

Endlich kann ich den Wunsch nicht unterdrücken, daß mehrere Physiker sich ähnliche Apparate, als der von mir genau beschriebene ist, anschaffen und die Versuche wiederholen mögen, damit die, seit Fresnel's erster Beobachtung vielfach besprochenen, für die Thermo-Electricität und hauptsächlich für den tellurischen Magnetismus so höchst wichtigen Erscheinungen recht bald eine allgemeinere Bekanntwerdung und festere Begründung erhalten.

IV. *Ueber die physischen Ursachen der täglichen Veränderungen des Barometer;*
von H. W. Dove.

Die Regelmäßigkeit, mit welcher in tropischen Gegenden das Barometer zweimal täglich steigt und fällt, hat alle Reisenden, welche dort beobachteten, in Erstaunen gesetzt. Aber noch merkwürdiger ist es, daß bei den gewaltsamsten Veränderungen der Atmosphäre der gemäßigten Zone, nicht nur im Mittel aus vielen Beobachtungen, sondern fast in jedem einzelnen Falle sich jene stille Gesetzmäßigkeit eines täglichen Wechsels geltend macht. Denn unter den barometrischen Extremen der sogenannten unregelmäßigen Veränderungen finden sich die niedrigsten Stände am häufigsten 3 Uhr Nachmittags, zur Zeit des täglichen Minimum, die höchsten 9 Uhr Vormittags, zur Zeit des täglichen Maximum. Für Paris fand ich z. B. in 10 Jahren

		Max.	Min.
Morgens	9 U.	83	17
Nachmittags	3 -	1	54

ein Beweis, daß die täglichen Veränderungen von den unregelmäßigen Schwankungen des Barometer durchaus unabhängig sind.

Die Schwierigkeit, für die quantitative Bestimmung einer Erscheinung, welche eine tägliche Periode befolgt, hinreichende Data zu erhalten, ist durch die unermüdete Ausdauer vieler Beobachter beseitigt worden. Die reiche Zusammenstellung, welche wir Hrn. v. Humboldt im 10. Bande seiner Reise verdanken, die Berechnungen, welche Hällström in diesen Annalen, und Carlini im 5. Bande der Zeitschrift von Baumgärtner und Ettinghausen auf, der Zeit nach, gleich weit von einander abstehende Beobachtungen gegründet haben, und einige einzelne Abhandlungen über dieselbe Erscheinung an einem bestimmten Orte, haben so viele und so sichere empirische Elemente für eine Theorie des Phänomens geliefert, daß es auffallen muß, daß man den abentheuerlichen Hypothesen, welche von Zeit zu Zeit über diesen Gegenstand so mannigfacher mühevoller Untersuchung bekannt gemacht werden, als Widerlegung nichts anders als ihre eigene Unhaltbarkeit gegenüber stellen kann. Aus den nachfolgenden Untersuchungen wird hervorgehen, daß nur deswegen diese Erscheinung so räthselhaft sich zeigte, weil man die Bedingungen nicht sonderte, welche in sie eintreten.

Was zunächst die dynamischen Ursachen betrifft, so sind diese von Laplace bestimmt worden, nämlich:

- 1) die directe Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Atmosphäre,
- 2) das periodische Steigen und Fallen des Oceans, als der beweglichen Grundlage derselben,
- 3) die Anziehung des Meeres, dessen Gestalt veränderlich ist, auf sie.

Wäre die hieraus abgeleitete Ebbe und Fluth der Atmosphäre gleich den täglichen Oscillationen des Barometer, so wäre die Erscheinung nur eine astronomische. Aus den Berechnungen von Bouvard hat sich für die Mondfluth eine geringe Quantität ergeben; man kann daraus auf die geringe Gröfse der directen Einwirkung der

Sonne schliessen, da sie sich nicht aus den in Beziehung auf die Sonne zu gleichen Zeiten angestellten Beobachtungen bestimmen läßt. Die dritte Einwirkung sieht Laplace als unerheblich an. Ueber die zweite besitzen wir keine Beobachtungen, welche besonders angestellt wären, sie zu messen. Da aber die täglichen Barometerveränderungen an Küsten, wo keine Ebbe und Fluth des Meeres ist, sich analog verhalten, wie da, wo diese sehr bedeutend ist, so kann sie nur unerheblich seyn.

Bei jenen Betrachtungen ist das Meer als die Grundlage der Atmosphäre angenommen. Man könnte dagegen einwenden, daß, da das Wasser Luft absorbire, jene Annahme nicht verstatet sey. Bestimmt man aber nach dem bekannten Dichtigkeits-Verhältniß der absorbirten zu den unabsorbirten Gasarten für eine mittlere Tiefe des Meeres von 3 — 4000 Meter die Quantität der absorbirten Luft, so erhält man eine gegen das Gewicht der Atmosphäre zu vernachlässigende Gröfse.

Die täglichen Veränderungen des Barometers müssen also noch andere Ursachen haben, als jene dynamischen.

Da die trockne Luft und die mit ihr vermischten Wasserdämpfe gemeinschaftlich auf das Barometer drücken, die in ihm gehobene Quecksilbersäule also aus zwei Theilen besteht, deren einer durch die trockne Luft, der andere durch die Wasserdämpfe getragen wird, so sieht man leicht ein, daß, da mit steigender Wärme die Dichtigkeit der Luft sich mindert, während die Verdampfung steigt, die täglichen Barometerveränderungen mit dem täglichen Temperaturwechsel nicht in einem leicht übersichtlichen Zusammenhange stehen werden. So lange wir nämlich nicht das quantitative Verhältniß beider, zugleich aber in entgegengesetztem Sinne stattfindenden, Veränderungen kennen, läßt sich nicht einmal bestimmen, ob der Gesamtdruck mit einem Wachsen der Wärme zu- oder abnehmen wird, ob nicht vielleicht in einem Theile des Tages das Uebergewicht auf Seiten der einen Verände-

runge ist, den übrigen Theil des Tages auf Seiten der andern. Es ist daher klar, dafs nur durch das gleichzeitige Beobachten des Barometers und Hygrometers ein Verständnifs der täglichen Veränderungen zu erwarten ist. Auf diese Nothwendigkeit habe ich schon in einer früheren Abhandlung aufmerksam gemacht, die dort benutzten Beobachtungen waren aber nicht geeignet, die Aufgabe selbst zu lösen. Ich werde diess jetzt durch die Berechnung der Beobachtungen zu thun versuchen, welche Hr. Dr. Neuber in Apenrade angestellt hat, und welche im 1. Bande der *Collectanea meteorologica sub auspiciis societatis scientiarum Danicae edita* abgedruckt sind.

Das Barometer und das Daniell'sche Hygrometer ist täglich 10 Mal, nämlich um 7, 9, 11, 12, 1, 3, 5, 7, 9 und 11 Uhr ein Jahr hindurch, vom Juni 1824 bis Mai 1825, beobachtet. Aus dem Condensationspunkte habe ich nun für jede einzelne Beobachtung nach der Dalton'schen Tabelle die Elasticität des Wasserdampfes bestimmt, nach Reduction auf französisches Maafs durch Abziehen von der gleichzeitigen Barometerhöhe den Druck der trocknen Luft erhalten, und so die folgenden Tafeln construirt, in welche nur die Tage aufgenommen sind, wo keine Beobachtung ausgefallen ist, um nicht willkürlich interpoliren zu müssen.

Elasticität des Wasserdampfes in par. Linien.

	7	9	11	12	1	3	5	7	9	11	Veränderung.	$\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V}$
Januar	2 ^m ,545	2 ^m ,567	2 ^m ,624	2 ^m ,713	2 ^m ,747	2 ^m ,691	2 ^m ,613	2 ^m ,556	2 ^m ,556	2 ^m ,556	0 ^m ,202	31
Februar	2,195	2,195	2,365	2,444	2,466	2,455	2,286	2,162	2,150	2,150	0 ^m ,316	28
März	2,072	2,195	2,320	2,376	2,441	2,410	2,263	2,150	2,128	2,117	0 ^m ,372	31
April	2,996	3,299	3,479	3,570	3,592	3,603	3,432	3,176	3,119	2,973	0 ^m ,630	30
Mai	3,570	3,941	4,099	4,135	4,177	4,088	4,031	3,839	3,570	3,333	0 ^m ,844	31
Juni	4,932	5,191	5,528	5,698	5,653	5,630	5,405	5,101	4,685	4,347	1 ^m ,251	26
Juli	5,461	5,900	6,216	6,216	6,340	6,362	6,125	5,799	5,214	4,999	1 ^m ,363	30
August	5,236	5,777	6,272	6,463	6,576	6,452	6,261	5,731	5,315	4,954	1 ^m ,621	30
September	4,876	5,709	6,279	6,069	6,182	6,272	6,017	5,573	5,226	4,909	1 ^m ,396	26
October	3,637	3,930	4,256	4,311	4,369	4,335	4,133	3,896	3,828	3,750	0 ^m ,732	31
November	2,951	2,984	3,187	3,243	3,221	3,164	3,065	3,029	2,996	2,973	0 ^m ,292	30
December	2,725	2,725	2,815	2,826	2,849	2,849	2,803	2,758	2,725	2,725	0 ^m ,124	31

Druck der trocknen Luft.

	7	9	11	12	1	3	5	7	9	11	Veränderung.
Jan.	335 ^m ,600	335 ^m ,654	335 ^m ,610	335 ^m ,475	335 ^m ,388	335 ^m ,404	335 ^m ,569	335 ^m ,593	335 ^m ,628	335 ^m ,645	0 ^m ,266
Febr.	335 ^m ,725	335 ^m ,740	335 ^m ,661	335 ^m ,557	335 ^m ,473	335 ^m ,495	335 ^m ,769	335 ^m ,970	336 ^m ,006	336 ^m ,016	0 ^m ,543
März	337 ^m ,386	337 ^m ,272	337 ^m ,126	337 ^m ,045	336 ^m ,915	336 ^m ,902	337 ^m ,096	337 ^m ,309	337 ^m ,435	337 ^m ,560	0 ^m ,658
April	333 ^m ,761	333 ^m ,561	333 ^m ,268	333 ^m ,140	333 ^m ,068	332 ^m ,964	333 ^m ,085	333 ^m ,444	333 ^m ,578	333 ^m ,784	0 ^m ,820
Mai	333 ^m ,823	333 ^m ,465	333 ^m ,299	333 ^m ,255	333 ^m ,208	333 ^m ,272	333 ^m ,302	333 ^m ,570	333 ^m ,968	334 ^m ,305	1 ^m ,097
Juni	331 ^m ,240	330 ^m ,987	330 ^m ,619	330 ^m ,417	330 ^m ,437	330 ^m ,392	330 ^m ,660	331 ^m ,019	331 ^m ,470	331 ^m ,823	1 ^m ,431
Juli	330 ^m ,660	330 ^m ,262	329 ^m ,895	329 ^m ,933	329 ^m ,806	329 ^m ,812	330 ^m ,072	330 ^m ,414	331 ^m ,048	331 ^m ,289	1 ^m ,483
Augst	331 ^m ,090	330 ^m ,562	330 ^m ,114	329 ^m ,938	329 ^m ,814	329 ^m ,905	330 ^m ,074	330 ^m ,606	330 ^m ,982	331 ^m ,352	1 ^m ,538
Septbr.	332 ^m ,422	331 ^m ,666	331 ^m ,405	331 ^m ,295	331 ^m ,137	330 ^m ,958	331 ^m ,204	331 ^m ,812	332 ^m ,092	332 ^m ,510	1 ^m ,552
Octbr.	329 ^m ,898	329 ^m ,713	329 ^m ,417	329 ^m ,331	329 ^m ,229	329 ^m ,163	329 ^m ,361	329 ^m ,618	329 ^m ,674	329 ^m ,741	0 ^m ,735
Novbr.	328 ^m ,976	329 ^m ,093	329 ^m ,040	328 ^m ,980	328 ^m ,949	328 ^m ,936	329 ^m ,025	329 ^m ,088	328 ^m ,894	328 ^m ,717	0 ^m ,376
Decbr.	330 ^m ,314	330 ^m ,423	330 ^m ,291	330 ^m ,238	330 ^m ,104	329 ^m ,936	330 ^m ,013	330 ^m ,165	330 ^m ,310	330 ^m ,370	0 ^m ,478

Veränderungen des Barometers.

	7	9	11	12	1	3	5	7	9	11	Veränderung.
Jan.	338", 145	338", 221	338", 234	338", 188	338", 135	338", 095	338", 182	338", 149	338", 184	338", 201	0", 139
Febr.	337, 920	337, 935	338, 026	338, 001	337, 939	337, 950	338, 055	338, 132	338, 156	338, 166	0, 227
März	339, 458	339, 467	339, 446	339, 421	339, 359	339, 312	339, 359	339, 459	339, 563	339, 677	0, 365
April	336, 757	336, 760	336, 747	336, 710	336, 660	336, 567	336, 517	336, 620	336, 697	336, 757	0, 240
Mai	337, 393	337, 406	337, 398	337, 388	337, 385	337, 360	337, 333	337, 409	337, 538	337, 638	0, 305
Juni	336, 172	336, 178	336, 147	336, 115	336, 090	336, 022	336, 065	336, 120	336, 155	336, 170	0, 156
Juli	336, 121	336, 162	336, 111	336, 149	336, 146	336, 174	336, 197	336, 213	336, 262	336, 282	0, 161?
Augst	336, 326	336, 339	336, 386	336, 401	336, 390	336, 357	336, 335	336, 337	336, 297	336, 306	0, 104?
Sept.	337, 298	337, 375	337, 384	337, 364	337, 319	337, 230	337, 251	337, 385	337, 318	337, 419	0, 189
Octb.	333, 535	333, 643	333, 673	333, 642	333, 598	333, 498	333, 494	333, 514	333, 502	333, 494	0, 041
Novbr.	331, 927	332, 077	332, 227	332, 213	332, 170	332, 100	332, 110	332, 117	331, 880	331, 690	0, 537?
Decbr.	333, 039	333, 148	333, 106	333, 064	332, 953	332, 758	332, 816	332, 923	333, 035	333, 095	0, 363

Das Resultat dieser Sonderung ist sehr überraschend. Man sieht, daß die täglichen Veränderungen des Barometers die Unterschiede zweier viel bedeutender Veränderungen sind, welche vom Winter nach dem Sommer zu sehr rasch zunehmen. Um den Gang dieser Veränderungen innerhalb der täglichen Periode näher zu ermitteln, bedienen wir uns der Formel von Bessel $\alpha^{(x)} = u + u' \sin (x + U') + u'' \sin (2x + U'')$ deren Constanten nach der Theorie der kleinsten Quadrate, wenn $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{(n-1)}$ n gleich weit von einander abstehende, innerhalb der ganzen Periode vertheilte Beobachtungen bezeichnen, u. $z = \frac{2\pi}{n}$ durch folgende Gleichungen gegeben werden:

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{n} \left[\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{n-1} \right] \\ u' \sin U' &= \frac{2}{n} \left[\alpha_0 + \alpha_1 \cos z + \alpha_2 \cos 2z + \dots + \alpha_{n-1} \cos (n-1)z \right] \\ u' \cos U' &= \frac{2}{n} \left[\alpha_1 \sin z + \alpha_2 \sin 2z + \dots + \alpha_{n-1} \sin (n-1)z \right] \\ u'' \sin U'' &= \frac{2}{n} \left[\alpha_0 + \alpha_1 \cos 2z + \alpha_2 \cos 4z + \dots + \alpha_{n-1} \cos (n-1)2z \right] \\ u'' \cos U'' &= \frac{2}{n} \left[\alpha_1 \sin 2z + \alpha_2 \sin 4z + \dots + \alpha_{n-1} \sin (n-1)2z \right] \end{aligned}$$

Da aber in unsern Beobachtungen die Morgenbeobachtungen um 1, 3 und 5 Uhr fehlen, wenn man $n=12$ setzt, so werden, wenn wir jene fehlenden Beobachtungen, welche die $n-3$ te, $n-2$ te, $n-1$ ste seyn mögen, mit x, y, v bezeichnen, die gesuchten Constanten erst nach Elimination dieser Unbekannten sich bestimmen lassen. Diese Elimination erhält man aber, wenn der Kürze wegen

$$\begin{aligned} u &= p \\ u' \sin U' &= p' \\ u' \cos U' &= q' \\ u'' \sin U'' &= p'' \\ u'' \cos U'' &= q'' \end{aligned}$$

gesetzt wird, aus den Gleichungen

$$\begin{aligned}x &= p + p' \cos(n-3)z + q' \sin(n-3)z + p'' \cos(n-3)2z \\ &\quad + q'' \sin(n-3)2z \\ y &= p + p' \cos(n-2)z + q' \sin(n-2)z + p'' \cos(n-2)2z \\ &\quad + q'' \sin(n-2)2z \\ v &= p + p' \cos(n-1)z + q' \sin(n-1)z + p'' \cos(n-1)2z \\ &\quad + q'' \sin(n-1)2z.\end{aligned}$$

Für unsern Fall, wo α_0 die Beobachtung um 7 Uhr, α , die um 9 u. s. f. mit Weglassung der Mittagsbeobachtung seyn mag, wird

$$\begin{aligned}x &= p - q' - p'' \\ y &= p + \frac{1}{2}(p' - p'') - (q' + q'') \cos 30^\circ \\ v &= p + \frac{1}{2}(p'' - q') + (p' - q'') \cos 30^\circ\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}12p &= a + x + y + v \\ 12p' &= b + y + 2v \cos 30^\circ \\ 12q' &= c - 2x - 2y \cos 30^\circ - v \\ 12p'' &= d - 2x - y + v \\ 12q'' &= e - 2y \cos 30^\circ - 2v \cos 30^\circ\end{aligned}$$

wo nämlich

$$\begin{aligned}a &= \alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 \dots \alpha_8 \\ b &= 2(\alpha_0 - \alpha_6) + \alpha_2 - \alpha_4 - \alpha_8 + (\alpha_1 - \alpha_5 - \alpha_7) \cos 30^\circ \\ c &= 2\alpha_3 + \alpha_1 + \alpha_5 - \alpha_7 + 2(\alpha_2 + \alpha_4 - \alpha_8) \cos 30^\circ \\ d &= 2(\alpha_0 + \alpha_6 - \alpha_3) + \alpha_1 + \alpha_5 + \alpha_7 - \alpha_2 - \alpha_4 - \alpha_8 \\ e &= 2(\alpha_1 - \alpha_5 + \alpha_7 + \alpha_2 - \alpha_4 + \alpha_8) \cos 30^\circ\end{aligned}$$

bezeichnet. Daraus also

$$\begin{aligned}(28 - 16 \cos 30^\circ)x &= 9a + \frac{7}{4}b - \frac{61}{8}c - \frac{43}{8}d - \frac{9}{4}e \\ &\quad + (2a + \frac{1}{4}b - \frac{3}{2}c + \frac{1}{2}d - \frac{1}{4}e) \cos 30^\circ \\ 8v &= 8x + \frac{1}{2}c + \frac{3}{2}d + (b - e) \cos 30^\circ \\ 2(1 + \cos 30^\circ)y &= 7x - v - a + c + d.\end{aligned}$$

Diese Werthe von x y v werden nun in die Gleichungen für $pp'q'p''q''$ substituirt, welches mir bequemer scheint, als wenn man ohne Rücksicht auf die Combinationen, welche $\alpha_0 \alpha_1 \dots$ in den Werthen der p und q erhalten, die Unbekannten unmittelbar aus $\alpha_0 \alpha_1 \dots$ bestimmt, und dann erst die Combinationen für p, q voll-

führt. Dafs die Formeln nicht auf willkürlich interpolirte Beobachtungen gegründet werden dürfen, leuchtet ein, da der Zweck, die wahrscheinlichsten Werthe der Constanten aus den wirklich angestellten Beobachtungen zu erhalten, sonst verfehlt wird.

Für die Jahreszeiten erhielt ich nun folgende Mittel:

Wasserdampf.

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr.
7	5",225	3",772	2",500	2",883	3",570
9	5,641	4,133	2,511	3,141	3,828
11	6,024	4,402	2,613	3,299	4,042
Mittag 12	6,148	4,470	2,669	3,355	4,133
1	6,216	4,515	2,691	3,401	4,177
3	6,170	4,515	2,680	3,366	4,155
5	5,956	4,335	2,578	3,243	3,997
7	5,562	4,099	2,511	3,051	3,784
9	5,160	3,952	2,488	2,939	3,582
11	4,785	3,828	2,488	2,803	3,468

Trockne Luft.

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr.
7	330",983	330",333	333",816	334",998	332",584
9	330,588	330,085	333,874	334,748	332,378
11	330,194	329,881	333,790	334,577	332,178
Mittag 12	330,080	329,791	333,696	334,497	332,069
1	329,998	329,703	333,598	334,412	331,981
3	330,022	329,616	333,561	334,393	331,951
5	330,245	329,816	333,716	334,506	332,125
7	330,667	330,090	333,832	334,791	332,392
9	331,082	330,131	333,914	335,007	332,613
11	331,520	330,226	333,963	335,235	332,769

Barometer.

	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.	Jahr.
7	336 ^m ,208	334 ^m ,105	336 ^m ,316	337 ^m ,881	336 ^m ,154
9	336 ^m ,229	334 ^m ,218	336 ^m ,385	337 ^m ,889	336 ^m ,206
11	336 ^m ,218	334 ^m ,283	336 ^m ,403	337 ^m ,876	336 ^m ,220
Mittag 12	336 ^m ,228	334 ^m ,261	336 ^m ,365	337 ^m ,852	336 ^m ,202
1	336 ^m ,214	334 ^m ,218	336 ^m ,289	337 ^m ,813	336 ^m ,158
3	336 ^m ,192	334 ^m ,131	336 ^m ,241	337 ^m ,759	336 ^m ,106
5	336 ^m ,201	334 ^m ,151	336 ^m ,294	337 ^m ,749	336 ^m ,122
7	336 ^m ,229	334 ^m ,189	336 ^m ,343	337 ^m ,842	336 ^m ,176
9	336 ^m ,242	334 ^m ,083	336 ^m ,402	337 ^m ,946	336 ^m ,195
11	336 ^m ,305	334 ^m ,054	336 ^m ,451	338 ^m ,038	336 ^m ,237

Die daraus abgeleiteten Formeln sind, wenn e die Elasticität des Wasserdampfes bezeichnet, p den Druck der trocknen Luft, x den von 7 Uhr Morgens an gezählten Stundenwinkel, folgende:

$$\begin{aligned}
 \text{Jahr } e(x) &= 3'' ,732 + 0'' ,4086 \sin(x - 14^\circ 15') + 0'' ,0522 \sin(2x + 266^\circ 5') \\
 \text{Som. } e(x) &= 5'' ,3965 + 0'' ,8296 \sin(x - 12^\circ 18') + 0'' ,0079 \sin(2x - 15^\circ 12') \\
 \text{Herbst } e(x) &= 4'' ,0389 + 0'' ,4549 \sin(x - 20^\circ 37') + 0'' ,0902 \sin(2x - 66^\circ 52') \\
 \text{Winter } e(x) &= 2'' ,5544 + 0'' ,0714 \sin(x - 7^\circ 43') + 0'' ,0641 \sin(2x + 241^\circ 58') \\
 \text{Frühl. } e(x) &= 3'' ,0194 + 0'' ,3586 \sin(x - 14^\circ 31') + 0'' ,0445 \sin(2x - 55^\circ 21') \\
 \text{Jahr } p(x) &= 332'' ,4376 + 0'' ,4220 \sin(x + 166^\circ 12') + 0'' ,0713 \sin(2x + 38^\circ 44') \\
 \text{Som. } p(x) &= 330'' ,8395 + 0'' ,8689 \sin(x + 168^\circ 25') + 0'' ,0176 \sin(2x - 66^\circ 57') \\
 \text{Herbst } p(x) &= 330'' ,0632 + 0'' ,3159 \sin(x + 154^\circ 6') + 0'' ,1169 \sin(2x + 72^\circ 1') \\
 \text{Winter } p(x) &= 333'' ,7832 + 0'' ,0968 \sin(x + 180^\circ 27') + 0'' ,1219 \sin(2x + 26^\circ 45') \\
 \text{Frühl. } p(x) &= 334'' ,8706 + 0'' ,1663 \sin(x + 166^\circ 6') + 0'' ,0301 \sin(2x + 8^\circ 6')
 \end{aligned}$$

Bezeichnet B den Barometerstand, ist also

$$B^{(x)} = p^{(x)} + e^{(x)}$$

so wird wenn

$$p^{(x)} = a + a' \sin(x + \alpha') + a'' \sin(2x + \alpha'')$$

$$e^{(x)} = b + b' \sin(x + \beta') + b'' \sin(2x + \beta'')$$

$$B^{(x)} = c + c' \sin(x + \gamma') + c'' \sin(2x + \gamma'')$$

die dritte Gleichung aus den beiden ersten unmittelbar gefunden. Es ist nämlich

$$c = a + b$$

$$c' \cos \gamma' = a' \cos \alpha' + b' \cos \beta'$$

$$c' \sin \gamma' = a' \sin \alpha' + b' \sin \beta'$$

$$c'' \cos \gamma'' = a'' \cos \alpha'' + b'' \cos \beta''$$

$$c'' \sin \gamma'' = a'' \sin \alpha'' + b'' \sin \beta''$$

also

$$\begin{array}{l} \text{Jahr} \quad B^{(x)} = 336''', 1696 + 0''', 0138 \sin(x + 22^\circ) + 0''', 0526 \sin(2x - 8^\circ 10') \\ \text{Sommer} \quad B^{(x)} = 336''', 236 + 0''', 0407 \sin(x + 3^\circ 11') + 0''', 0201 \sin(2x - 46^\circ 12') \\ \text{Herbst} \quad B^{(x)} = 334''', 1059 + 0''', 1433 \sin(x + 8^\circ 55') + 0''', 0769 \sin(2x + 21^\circ 32') \\ \text{Winter} \quad B^{(x)} = 336''', 3376 + 0''', 0281 \sin(x + 201^\circ 31') + 0''', 0787 \sin(2x - 1^\circ 15') \\ \text{Febr.} \quad B^{(x)} = 337''', 89 + 0''', 1078 \sin(x + 101^\circ 51') + 0''', 0639 \sin(2x - 30^\circ 29') \end{array}$$

Die hiernach berechneten Werthe sind in den folgenden Tafeln enthalten:

		Wasserdampf.				
		Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
Mittag	7	3",579	5",218	3",796	2",488	2",893
	8	3,739	5,438	3,940	2,499	3,003
	9	3,814	5,654	4,102	2,527	3,119
	10	3,963	5,852	4,262	2,568	3,227
	11	4,048	6,018	4,400	2,613	3,315
	12	4,132	6,139	4,498	2,654	3,376
	1	4,180	6,209	4,548	2,682	3,403
	2	4,188	6,223	4,546	2,689	3,397
	3	4,154	6,181	4,499	2,675	3,361
	4	4,087	6,087	4,418	2,641	3,303
	5	3,994	5,947	4,317	2,595	3,230
	6	3,888	5,771	4,214	2,548	3,152
	7	3,781	5,571	4,116	2,507	3,073
	8	3,632	5,359	4,029	2,481	2,997
	9	3,592	5,150	3,954	2,473	2,927
	10	3,520	4,956	3,887	2,481	2,853
	11	3,462	4,790	3,823	2,500	2,804
	12	3,419	4,665	3,759	2,522	2,752
	1	3,388	4,588	3,696	2,540	2,709
	2	3,370	4,566	3,640	2,248	2,680
	3	3,368	4,600	3,601	2,543	2,670
	4	3,384	4,691	3,589	2,528	2,685
	5	3,424	4,831	3,616	2,508	2,728
	6	3,489	4,960	3,685	2,493	2,798

		Trockne Luft.				
		Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
Mittag	7	332",583	330",998	330",313	333",837	334",987
	8	332,416	330,777	330,297	333,859	334,797
	9	332,390	330,563	330,127	333,856	334,769
	10	332,275	330,368	329,996	333,823	334,660
	11	332,159	330,204	329,866	333,766	334,558
	12	332,057	330,081	329,746	333,759	334,474
	1	331,983	330,004	329,669	333,632	334,414
	2	331,949	329,983	329,639	333,588	334,389
	3	331,962	330,017	329,661	333,578	334,395
	4	332,021	330,107	329,729	333,607	334,442

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
5	332",120	330",249	329",826	333",669	334",524
6	332",245	330",433	329",977	333",690	334",634
7	332",381	330",648	330",036	333",839	334",753
8	332",593	330",881	330",058	333",911	334",976
9	332",626	331",112	330",173	333",954	335",028
10	332",712	331",325	330",203	333",961	335",141
11	332",768	331",501	330",212	333",934	335",230
12	332",797	331",634	330",224	333",946	335",290
1	332",803	331",707	330",236	333",825	335",319
2	332",793	331",718	330",259	333",775	335",321
3	332",772	331",666	330",292	333",745	335",291
4	332",743	331",558	330",326	333",742	335",240
5	332",704	331",402	330",349	333",764	335",170
6	332",652	331",211	330",306	333",738	335",085

Barometer.

	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	336",162	336",216	334",118	336",326	337",880
8	336",154	336",215	334",237	336",359	337",800
9	336",204	336",217	334",230	336",383	337",888
10	336",211	336",220	334",248	336",390	337",886
11	336",207	336",222	334",266	336",379	337",874
Mittag 12	336",189	336",220	334",244	336",413	337",849
1	336",163	336",214	334",217	336",313	337",817
2	336",137	336",206	334",184	336",277	337",786
3	336",117	336",198	334",160	336",253	337",756
4	336",108	336",194	334",146	336",248	337",745
5	336",114	336",196	334",143	336",265	337",754
6	336",134	336",205	334",191	336",238	337",786
7	336",162	336",220	334",153	336",346	337",826
8	336",224	336",240	334",088	336",392	337",973
9	336",218	336",262	334",127	336",427	337",955
10	336",231	336",281	334",089	336",442	337",994
11	336",230	336",293	334",035	336",434	338",033
12	336",215	336",299	333",982	336",468	338",042
1	336",191	336",296	333",928	336",365	338",028
2	336",163	336",283	333",899	336",322	338",001
3	336",140	336",267	333",892	336",288	337",961
4	336",127	336",249	333",915	336",270	337",925
5	336",128	336",232	333",965	336",272	337",908
6	336",141	336",171	333",990	336",232	337",883

Die Unterschiede der beobachteten und berechneten Werthe sind folgende:

Wasserdampf.					
	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	+0",007	-0",007	+0",024	-0",012	+0",010
9	-0,014	+0,013	-0,031	+0,016	-0,023
11	+0,006	-0,006	-0,003	0	+0,016
Mittag 12	-0,001	-0,009	+0,028	-0,015	+0,021
1	+0,003	-0,007	+0,033	-0,009	+0,002
3	+0,001	+0,011	-0,016	-0,005	-0,005
5	-0,003	-0,009	-0,018	+0,018	-0,013
7	-0,003	+0,009	+0,017	-0,004	+0,022
9	+0,010	-0,010	+0,002	-0,015	-0,012
11	-0,006	+0,005	-0,005	+0,012	+0,001

Trockne Luft.					
	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	-0",010	+0",015	-0",020	+0",021	-0",011
9	+0,012	-0,015	+0,042	-0,018	+0,021
11	-0,019	+0,010	-0,015	-0,024	-0,019
Mittag 12	-0,012	-0,001	-0,035	+0,072	-0,023
1	+0,002	+0,007	+0,034	+0,033	+0,002
3	+0,011	-0,005	+0,045	+0,017	+0,002
5	-0,004	+0,004	+0,010	-0,048	+0,018
7	-0,002	-0,018	-0,054	+0,008	-0,038
9	+0,013	+0,030	+0,011	+0,040	+0,021
11	-0,001	-0,016	-0,014	-0,029	-0,005

Barometer.					
	Jahr.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Frühling.
7	+0",003	+0",008	+0",013	+0",010	-0",001
9	-0,002	-0,012	+0,012	-0,002	-0,001
11	+0,013	+0,004	-0,015	-0,024	-0,002
Mittag 12	-0,013	-0,008	-0,015	+0,048	-0,003
1	+0,005	0	-0,001	+0,023	+0,004
3	+0,012	+0,006	+0,029	+0,012	-0,003
5	-0,007	-0,005	-0,008	-0,030	+0,005
7	-0,005	-0,009	-0,036	+0,003	-0,017
9	+0,022	+0,020	+0,014	+0,025	+0,009
11	-0,007	-0,012	-0,019	-0,007	-0,005

Betrachten wir zunächst die Erscheinung, da wo sie am entschiedensten hervortritt, nämlich im Sommer, so zeigt die unerhebliche GröÙe der Coëfficienten a'' b'' des zweiten Gliedes, daÙ wir eine bedeutende Annäherung erhalten werden, wenn wir bei dem ersten stehen bleiben. Es wird denn

$$e^{(x)} = e + 0'',8296 \sin(x - 12^\circ 18')$$

$$p^{(x)} = p - 0'',8689 \sin(x - 11^\circ 35')$$

Die täglichen Veränderungen des Druckes der trocknen Luft sowohl, als die der Elasticität des Wasserdampfes, sind also nahe (bei dem Wasserdampf beträgt die gröÙte Abweichung der nach dieser Formel berechneten von den beobachteten Werthen $0'',02$, bei der trocknen Luft $0'',03$) proportional dem Sinus des Stundenwinkels, von den Extremen an gerechnet. Diese Extreme fallen bis auf einen Unterschied von 3 Minuten Zeit zusammen, nämlich das Maximum des einen mit dem Minimum des andern. Weil aber mit steigender Wärme die Elasticität des Wasserdampfes nicht so stark zunimmt, als der Druck der trocknen Luft abnimmt (der Coëfficient a' ist etwas gröÙser als b'), so fällt das Barometer mit steigender Wärme.

Da wir nun von der Elasticität des Wasserdampfes wissen, daÙ ihre Steigerung durch keine andere physikalische Ursache bewirkt werden kann, als durch die mit der Temperatur zunehmende Verdampfung, die Verdünnung der trocknen Luft aber, wie unsere Beobachtungen zeigen, immer gleichzeitig mit der vermehrten Elasticität des Wasserdampfes zunimmt, so muÙ diese nothwendig durch dieselbe Ursache bedingt werden als jene. Die täglichen Oscillationen des Barometers, welches beide Veränderungen zugleich angiebt, entstehen also durch die täglichen Veränderungen der Temperatur.

Jene vollkommene Symmetrie des Steigens und Fallens findet nun nur näherungsweise statt. Da selbst die Temperatur nicht in der einen Hälfte des Tages in dem-

selben Verhältniß steigt, als sie in der andern fällt, da die dynamischen Ursachen einen, wenn auch geringen, Einfluß auf den Druck der Luft haben, so wird ein zweites Glied nöthig, jene Modificationen auszudrücken. Doch bleibt dies immer, verglichen mit dem ersten, klein, so daß die Formel nur ein Maximum und Minimum giebt. Nur im Winter findet dies bei unsern Beobachtungen nicht statt, was offenbar daher kommt, daß die Verdampfung mit dem Feuchtigkeits-Verhältnisse der Winde zusammenhängt, deren Unregelmäßigkeit nicht durch einjährige Beobachtungen ausgeglichen worden ist. Denn eine Zunahme der Elasticität des Wasserdampfes in der Nacht, kann nur durch plötzliches Eintreten südlicher Winde entstehen, wovon wir in nördlichen Gegenden häufig Beispiele haben, welche aber bei längeren Beobachtungen ihren störenden Einfluß verlieren würden.

Die 12stündige Periode der barometrischen Veränderungen entsteht durch das gleichzeitige Stattfinden der zwei Veränderungen, deren jede eine 24stündige Periode befolgt. Beziehen wir beide Curven die der Elasticität des Wasserdampfes und des Druckes der trocknen Luft auf eine geradlinige Abscissenaxe, so erscheinen beide einfach gekrümmt, nur kehren sie ihre convexen Scheitel nach entgegengesetzten Seiten. Am Barometer aber beobachteten wir die Curve der Elasticität des Wasserdampfes, bezogen auf die Curve des Druckes der Luft, als Abscissenlinie, und wir erhalten daher eine Curve, welche gegen eine geradlinige Abscissenlinie in der einen Hälfte des Tages ihren convexen, in der andern ihren concaven Scheitel zukehrt. z. B. im Jahr

Wasserdampf	Max.	4,188	2 U. Nachm.
	Min.	3,368	3 U. Morg.
	Osc.	0,820	
Trockne Luft	Max.	332,803	1 U. Morg.
	Min.	331,949	2 U. Nachm.
	Osc.	0,854	

Barometer	1. Max.	336,211	10 U. Morg.
	2. Min.	336,194	4 U. Nachm.
	Osc.	0,017	
	2. Max.	336,231	10 U. Ab.
	2. Min.	336,127	4 U. Morg.
	Osc.	0,104	

Um das Gröfsenverhältnifs der einzelnen Veränderungen, und die Art ihrer Aufeinanderfolge anschaulicher zu machen, habe ich für den Sommer alle 3 Curven graphisch nach den früher berechneten Werthen dargestellt in Fig. 6. Taf. I *). Um die Abnahme der Veränderungen vom Sommer zum Winter zu, und das Verhältnifs der Jahreszeiten zum jährlichen Mittel sich deutlich zu machen, können alle 15 Curven graphisch unter einander gelegt werden. Doch würden die Menge Curven dem Verständniß des einfachen Zusammenhanges der gleichzeitigen Erscheinung hinderlich gewesen seyn.

Die bisherigen Untersuchungen geben eine, wie mir scheint, ziemlich genügende Lösung eines Problems, welches die Physiker lange vergeblich beschäftigt hat. Denn obgleich die meisten darin einverstanden waren, dafs die täglichen Temperaturveränderungen der Grund der Erscheinung seyn möchte, so fehlte doch dieser Vermuthung fast alle empirische Bewährung. Denn es ist klar, dafs wenn die barometrischen Oscillationen eine directe Folge jener Veränderungen wären, nur ein einmaliges Steigen und Fallen statt finden könnte, dafs ausserdem die Erscheinung sich in der jährlichen Periode weit stärker ändern müßte, als es bekanntlich statt findet. Diese Aenderung der Gröfse der Oscillationen in den Jahreszeiten ist nun für die einzelnen Veränderungen sehr bedeutend, da sie aber, wie natürlich, fast in demselben Maaße zunehmen, so bleibt der Unterschied nahe derselbe.

Fände irgendwo ein unverhältnißmäfsiges Steigen der

*) Dem vorhergehenden Hefte beigegeben.

Elasticität des Wasserdampfes statt, so daß beide Veränderungen einander gleich würden, so würden die täglichen barometrischen Veränderungen vollkommen verschwinden. Diese Bedingung scheint, bei der täglichen Abwechslung der Land- und Seewinde, bei dem Beginn und Ende des SW. Mousson gegeben zu seyn, und so würde sich denn die bisher unerklärte Erscheinung des Wegfallens der täglichen Veränderung in Indien, zu bestimmten Zeiten des Jahres, sehr natürlich ergeben. Da außerdem die Maxima und Minima nur durch das ungleichmäßige Zu- und Abnehmen zweier gleichzeitigen Veränderungen entstehen, so sieht man leicht ein, warum diese an verschiedenen Orten, wie Hällström gezeigt hat, zu ziemlich verschiedenen Zeiten sich zeigen *). Locale Bedingungen, welche das Verhältniß der Feuchtigkeit modificiren, müssen, so gering sie sind, hier von Einfluß seyn. Die Unterschiede der beiden Veränderungen werden nach dem Aequator zunehmen, weil es die barometrischen Veränderungen thun. Was aber das Umkehren der Periode auf höheren Bergen betrifft, so wird dieß unter dem neuen hier geltend gemachten Gesichtspunkte von Neuem geprüft werden müssen. Ueberhaupt glaube ich die Nothwendigkeit einer gleichzeitigen Berücksichtigung der hygrometrischen Verhältnisse für alle Untersuchungen dieser Art wohl nicht erst anempfehlen zu dürfen.

Das unverkennbare Anschließen der täglichen Aenderungen der magnetischen Abweichung an die täglichen Schwankungen des Barometers, macht es wahrscheinlich, daß wir es auch hier mit zwei gleichzeitigen Veränderungen zu thun haben, deren Sonderung einer aufmerksamen Prüfung wohl nicht lange entgehen könnte.

*) Die absoluten Extreme erhält man für unsere Beobachtungen durch Differentiiren der oben gegebenen Gleichungen.