lage beobachtet wird. Kann es nicht anders als in senkrechter Lage beobachtet werden, so muß man wegen der Depression Rechnung halten.

Da sich der Luftdruck nicht selten um einen Zoll Quecksilberhöhe und mehr verändert, und eine Druck-

höhe von 1 Zoll bei den Thermometern XIII., XIV., XV., XVI. und XVII. eine Erhebung von mehr als 1 Theile der Säule bewirkt; so ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, bei sehr genauen Temperaturbeobachtungen auch über diese Verrückungen des Aufthaupunkts Rechnung zu führen.

Die Thermometer VII., IX. und X. zeigten bei einer Druckhöhe von respective 2,19 — 2,46 — 2,97 Decimalzoll eine allen gemeinschaftliche Depression von zwei Theilen; bei einer Druckhöhe von 3,44 — 3,91 — 4,12 Decimalzoll eine Depression von 4 Theilen. Dieses sind Ergebnisse von wenig sorgfältigen Beobachtungen.

3. Bemerkungen über die angewendeten Rechnungsmethoden, und über das Calibriren der Thermometer.

Es ist mein Bestreben gewesen, bei meiner Arbeit über das Thermometer alle Rechnungen möglichst einfach und elementar zu halten. Meine Untersuchungen sollten auch solchen zugänglich seyn, die in höhern und verwickelteren Berechnungen weniger geübt sind. Darum habe ich nicht die Methode der kleinsten Quadratsummen der Fehler angewendet, die mir bei einigen Bestimmungen wahrscheinlich etwas schärfere Resultate geliefert haben würde, als meine eigene Rechnungsart; doch werde ich in meinen Rechnungen wesentliche Zwecke durchaus nicht verfehlt haben. Die früher von mir mitgetheilte Methode zur Berechnung der Capacität der Thermometerröhren in ihren verschiedenen Abtheilungen ist durchaus elementar, sie ist leicht ausführbar, und genügt vollkommen, wenn die Röhren irgend eine regelmäßige Stelle von einigem Umfange haben. Ich habe mich erst später überzeugt, daß die letztere Voraussetzung nicht immer gemacht werden kann. Die vier von mir zuletzt calibrierten Röhren (XIII., XIV., XV., XVI.) waren so unregelmäßig, daß die beschriebene Methode nicht angewendet werden konnte. Ich verfuhr auf folgende Weise. Zuerst wurde die Länge eines Fadens von etwa 12000 Theilen in allen Theilen

der Röhre, indem er jedesmal 200 Theile fortrückte, beobachtet. Diese Beobachtungen wurden dreifach angestellt, und aus den drei Reihen wurde das Mittel genommen. Ferner wurde der mittlere Theil der Röhre in einer Ausdehnung von 12000 Theilen (Länge des ersten Fadens) auf dieselbe Art erst durch einen Faden von 5000 Theilen, dann durch einen andern von 2000 Theilen Länge untersucht. Für jede Fadenlänge wurden 3 Reihen beobachtet, und aus ihnen das Mittel genommen. Nun wurden die Capacitäten der Röhrenstrecken von 200 zu 200 Theilen in diesem mittlern Theile mit $a, b, c, \dots a', b', c', \dots a'', b'', c'', \dots$ bezeichnet. Wenn nun z. B. der Quecksilberfaden in der Strecke a um 200 Theile fortrückte, während er oben etwa bei b' nur um 198 Theile fortschritt, so war $a = \frac{1}{2} \frac{9}{0} \frac{8}{2} b' = \frac{2}{7} \frac{0}{0} \frac{0}{2} b'$. Schritt ferner der Faden bei b' um 200 Theile fort, während er bei c'' um 196 Theile emporstieg, so war $b' = \frac{1}{2} \frac{9}{0} \frac{8}{0} c'' = \frac{2}{7} \frac{0}{0} \frac{0}{2} c''$. Folglich $a = \frac{2}{7} \frac{0}{0} \frac{0}{2} c''$. Man sieht leicht ein, daß hier durch Vernachlässigung von Größen der zweiten Ordnung, die durchaus nicht in Betracht kommen, die Zahlen sehr einfach gehalten werden. Jede Ablesung für die beiden kürzern Fäden, mit Ausnahme der ersten, giebt auf diese Art zwischen den unbekannten Größen eine Gleichung, wovon allerdings durch Zufall eben nicht alle unabhängig von einander sind. Man wird aber immerhin, wenn nicht der Zufall sehr unglücklich waltet, leicht doppelt so viele von einander unabhängige Gleichungen erhalten, als unbekannte Größen da sind. Ihre Auflösung ist sehr leicht, und macht bei Anwendung der obigen Abkürzung wenig Mühe. So erhält man für jede unbekannte GröÙe wenigstens zwei Zahlenwerthe, aus welchen man das Mittel nimmt. Diese substituirt man statt der Buchstaben im mittlern Theile der Röhre, und bestimmt die Räume der äußern Theile nach den Beobachtungen am ersten Faden. Wenn ich nach solchem Verfahren die nun bestimmten Capacitäten der Röhrenstrecken mit sämmtlichen beobachteten Fadenlän-

gen verglich; so fand ich nur selten Abweichungen von 1 Theile, nie gröfsere. Ich konnte nun versichert seyn, dafs die fernere Auswerthung der willkürlichen Eintheilung in Graden nur selten Fehler von 1 Theile, und nie gröfsere haben werde.

Beim Calibriren sollen Räume von 200 zu 200 Theilen mit einander verglichen werden. Beim Beobachten der Länge des Quecksilberfadens vergleichen sich Räume mit einander, wovon zwar der untere zwischen den vorausbestimmten Theilstrichen liegt, nicht aber der obere. Die obern Räume müssen nun vor der Berechnung durch Interpolation gleichsam zwischen die vorausbestimmten Theilstriche hingeschoben werden.

Die gröfste Schwierigkeit beim Calibriren der Thermometer liegt darin, dafs es sehr schwer ist, im Verlaufe einer Beobachtungsreihe einen Quecksilberfaden von 12000 Theilen Länge so genau in gleicher Temperatur zu erhalten, dafs die Beobachtungen dadurch nicht gestört werden. Eine Temperatur-Differenz von 1° C. giebt hier schon eine Veränderung in der Länge des Fadens von 2 Theilen. Um nun eine Temperaturveränderung von $\frac{1}{2}$ Grade zu verhüten, sorgte ich vorab dafür, dafs die strahlende Wärme des Körpers das Thermometer und seine Umgebung möglichst wenig traf. Die Wärme konnte nicht ganz abgehalten werden. Es wurde darum ein zweites Thermometer dicht neben die zu calibrirende Röhre gelegt; veränderte dieses seinen Stand um $\frac{1}{4}^{\circ}$, so wurden die Beobachtungen auf kurze Zeit unterbrochen. Trotz der häufigen Unterbrechungen mufste eine ganze Reihe von Beobachtungen schnell genug vollendet seyn, damit sich in der Zeit die Temperatur des Beobachtungsortes nicht um $\frac{1}{4}^{\circ}$ änderte. Zur Controlle wurde unmittelbar nach der letzten Beobachtung im obersten Theile der Röhre, die Länge des Quecksilberfadens am untern Theile bestimmt, welche mit der früher im Anfang abgelesenen Länge zusammenfallen mufste.