II. Einige meteorologische Untersuchungen über den Wind; von Dr. H. W. Dove in Königsberg.

Die Veränderungen in der Richtung des Windes scheinen in unsern Breiten so willkürlich, daß man es aufgegeben hat, in ihnen etwas Gesetzmäßiges aufzufinden. Aber es versteht sich von selbst, daß jene Willkür nur scheinbar ist, daß auch in den Anemometeoren sich allgemeinere Beziehungen nachweisen lassen. Folgender Versuch, eine solche zu zeigen, wird daher um so eher auf eine nachsichtige Aufnahme Anspruch machen dürfen, je lückenhafter unsere bisherigen Kenntnisse in diesem Theile der Meteorologie sind.

Als ich vom September 1826 an in Königsberg die Richtung des Windes mit dem Barometer verglich, bemerkte ich sogleich ein auffallendes Phänomen. Ich sah nämlich auf 10° R. reducirt

	Tag	8 U. Vorm.	Mittag	10 U. M.	Wind	Himmelsansicht
September	25	335 ^{'''} ,84	335 ^{'''} ,81	338 ^{'''} ,53	- W	cumuli
	26	340,55	341,27	342,18	W-N	bedeckt
	27	342,74	342,76	342,11	NO	hell
	28	341,94	341,63	341,22	O	—
	29	340,74	340,34	340,67	O	—
	30	341,06	340,65	340,53	O	—
October	1	340,34	340,28	340,21	OSO	—
	2	340,51	340,27	340,00	SO	—
	3	339,52	338,77	337,45	S	cirrl
	4	336,43	336,66	335,69	S	fein bezogen
	5	335,49	335,35	335,29	S	Regen
	6	336,46	337,44	339,23	W	bedeckt

Während also das Barometer eine Welle beschrieb, hatte sich der Wind vollkommen regelmäßig

durch die ganze Windrose gedreht. Drehungen in demselben Sinne, nämlich

S. W. N. O. S.

habe ich später zu allen Jahreszeiten beobachtet, aber am auffallendsten zeigen sie sich im Winter. Wenn der SW, immer heftiger wehend, endlich vollkommen durchgedrungen ist, erhöht er die Temperatur bis über den Thaupunkt, es kann daher nicht mehr schneien, sondern es regnet, während das Barometer seinen niedrigsten Stand erreicht. Nun dreht sich der Wind nach West, und der dichte Flockenschnee beweist eben so gut den einfallenden kälteren Wind, als das rasch steigende Barometer, die Windfahne und das Thermometer. Mit Nord heitert sich der Himmel auf, und mit NO tritt das Maximum der Kälte und des Barometers ein. Aber allmählig beginnt dies zu fallen, und feine Cirri zeigen durch die Richtung ihres Entstehens den oben eingetretenen südlicheren Wind, den das Barometer schon bemerkt, wenn auch die Windfahne noch nichts davon weiß und noch ruhig Ost zeigt. Doch immer bestimmter verdrängt der südlichere Wind den Ost von oben herab, bei entschiedenem Fallen des Quecksilbers wird die Windfahne SO, der Himmel bezieht sich allmählig immer mehr, und mit steigender Wärme verwandelt sich der Schnee mit SO und S bei SW wieder in Regen. Nun geht es von Neuem an und höchst charakteristisch ist der Niederschlag auf der Ostseite von dem auf der Westseite gewöhnlich durch eine kurze Aufhellung getrennt. Einmal bekannt mit der Erscheinung, wenn sie am reinsten hervortritt, ward es mir leicht, sie auch in den unregelmäßigsten Veränderungen wieder zu erkennen, ja

diese selbst, ein häufiges Zurückspringen des Windes besonders auf der Westseite einfach abzuleiten. Hieraus ergab sich also, daß hier wenigstens alle Winde Wirbelwinde im Großen sind (ich habe Drehungen von 1 — 22 Tagen gesehen), daß die Drehung innerhalb dieses Wirbels hier im Mittel immer in demselben Sinne geschieht.

Ich suchte nun nach, ob dieselbe Erscheinung auch an andern Orten beobachtet sey, und fand, daß schon Bacon sie kannte. „Wenn der Wind, sagt er in seinem Buche *de vento*, sich der Bewegung der Sonne gemäß, das ist, von Morgen gegen Mittag, von Mittag gegen Abend u. s. w. verändert, so geht er selten zurück, oder wenn er es thut, so geschieht es nur auf kurze Zeit. Wenn er sich aber in der entgegengesetzten Richtung, nämlich von Morgen gegen Mitternacht, von Mitternacht gegen Abend u. s. w. verändert, so kehret er immer gern zu dem vorigen Punkte zurück, wenigstens thut er es, ehe er ganz in dem Kreise herumgegangen ist. Wenn der Südwind zwei oder drei Tage geweht hat, so wird jährlings nach ihm der Nordwind wehen, aber wenn der Nordwind eben so viele Tage hinter einander weht, so wird der Südwind nicht eher entstehen, als bis der Ostwind vorher eine Weile geweht hat.“ Aber am genauesten beschreibt Lampadius in seiner *Atmosphärologie* die Erscheinung, er nennt sie die regelmäßige Periode und gründet darauf in seinen Beiträgen seine meteoromantischen Bestimmungen, die wohl das Beste sind, was je in dieser Hinsicht geschrieben worden ist. Mit einer liebenswürdigen Naivität macht er sich jeden Abend aus den Beobachtungen des Tages das Wetter

für die folgenden, wundert sich, wenn er sich geirrt hat, aber freut sich gewöhnlich, daß es eingetroffen ist. Diese Uebereinstimmung an so entfernten Orten, deren physikalische Lage außerdem sehr verschieden ist, schien zu beweisen, daß hier von keinem localen Phänomen die Rede sey. Die Aufgabe war also eine doppelte, empirisch zu zeigen, daß diese Aenderung die durch alle Erscheinungen durchgreifende sey, und dann theoretisch zu erweisen, warum sie an einem bestimmten Orte diese und keine andere seyn könne.

Eine directe Auflösung der ersten Aufgabe könnte nur eine langweilige Aufzählung einzelner Fälle seyn. Ihr Resultat wäre, da doch nicht alle Fälle beobachtet werden können, ein trügliches Mehr oder Minder, und es würde eine eigne Sagacität erfordern, wenn ich in einem fremden Beobachtungsjournale heute Süd und Morgen Nord angegeben finde, unmittelbar zu wissen, ob der Wind durch West, ob er durch Ost nach Nord gegangen sey. Die Richtigkeit der Thatfache würde also hauptsächlich auf der Versicherung des Beobachters, daß es so sey, beruhen, und wie wenig man darauf in der Meteorologie giebt, zeigt sich schon daraus, daß, so viel man auch hin und wieder von den Aenderungen in der Windesrichtung geredet haben mag, so klar sich auch L a m p a d i u s über ihre Gesetzmäßigkeit ausgesprochen hat, doch nach Jahrhunderten von Beobachtungen mit den Worten „veränderlich wie der Wind“, immer noch alles Regellose bezeichnet wird. Vermittelt des Barometers glaube ich, das Phänomen selbst evident erweisen zu können. Ich wähle hierzu die in den *Annales de chimie et de physique* mitgetheilten Pariser Beobachtungen,

theils weil sie, unter Bouvard's und Arago's Leitung angestellt, wohl vorzügliches Vertrauen verdienen, theils weil die Darstellung einer Thatfache an fremden Beobachtungen den Verdacht einer Präoccu-
pation unmöglich macht. Die einfache Ableitung einer Menge meteorologischer Erklärungen aus dieser Betrachtung wird dabei zeigen, wie nothwendig ihre Berücksichtigung bei der Beurtheilung jener sey, und die Leichtigkeit, mit welcher man aus der Berechnung weniger Beobachtungen die Richtung der Aenderung an einem gegebenen Orte finden kann, wird zugleich ein Prüfungsmittel für die Richtigkeit der Thatfache an die Hand geben, und die angewendete Methode rechtfertigen.

Die Abhängigkeit des Barometerstandes von dem zur Zeit der Beobachtung herrschendem Winde hat sich so ohne Ausnahme bestätigt, daß es passend scheint, den Barometerstand als eine Function der Windesrichtung anzusehen. Bezeichnet man also mit $b(m)$ den Barometerstand, welcher einem Winde entspricht, der, vom Nullpunkte der Theilung der Windrose gezählt, von diesem um den Bogen $m \cdot \frac{2\pi}{n}$ entfernt ist, so wird allgemein

$$b(m) = u + u' \sin \left(m \frac{2\pi}{n} + U' \right) + u'' \sin \left(m \frac{4\pi}{n} + U'' \right) + \dots$$

wo $u, u', \dots, U', U'', \dots$ Constanten sind, deren wahrscheinlichste Werthe aus den n gleichweit von einander abstehenden barometrischen Mitteln, die für die Winde $0, \frac{2\pi}{n}, \frac{4\pi}{n}, \dots, \frac{n-1}{n}\pi$ aus den Beobachtungen gefunden sind, bestimmt werden müssen. Hat man nur die 8 Hauptwinde unterschieden, und bezeichnet

man die für sie gefundenen barometrischen Mittel mit 0. 1. 2. . . 7, so werden nach der Bessel'schen Interpolationsformel *) die nach der Theorie der kleinsten Quadrate bestimmten Constanten durch folgende Gleichungen gegeben:

$$\begin{aligned}
 u &= \frac{0+1+2+\dots+7}{8} \\
 u' \sin U' &= \frac{1}{8} [0-4 + (1-3-5+7) \cos 45^\circ] \\
 u' \cos U' &= \frac{1}{8} [2-6 + (1+3-5-7) \cos 45^\circ] \\
 u'' \sin U'' &= \frac{1}{8} (0-2+4-6) \\
 u'' \cos U'' &= \frac{1}{8} (1-3+5-7) \\
 &= \\
 &\text{etc.}
 \end{aligned}$$

$$b(m) = u + u' \sin (m 45^\circ + U') + u'' \sin (m 90^\circ + U'') + \dots$$

eine Formel, welche für $m = 0, m = 1 \dots m = 7$ wieder die Beobachtungen genau darstellen würde, wenn alle periodischen Glieder bis zur Wiederkehr entwickelt würden, was unmöglich unsre Absicht seyn kann, da wir ja das den Beobachtungen zum Grunde liegende einfachere Gesetz finden, nicht aber die Unregelmäßigkeit der einzelnen Beobachtungen wieder darstellen wollen. Die grössere oder geringere Abweichung der durch die Formel berechneten Werthe von den beobachteten, wird dabei zeigen, ob diese sich ei-

*) Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Königsberg Bd. I. Einleit. p. 9. Dieser Formel hat Hällström bereits zur Bestimmung der täglichen Variationen des Barometers sich bedient. Wenn ich nicht irre, hat Lambert, Pyrom. p. 347, zuerst meteorologische Erscheinungen durch periodische Functionen dargestellt, und es ist auffallend, daß man diese für die Meteorologie so wichtige Art der Darstellung fast 50-Jahre unbeachtet gelassen hat.

nem einfacheren Gesetz bereits nähern, oder, ob längere Beobachtungsreihen dazu erforderlich sind. Schaffen diese die größeren Abweichungen noch nicht hinweg, so wird dies zeigen, daß Zwischenbeobachtungen in kleineren gleichen Intervallen der Windrose nöthig sind, um diese Abweichungen als locale Eigenthümlichkeiten zu rechtfertigen und den Gang derselben näher zu bestimmen. Zugleich wird man sich zur Berechnung solcher Formeln nur längerer Beobachtungsreihen bedienen, da die gefundenen Resultate nur dann die wahrscheinlichsten sind, wenn der den einzelnen Windmitteln beizulegende Werth derselbe ist. Dies wird aber nur dann Statt finden, wenn die Anzahl der Beobachtungen, aus denen die Mittel gezogen sind, für alle Winde gleich ist. Da aber ein Wind viel häufiger vorkommt, als ein anderer, so kann dieser Anforderung nicht genügt werden. Je größer aber die Anzahl aller Beobachtungen ist, desto weniger werden die den einzelnen Mitteln beizulegenden Werthe differiren, desto sicherer also das Resultat werden.

Zur Bestimmung der Maxima und Minima erhalten wir die Gleichung

$$\frac{d \cdot h'(m)}{dm} = 0 = u' \cos (m 45^\circ + U') + 2u'' \cos (m 90^\circ + U'')$$

Der leichtern Uebersicht wegen werde ich die aus den verschiedenen Formeln abgeleiteten Werthe der Extreme weiter unten zusammenstellen.

Die von Leopold von Buch aus den Beguëlinischen Beobachtungen berechneten Mittel geben, wenn man nämlich für Nord $m = 0$ für NO $m = 1$

.... setzt, für *Berlin* folgende Relation zwischen Wind und Barometer

$$b(m) = 335''',1875 + 1''',6908 \sin(m\ 45^\circ + 68^\circ 51') \\ + 0''',5292 \sin(m\ 90^\circ + 265^\circ 24')$$

Verglichen mit den Beobachtungen erhalten wir

Wind	beobacht.	berechn.	Unters.	Anzahl
N	336''',32	336''',237	+0''',08	429
NO	336,62	336,691	-0,07	576
O	336,36	336,325	+0,03	635
SO	334,55	334,546	+0,00	460
S	333,06	333,083	-0,02	398
SW	333,61	333,599	+0,01	935
W	335,13	335,105	+0,02	1091
NW	335,85	335,914	-0,06	862

Das Barometer scheint nur bis auf 0''',5 getheilt gewesen zu seyn. Die Annäherung der Formel auf mehr als 0''',1 ist also sehr groß. Dafs bei den drei auf einander folgenden Winden NW, N, NO die Differenzen am grössten sind, liegt in der ungenauen Unterscheidung der Winde, die bei dem raschen Uebergange in einander gerade da leicht möglich ist.

Die von Burkhardt aus 27jährigen Beobachtungen von Messier berechneten Mittel geben für *Paris*

$$(m) = 336''',10625 + 1''',24955 \sin(m\ 45^\circ + 68^\circ 22') \\ + 0''',277 \sin(m\ 90^\circ + 244^\circ 24')$$

Wind	beobacht.	berechn.	Unters.	Anzahl
N	337''',00	337''',070	-0''',07	1589
NO	337,28	337,156	+0,12	2432
O	336,61	336,751	-0,14	735
SO	335,73	335,708	+0,07	1170
S	334,72	334,731	-0,01	1319
SW	334,82	334,841	-0,02	3630
W	335,91	335,871	+0,06	1265
NW	336,71	336,693	+0,01	1560

Hier sind die Differenzen bedeutender, 0^{'''},0625 der mittlere Fehler, bei Berlin nur 0^{'''},038, aber die abwechselnden Zeichen zeigen, daß von keiner localen Störung die Rede seyn kann; daß sie nur entstanden sind durch die sehr ungleiche Anzahl der Beobachtungen auf der Ostseite der Windrose. Offenbar sind zu wenig Ost unterschieden, denn für die Jahre 1816—1825 erhielt ich N 500, NO 329, O 170. Auffallend aber ist die nahe Uebereinstimmung der Constante *U*, auf die ich später zurückkommen werde.

Geht nun aus diesen Formeln hervor, daß vom niedrigsten Stande des Barometers innerhalb der Windrose bis zum höchsten die Barometerstände auf beiden Seiten derselben zunehmen, so wird man sich des Barometers bedienen können, die Richtung der Aenderung des Windes zu finden. In den in den Ann. de Chim. et de Phys. mitgetheilten Pariser Beobachtungen ist Barometer, Thermometer, Hygrometer täglich 4 Mal beobachtet, nämlich: Morgens 9 Uhr, Mittags, Nachmittags 3 Uhr und Abends 9 Uhr, die angegebene Windesrichtung aber von 1816—1821 die mittlere aus allen den Tag über beobachteten Richtungen. Nennen wir nun den westlichen Theil der Windrose vom barometrischen Minimum bis zum barometrischen Maximum: *die Westseite der Windrose*, den übrigbleibenden Theil derselben: *die Ostseite*, so wird, wenn der Wind im Mittel sich in dem Sinne

S. W. N. O. S.

durch die Windrose dreht, unter den Windesrichtungen, aus denen das Mittel genommen ist, auf der Westseite die Abendbeobachtung dem mehr nördlichen Winde entsprechen, auf der Ostseite dem südli-

cheren. Abstrahiren wir also von den täglichen Variationen, so wird *auf der Westseite der Windrose das Barometer von Morgen bis Abend continuirlich steigen müssen, auf der Ostseite fallen*. Dafs aber die täglichen Variationen von den übrigen Veränderungen unabhängig sind, dafs also von ihnen abstrahirt werden darf, ergibt sich schon daraus, dafs sie selbst in den Extremen noch sehr merklich sind. Denn von den in 10 Jahren 1816—1825 beobachteten monatlichen Extremen fielen

Morgens 9 Uhr	Max. 83	Min. 17
Mittag	- 7	- 16
Nachmittags 3 U.	- 1	- 54
Abends 9 Uhr	- 29	- 33

Ich habe daher die Beobachtungen von 1816—1820 berechnet und für dieselben die aus diesen 5 Jahren sich ergebenden Gröfsen für die tägliche Variation als Correctionen mit entgegengesetzten Zeichen angebracht, nämlich:

9 Uhr V.	Mittag	3 U. Nachm.	9 U. Ab.
— 0 ^m ,336	— 0,08	+ 0,426	— 0,01

Der so corrigirte Gang des Barometers gab folgende Tafel:

Vind	Mittel	Anzahl	9 U. M.	Mittel	3 U. Nachm.	9 U. Ab.	Untersch. 9 M. — 9 Ab.
NNO	756,6801	21	756,7515	756,7135	756,6189	756,6375	+ 0,1140
NO	759,4219	198	59,4873	59,4302	59,4048	59,3459	+ 0,1114
ONO	58,0419	40	58,4593	58,207	57,8305	57,0705	+ 0,7890
O	59,9022	99	57,4676	57,0001	56,7044	56,3765	+ 1,0911
OSO	51,7817	24	52,4386	51,9905	51,5347	51,1337	+ 1,2999
SO	53,0095	130	54,1148	53,8361	53,4415	52,9758	+ 1,2590
SSO	54,0377	31	54,4669	54,1526	53,7569	53,7747	+ 0,6924
S	52,4101	213	52,8779	52,5211	52,1093	51,7177	+ 1,0057
SSW	52,3064	53	52,9363	52,5587	52,1243	51,8306	+ 1,1602
SW	52,6494	313	52,6982	52,5639	52,3071	52,8182	— 0,1200
WSW	54,5320	59	54,5565	54,7022	54,8126	54,5927	— 0,0362
W	54,5781	293	53,9920	54,4036	54,8139	54,0708	— 1,0783
WNW	55,5009	48	54,8721	55,3160	55,7456	56,04	— 1,1679
NW	57,665	142	57,0006	57,4082	57,8202	58,2759	— 1,2153
NNW	55,3927	22	54,7667	55,3404	55,5969	55,8627	— 1,0000
N	58,7352	133	58,5941	58,5311	58,5357	59,0037	— 0,4746

Es giebt, glaube ich, wenig Erscheinungen in der Meteorologie, die aus einer doch verhältnißmäßig kurzen Reihe von Beobachtungen mit so überzeugender Klarheit hervortreten. Die Continuität des Fallens und Steigens ist nur selten unterbrochen, ja beim Uebergange des Fallens in das Steigen fällt der niedrigste Stand bei SVV innerhalb der Beobachtungen selbst. Auch finden sich in den monatlichen Mitteln, die hier anzuführen zu weitläufig seyn würde, nur

selten Ausnahmen. Von den Extremen aus steigen und fallen die positiven und negativen Differenzen schon sehr regelmässig. Nur zeigt sich auf der Ostseite ein zu geringes Fallen bei SSO, eine Störung, die im Mittel noch scharfer hervortritt. Der regelmässige Gang der Differenzen macht daher die grossen Unregelmässigkeiten der barometrischen Windmittel sehr verdächtig. Ausserdem fallen die Abweichungen immer auf die Zwischenwinde, die nur selten beobachtet sind, was wohl darin liegt, dass die Windesrichtung nicht mit hinreichender Schärfe unterschieden ist. Denn mir scheint es physikalisch unmöglich, dass wenn S 213 Mal geweht hat, SVV 513 Mal, der SSVV nur 58 Mal vorgekommen sey. Auch würde der regelmässige Gang der Differenzen ein unerklärliches Phänomen seyn, wenn wir die gefundenen Mittel als richtig ansehen. Um dies auch empirisch nachzuweisen, wurden noch 5 Jahre berechnet. Aber vom Jahre 1821 an ist die angegebene Windesrichtung nicht die mittlere, sondern die Mittagsbeobachtung. Für diese gilt aber dasselbe Raisonnement. Die täglichen Variationen ergaben als Correction

— 0,2785	— 0,1175	+ 0,3885	+ 0,0075
----------	----------	----------	----------

Daraus ergibt sich als mittlerer Gang des Barometers in den 10 Jahren 1816 — 1825

Wind	Mittel	Anzahl	9 U. Vorm.	Mittag	3 U. Nachm.	9 U. Ab.	Untersch. 9—9
NNO	759,2946	66	759,4277	759,2736	759,2126	759,2644	+ 0,1633
NO	59,5213	329	59,6610	59,5185	59,4780	59,4281	+ 0,2329
ONO	57,9398	86	58,5264	58,1166	57,7531	57,3631	+ 1,1633
O	57,1430	170	57,7850	57,2870	56,9242	56,5868	+ 1,2702
OSO	53,6565	53	54,4237	53,8078	53,3662	53,0322	+ 1,3935
SO	53,7379	221	54,3144	53,8864	53,5166	53,1743	+ 1,1704
SSO	53,5845	59	54,1523	53,7093	53,3616	53,0248	+ 1,1575
S	52,5609	438	53,1777	52,6882	52,3351	52,0427	+ 1,1350
SSW	52,1081	137	52,6647	52,2681	51,9657	51,5341	+ 1,1306
SW	53,2810	635	53,4564	53,2260	53,2932	53,2435	+ 0,2679
WSW	54,5743	155	54,5504	54,5319	54,6793	54,6760	+ 0,0674
W	55,1655	555	54,6464	54,9716	55,3947	55,0476	+ 0,0992
WNW	56,8328	114	56,1419	56,6194	57,0659	57,5041	+ 1,3622
NNW	57,9849	281	57,4159	57,7727	58,1840	58,5702	+ 1,1573
N	57,5847	54	56,8969	57,4018	57,7833	58,2653	+ 1,3714
N	59,8832	300	59,7853	59,7559	59,9121	60,0794	+ 0,2941

Hier ist der Gang der Differenzen auf der Ostseite schon vollkommen regelmässig geworden, nur bei NNW zeigt sich ein zu rasches Steigen, das auch in dem zu niedrigen Mittel hervortritt. Unter den 64 Mitteln findet sich nur eine Ausnahme von dem continuirlichen Steigen und Fallen, der höchste Stand bei NNO, der niedrigste bei WSW fällt innerhalb der Beobachtungen. Alle Mittel zeigen aber einen weit gesetzmässigeren Gang, und wir werden daher die Werthe von OSO, SSO, NNW nicht für locale Stö-

rungen ansehen dürfen, sondern als fehlerhafte Resultate einer zu kurzen Reihe von Beobachtungen. Könnte man innerhalb jedes Ganges durch die Windrose die barometrischen Werthe der einzelnen Winde bestimmen, so würde auch in den Mitteln das Gesetz der Abhängigkeit des Barometers vom Winde eben so klar hervortreten, als es sich im Uebergange derselben in einander zeigt. Eine Annäherung an diesen einfacheren Gang erhalten wir aber durch die Berechnung der Formeln aus den directen Beobachtungen, und sollten die Differenzen der beobachteten und berechneten Werthe wirklich von Unregelmäßigkeiten, die in der Localität oder in etwas Anderem begründet sind, herrühren, so wird wenigstens die Formel den Sinn, in welchem die Abweichung Statt findet, und ihren quantitativen Werth angeben. Eine weitere Untersuchung ist dann, den Grund solcher Abweichungen physikalisch nachzuweisen.

In Beziehung auf das Barometer ausgesprochen, heist also die regelmäßige Drehung des Windes:

*Das Barometer steigt mit westlichen Winden,
fällt mit östlichen.*

Ist nun die Richtung der Aenderung des Windes bekannt, so werden, wenn ausserdem die barometrischen und thermischen Mittel für die einzelnen Winde gegeben sind, und die Vertheilung der Elasticität des Wasserdampfes innerhalb der Windrose bekannt ist, alle Data vorhanden seyn, um den Zusammenhang der meteorologischen Erscheinungen mit dem Gange dieser Instrumente abzuleiten. Doch sind, glaube ich, noch neue Versuche nöthig, um aus den Angaben des Saussure'schen Hygrometers die Elasticität des Wasser-

dampfes genau bestimmen zu können. Ist diese Lücke ergänzt, so müssen sich dann die hierher gehörigen meteorologischen Erscheinungen vollkommen ableiten lassen.

Hat man 16 Winde unterschieden, so werden, wenn man das für Nord gefundene Mittel mit 0, das für NNO mit 1, das für NNW mit 15 bezeichnet, die Gleichungen zur Bestimmung der Constanten der Formel folgende:

$$u = \frac{0 + 1 + 2 + \dots + 15}{16}$$

$$u' \sin U' = \frac{1}{3} [0 - 8 + (1 - 7 - 9 + 15) \cos 22\frac{1}{2}^\circ \\ + (2 - 6 - 10 + 14) \cos 45^\circ + (3 - 5 - 11 - 13) \cos 67\frac{1}{2}^\circ]$$

$$u' \cos U' = \frac{1}{3} [4 - 12 + (1 + 7 - 9 - 15) \cos 67\frac{1}{2}^\circ \\ + (2 + 6 - 10 - 14) \cos 45^\circ + (3 + 5 - 11 - 13) \cos 22\frac{1}{2}^\circ]$$

$$u'' \sin U'' = \frac{1}{3} [0 - 4 + 8 - 12 \\ + (1 - 3 - 5 + 7 + 9 - 11 - 13 + 15) \cos 45^\circ]$$

$$u'' \cos U'' = \frac{1}{3} [2 - 6 + 10 - 14 \\ + (1 + 3 - 5 - 7 + 9 + 11 - 13 - 15) \cos 45^\circ]$$

$$b^{(m)} = u + u' \sin (m 22^\circ 30' + U') + u'' \sin (m 45^\circ + U'')$$

Zur Bestimmung der Maxima und Minima

$$\frac{d \cdot b^{(m)}}{dm} = 0 = u' \cos (m 22^\circ 30' + U') + 2u'' \cos (m 45^\circ + U'')$$

Aus den 10jährigen Mitteln von 1816—1825 erhielt ich für das

B a r o m e t e r

$$\text{Jährliches Mittel} \quad b^{(m)} = 755,9284 + 3,4980 \sin (m 22^\circ 30' + 80^\circ 9') \\ + 0,3355 \sin (m 45^\circ + 356^\circ 21')$$

$$\text{ohne Regen} \quad b^{(m)} = 756,3909 + 3,1791 \sin (m 22^\circ 30' + 81^\circ 1') \\ + 0,3549 \sin (m 45^\circ + 359^\circ 10')$$

$$\text{Winter} \quad b^{(m)} = 756,8354 + 4,8874 \sin (m 22^\circ 30' + 81^\circ 24') \\ + 0,5678 \sin (m 45^\circ + 43^\circ 46')$$

$$\text{Frühling} \quad b^{(m)} = 754,7479 + 3,7946 \sin (m 22^\circ 30' + 80^\circ 42') \\ + 1,1041 \sin (m 45^\circ + 347^\circ 56')$$

$$\text{Sommer} \quad b^{(m)} = 755,8573 + 3,3537 \sin (m 22^\circ 30' + 77^\circ 17') \\ + 0,6828 \sin (m 45^\circ + 344^\circ 22')$$

$$\text{Herbst} \quad b^{(m)} = 756,3042 + 2,7752 \sin (m 22^\circ 30' + 71^\circ 2') \\ + 0,8267 \sin (m 45^\circ + 249^\circ 26')$$

Die aus diesen Formeln berechneten Werthe ergeben dann, verglichen mit den beobachteten, folgende Tafeln (die angegebene Anzahl der Beobachtungen bezieht sich auf den Wind. Die Anzahl der Barometerbeobachtungen, aus denen die Mittel bestimmt sind, ist also immer die vierfache der angegebenen *)).

M i t t e l

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.	Anzahl
NNO	759,2946	759,5640	— 0,2694	66
NO	59,5213	59,1240	+ 0,3973	329
ONO	57,9398	58,0525	— 0,1137	86
O	57,1430	56,5483	+ 0,5967	170
OSO	53,6565	54,0403	— 1,2840	53
SO	53,7379	53,5793	+ 0,1586	221
SSO	53,5849	52,7207	+ 0,8638	59
S	52,5609	52,4598	+ 0,1011	438
SSW	52,1081	52,7362	— 0,6281	137
SW	53,2810	53,4024	— 0,1214	635
WSW	54,5743	54,3081	+ 0,2662	155
W	55,1655	55,3513	— 0,1858	555
WNW	56,8328	56,4729	+ 0,3599	114
NW	57,9849	57,6079	+ 0,3770	281
NNW	57,5847	58,6323	— 1,0475	54
N	59,8332	59,3542	+ 0,5290	300

ohne Regen

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.	Anzahl
NNO	759,7614	759,7293	+0,0321	64
NO	59,5729	59,3172	+0,2557	327
ONO	58,1	58,3058	-0,2058	85
O	57,6687	56,8925	+0,7762	161
OSO	53,9079	55,4005	-1,4916	49
SO	54,3187	54,1666	+0,1521	208
SSO	54,4453	53,4252	+1,0201	52
S	53,4758	53,2456	+0,2302	361
SSW	52,7059	53,5475	-0,8416	118
SW	53,9297	54,1744	-0,2447	541
WSW	55,3829	54,9852	+0,3977	129
W	55,8136	55,8997	-0,0861	478
WNW	57,1873	56,8867	+0,3006	104
NW	58,4015	57,9054	+0,4961	256
NNW	57,5011	58,8474	-1,3463	53
N	60,0819	59,5258	+0,5561	282

Winter

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.	Anzahl
NNO	762,5986	762,1474	+0,4512	14
NO	61,1513	61,1793	-0,028	88
ONO	58,8812	59,3721	-0,4909	18
O	57,4957	57,1734	+0,3223	42
OSO	52,4738	55,0936	-2,6198	12
SO	53,6135	53,5250	+0,0885	72
SSO	54,9626	52,6383	+2,3243	21
S	53,6349	52,3957	+1,2392	106
SSW	50,7658	52,0588	-1,2930	49
SW	53,8099	53,3117	+0,4982	162
WSW	53,8492	54,3231	-0,4739	33
W	55,2493	55,7118	-0,4625	122
WNW	58,1634	57,4418	+0,7216	23
NW	59,4481	59,5256	+0,1225	56
NNW	58,54	61,0081	-2,4681	10
N	64,7271	62,0607	+2,6664	55

S o m m e r

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.	Anzahl
NNO	758,9013	759,4970	— 0,5957	14
NO	58,8313	59,3504	— 0,5191	88
ONO	58,4573	58,3864	+ 0,0709	15
O	56,6611	56,7796	— 0,1185	46
OSO	52,7428	54,9526	— 2,2098	8
SO	53,6493	53,4086	+ 0,2407	21
SSO	52,4131	52,5223	— 0,1092	8
S	52,8617	52,4019	+ 0,4608	69
SSW	54,0231	52,8872	+ 1,1359	24
SW	53,4667	53,6795	— 0,2128	163
WSW	55,0079	54,5184	+ 0,4895	53
W	56,1666	55,3030	+ 0,8636	183
WNW	56,6104	56,0924	+ 0,5180	39
NW	57,6045	56,9910	+ 0,7135	82
NNW	58,6605	58,0021	+ 0,6584	15
N	57,6539	58,9442	— 1,2853	92

F r ü h l i n g.

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.	Anzahl
NNO	758,2748	759,0589	— 0,7841	32
NO	59,2002	58,9091	+ 0,2911	94
ONO	56,8604	57,6636	— 0,8032	32
O	57,5049	55,5919	+ 1,9130	39
OSO	53,6900	53,2451	— 0,5461	22
SO	49,9828	51,4559	— 1,4711	47
SSO	50,76	50,6068	+ 1,1532	8
S	52,4284	50,7724	+ 1,6560	106
SSW	51,3590	51,6699	— 0,3109	31
SW	51,7236	52,7461	— 1,0225	142
WSW	54,0057	53,6644	+ 0,3413	38
W	54,0211	54,3655	— 0,3444	127
WNW	55,9232	55,0181	+ 0,9051	29
NW	55,6933	55,8825	— 0,1890	71
NNW	56,3231	57,0566	+ 0,7335	18
N	59,2064	58,2618	+ 0,9446	48

H e r b s t

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.	Anzahl
NNO	757,9441	758,2538	— 0,3162	6
NO	59,4747	58,4507	+ 1,0240	59
ONO	58,4079	58,4421	— 0,0342	21
O	56,9937	57,9598	— 0,9661	43
OSO	57,5329	56,8898	+ 0,6431	11
SO	55,7894	55,4043	+ 0,3851	81
SSO	53,7214	53,9500	— 0,2286	22
S	51,9232	52,9653	— 1,0421	157
SSW	53,4123	52,8447	+ 0,5676	33
SW	53,9073	53,5769	+ 0,3304	168
WSW	55,3019	54,8503	+ 0,4516	31
W	54,7748	56,1908	— 1,4220	123
WNW	57,0264	57,2240	— 0,1976	23
NW	59,5394	57,7849	+ 1,7545	72
NNW	57,3132	57,9944	— 0,6812	11
N	57,8054	58,0949	+ 0,7105	49

So groß auch die Differenzen in den verschiedenen Jahreszeiten sind, so zeigen doch die berechneten Werthe, daß die Gesamtheit der beobachteten Mittel, der Unregelmäßigkeit der einzelnen ungeachtet, für ein continuirliches Abnehmen der Barometerstände vom höchsten Stande aus nach dem niedrigsten hin auf beiden Seiten der Windrose spricht. Diese Differenzen würden kleiner seyn, wenn für jeden der 4 täglich beobachteten Barometerstände auch die dabei beobachtete Windesrichtung angegeben wäre, aber sie werden dennoch bleiben, denn die ungleiche Vertheilung der Anzahl der Winde in den einzelnen Jahren, aus denen das Mittel von 10 Jahren abgeleitet ist, die ungenaue Unterscheidung der Winde selbst, die Unmöglichkeit, an der Windfahne, welche nur die untere Strömung der Luft anzeigt, die zur Zeit der Beobachtung herrschende Windesrichtung zu beobachten, sind hinreichende Gründe dafür, das einfache Naturgesetz zu verdecken, und in dem abgelei-

teten Resultate Willkürlichkeiten zu zeigen, von denen die Natur selbst nichts weiß.

Setzen wir in den Beobachtungen für das jährliche Mittel statt der offenbar unrichtigen Werthe von OSO, SSO, NNW die verbesserten Werthe der Formel

OSO	SSO	NNW
54,9405	52,7207	58,6323

so erhalten wir als verbesserte Formel für das jährliche Mittel

$$b(m) = 756,0202 + 3,6686 \sin(m 22^\circ 30' + 79^\circ 27') \\ + 0,2325 \sin(m 45^\circ + 329^\circ 18')$$

Verglichen mit den Beobachtungen:

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.
NNO	759,2946	759,6667	- 0,3721
NO	59,5213	59,2453	+ 0,2760
ONO	57,9398	58,2461	- 0,3063
O	57,1450	56,8106	+ 0,3244
OSO	54,9405	55,2032	- 0,2627
SO	53,7379	53,7450	- 0,0081
SSO	52,7207	52,7199	+ 0,0008
S	52,5609	52,2949	+ 0,2660
SSW	52,1081	52,4884	- 0,3803
SW	53,2810	53,1949	+ 0,0861
WSW	54,5743	54,2448	+ 0,3295
W	55,1655	55,4672	- 0,3017
WNW	56,8328	56,7224	+ 0,1104
NW	57,9849	57,8956	+ 0,0893
NNW	58,6323	58,8699	- 0,2376
N	59,8832	59,5081	+ 0,3751

Diese Formel schließt sich schon nahe an die Beobachtungen an. Da der Coefficient des zweiten periodischen Gliedes, verglichen mit dem des ersten, sehr klein ist, so wird der Barometerstand innerhalb der Windrose nahe von der Form seyn

$$b(m) = a + c \sin x$$

wo c eine Constante ist, die mit der geographischen Breite wächst (de barom. mutat. p. 17. 18).

Wie verhält sich nun die Vertheilung der Wärme zu der des Druckes? Bekanntlich steht das Barometer bei den Winden am höchsten, die aus kälteren Gegenden wehen, daher auf der nördlichen Halbkugel mit nördlichen, auf der südlichen mit südlichen. Aber die directen Beobachtungen zeigen für einen und denselben Ort die gegenseitige Abhängigkeit der barometrischen und thermischen Werthe der Winde so un deutlich, daß Ramond (Mém. de l'Institut. 1808. p. 126) das Paradoxon aufstellte: *on peut dire, que le barometre est plus thermometre, que le thermometre même.* Natürlich ist diesem vortrefflichen Physiker der Grund nicht entgangen, warum die thermischen Windmittel den barometrischen schlecht entsprechen. Denn jede Temperatur ist bedingt durch die Windesrichtung, die Tages- und Jahreszeit, und eliminiren wir auch durch Ziehung des Mittels aus 24 Stunden die täglichen Veränderungen, so bleibt sie noch abhängig von der Windesrichtung und Jahreszeit. Die Constanten der Formeln sind also abhängig von der Sonnenlänge, sie sind periodische Functionen, für welche die Periode das Jahr ist. Sind nun die Veränderungen, welche die Temperatur innerhalb dieser Periode erleidet, größer als die von der Lage in der Windrose abhängigen, so kann eine ungleiche Vertheilung der Anzahl der Winde in den einzelnen Zeiten des Jahres die wirklich Statt findenden Temperaturdifferenzen der Winde in den aus allen Beobachtungen gezogenen Mitteln voll-

kommen verdecken. Bei der Berechnung derselben muß also Rücksicht genommen werden auf die Zeit im Jahre, zu welcher die Beobachtungen angestellt sind, und da wir die Vertheilung der Winde in den verschiedenen Zeiten des Jahres nicht gleichförmig machen können, so werden wir uns doch der Wahrheit mehr nähern, wenn wir innerhalb kleinerer Intervallen als das Jahr, z. B. der einzelnen Monate, die Temperaturverhältnisse der Winde bestimmen, und das aus den 12 monatlichen Mitteln eines Windes bestimmte jährliche Wärmemittel als die diesem Winde entsprechende Temperatur ansehen. Dabei begreifen wir nur den Fehler, daß wir innerhalb eines Monats die Temperatur als unveränderlich setzen, da wir sonst die Temperatur als durch das ganze Jahr unveränderlich ansehen. Aber ein neuer Grund der Störung liegt darin, daß mit Westwinden der Himmel gewöhnlich bedeckt ist, mit Ostwinden heiter. Die gleichzeitigen Barometer- und Thermometerbeobachtungen sind aber bei Tage angestellt. Vergleichen wir diese mit einander, so würden wir Temperaturen erhalten, in denen sich die Unterschiede geltend gemacht haben, welche Bedeckung und Helle in den Gang der Temperatur bei Tage hineinbringen. Bekanntlich ist aber die Wirkung eines bedeckten Himmels in der Nacht gerade die entgegengesetzte. Wir werden also diese Störungen eliminiren, wenn wir aus dem täglichen Maximum und Minimum die Temperatur eines Windes bestimmen. Wie nothwendig diese Rücksichten sind, wird daraus hervorgehen, daß die so berechneten Temperaturverhältnisse sich an die barometrischen sehr gut anschließen, um

in ihrem gesetzmässigen Gange wenig zu wünschen übrig lassen. Auch für die barometrischen Mittel müßte die Vertheilung der Winde im Jahre berücksichtigt werden, aber die monatlichen Mittel zeigen noch so große Unregelmässigkeiten, ausserdem sind die gesetzmässigen periodischen Veränderungen, welche der barometrische Werth eines Windes innerhalb des Jahres erleidet, verglichen mit denen des thermischen so klein, daß, was man durch diese Art der Berechnung gewinnen würde, aufgewogen wird durch die Unsicherheit, welche die in kleineren Intervallen geringere Anzahl der Beobachtungen in die barometrischen Werthe hineinbringt. Die mittleren Stände beider Instrumente habe ich für die einzelnen Momente für 1816—1825 in den beiden folgenden Tafeln zusammengestellt, und zur Beurtheilung der den Beobachtungen beizulegenden Werthe die Anzahl der Winde beigefügt. Die darunterstehenden Zahlen beziehen sich auf die Regenwinde, deren respective Anzahl durch die eingeklammerten Zahlen angegeben ist.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jun.
NNO	64,523 —	68,178 —	56,321 —	60,197 —	57,071 49,18	59,687 —
NO	63,366 —	80,929 —	60,244 —	60,924 —	56,688 51,085	58,866 —
ONO	64,512 —	51,784 43,973	60,633 —	55,843 —	56,137 —	58,523 —
JO	61,543 —	57,891 —	60,971 —	55,623 39,46	58,892 —	58,765 —
OSO	54,625 49,543	44,548 —	54,177 —	51,858 48,238	52,503 —	52,576 —
SO	51,915 40,141	53,918 —	56,075 47,263	47,586 —	47,976 46,253	55,773 —
SSO	56,600 —	55,271 —	57,137 —	46,456 —	47,604 45,343	50,086 —
S	52,641 50,829	55,259 51,738	54,616 45,239	50,179 48,15	51,436 47,476	51,359 45,401
SSW	51,048 55,132	50,294 44,831	51,914 —	48,052 44,135	52,589 48,167	53,351 51,458
SW	54,760 46,964	54,640 43,605	51,885 46,939	49,495 46,223	53,205 50,016	53,976 52,751
WSW	60,013 71,338	52,453 45,811	52,216 41,568	56,355 —	54,075 47,788	53,555 49,334
W	53,961 48,873	52,123 58,162	53,411 49,006	53,283 48,336	55,463 51,267	55,819 53,758
WNW	57,885 70,065	58,838 —	56,642 42,513	53,603 47,636	54 —	51,308 51,499
NW	60,948 64,935	58,519 51,544	55,465 50,806	55,457 55,397	56,212 54,543	57,341 —
NNW	61,444 —	57,883 —	56,175 61,01	58,405 —	55,599 —	53,449 —
N	67,370 71,498	64,097 48,3	58,819 56,759	60,699 —	55,588 60,268	53,140 59,563

Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
58,601	58,356	58,42	50,878 39,553	68,3	58,205
58,616	58,925	58,359	59,239	58,517	59,705
60,111	55,896	58,941	55,068	59,801	58,207
54,560 45,599	56,950 54,519	57,398	58,044	55,034 47,569	54,336
—	58,843 47,78	59,365	56,418	56,907 56,743	55,729
52,596	55,501 56,908	54,539 54,408	55,497 37,76	56,808 54,235	55,933
51,579 51,185	53,994	55,199 49,89	52,759 40,058	53,578 49,733	51,583 47,06
52,134 50,989	54,062 52,98	63,081 51,625	50,166 44,025	53,293 46,666	53,024 46,711
53,918 50,063	54,764	53,284	51,568 49,589	54,939 61,535	50,900 49,119
53,377 53,218	55,334 48,686	54,908 58,018	51,556 45,895	54,581 51,919	52,315 50,101
55,477 52,611	55,574 51,19	55,851 55,033	54,838 53,155	55,243 52,803	51,944 58,071
56,597 54,730	56,001 55,778	56,110 52,374	53,314 43,988	54,856 50,366	53,419 50,533
56,551 48,858	58,516 53,79	57,903 56,464	52,082	60,363	57,382
57,824 58,08	57,738 46,103	58,937	59,173 52,913	60,342 55,338	58,766 54,215
59,948	56,62	56,848	61,108	53,019	55,826
55,759 62,445	58,968 57,093	58,642 54,034	58,506 52,044	53,841 48,174	58,677 48,824

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jun.
NNO	6	5	3	7	14 (1)	11
NO	40	28	20	39	23 (2)	32
ONO	8	6 (1)	4	6	13	13
O	17	12	13	7 (1)	21	11
OSO	5 (1)	3	6	9 (1)	7	3
SO	19 (7)	30	23 (1)	9	22 (1)	16
SSO	5	9	7	3	3 (1)	2
S	42 (6)	30 (5)	34 (5)	32 (4)	37 (5)	37 (4)
SSW	17 (2)	17 (3)	15	8 (1)	9 (2)	14 (1)
SW	61 (12)	62 (9)	39 (8)	61 (4)	35 (5)	46 (9)
WSW	4 (1)	11 (2)	10 (2)	7 (0)	21 (3)	14 (3)
W	39 (5)	44 (4)	39 (11)	51 (8)	36 (5)	40 (9)
WNW	8 (1)	4	11 (1)	13 (1)	9	7 (2)
NW	14 (1)	20 (4)	22 (2)	22 (3)	27 (5)	22
NNW	2	3	5 (1)	8	3	7
N	10 (3)	31 (1)	34 (2)	28	32 (1)	24 (1)

Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
5	4	5	1 (1)	3	2
40	19	29	30	16	13
5	6	4	12	4	5
15 (2)	17 (2)	14	5	7 (4)	8
0	5 (1)	3	1	7 (1)	4
9	7 (1)	5 (1)	15 (1)	37 (1)	29
2 (1)	2	4 (1)	7 (1)	10 (1)	5 (2)
14 (8)	31 (4)	22 (9)	41 (15)	66 (4)	50 (8)
6 (1)	11	7	6 (2)	12 (1)	15 (5)
43 (8)	55 (11)	65 (2)	61 (2)	45 (10)	62 (14)
18 (3)	21 (4)	9 (2)	9 (1)	13 (1)	18 (3)
56 (6)	68 (7)	59 (7)	40 (7)	39 (4)	44 (4)
12 (2)	12 (1)	15 (2)	11	6	6
33 (1)	25 (1)	24	22 (3)	23 (3)	27 (2)
4	7	4	6	3	2
37 (1)	28 (1)	27 (2)	22 (2)	19 (2)	8 (2)

T e m p e r a t u r

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jun.
NNO	-1,19 —	-0,6 —	+3,62 —	7,67 —	13,21 17,8	20,36 —
NO	-1,44 —	+2,24 —	4,95 —	9,82 —	13,52 9,48	17,16 —
ONO	+0,54 —	-2,21 +1,75	+5,27 —	11,15 —	13,35 —	18,83 —
O	-1,73 —	+2,99 —	5,08 —	10,90 6,35	13,36 —	20,49 —
CSO	+1,92 -0,15	2,2 —	7,48 —	11,30 10,65	12,38 —	20,4 —
SO	+0,37 4,24	2,85 —	6,47 6,35	13,47 —	15,13 17,15	19,82 —
SSO	+0,91 —	5,59 —	6,97 —	11,02 —	11,92 15,1	15,87 —
S	+4,35 4,24	4,25 5,3	7,17 5,63	12,86 12,15	14,02 14	17,05 15,36
SSW	+5,45 6,05	6,38 6,45	7,88 —	10,72 10,2	13,79 9,47	16,12 14,3
SW	+5,92 5,95	6,08 5	7,88 7,38	11,57 7,26	15,06 12,83	16,9 16,43
WSW	+2,44 0,85	6,19 4	7,68 4,45	12,41 —	13,47 12,75	16,32 16,58
W	+4,09 2,43	5,53 5,55	7,63 7,48	9,35 8,74	13,78 11,26	16,20 14,62
WNW	+4,35 6,1	4,55 —	7,85 3,95	9,19 7,8	10,44 —	14,69 12,52
NW	+2,32 0,6	4,26 3,5	5,29 2,3	8,51 7,98	12,49 12,32	15,78 —
NNW	+2,7 —	3,19 —	4,8 1,05	8,28 —	13,09 —	18,44 —
N	+1,47 2,2	2,95 1	4,19 4,82	8,05 —	13,31 12,1	16,29 13,45

Contigra de.

Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
17,96 —	24,54 —	11,6 —	9,28 6,85	3,4 —	—0,45 —
19,76 —	17,65 —	15,67 —	8,23 —	3,07 —	—2,25 —
20,48 —	18,02 —	16,67 —	9,69 —	2,76 —	2,35 —
18,9 15,7	21,36 13,88	14,84 —	9,78 —	3,88 4,45	0,24 —
— —	20,49 18,4	17,82 —	13,55 —	6,41 12,15	5,75 —
22,23 —	18,41 17,9	17,55 13,35	12,27 11,85	6,62 9,45	3,39 —
14,27 20,5	19,34 —	16,51 20,25	14,58 15,85	7,82 12,65	2,27 3,25
19,62 16,34	18,39 14,88	16,52 12,42	13,94 11,49	8,58 9,96	4,88 7,68
18,47 18,65	18,06 —	16,61 —	11,96 12,53	9,53 12,75	7,24 6,46
20,1 17,03	18,65 16,20	17,65 17,42	10,88 15,42	10,12 9,59	6,77 8,53
17,21 15,3	17,93 18,25	16,49 14,75	12,38 16,65	8,42 13,85	4,28 6,13
17,37 15,79	17,54 16,03	14,74 13,48	10,49 9,66	7,61 7,83	6,09 6,98
17,3 19,3	17,97 17,49	14,67 13,62	10,08 —	7,16 —	4,14 —
16,38 14,6	18,28 15,95	15,76 —	8,91 8,8	5,61 7,2	4,09 6,35
16,86 —	19,29 —	13,25 —	8,23 —	7,25 —	0,97 —
18,37 16,75	23,77 15,55	16,44 14,67	9,49 7,92	4,04 4,62	0,67 —0,6

Eine Vergleichung der beiden Tafeln mit einander zeigt, daß sowohl die thermischen als barometrischen Werthe der deprimirenden Winde innerhalb der jährlichen Periode geringere Veränderungen erleiden, als die der elevirenden (de bar. mut. p. 36). Die Abnahme der barometrischen Werthe der elevirenden Winde, vom Winter-nach dem Sommer hin, tritt deutlicher hervor als das Erheben der deprimirenden. Entschieden zeigt sich dieß aber in den absoluten monatlichen Extremen, denn die Curve der Maxima ist concav, während die der Minima convex ist. Als 10jähriges Mittel erhielt ich

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jun.
Maxima	71,488	69,924	67,620	65,898	64,980	63,817
Minima	36,071	37,413	36,140	39,081	43,704	46,035
Untersch.	35,417	32,511	31,480	25,899	20,113	17,782

Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
63,109	63,247	65,207	66,277	67,847	68,595
46,331	45,252	43,432	36,240	40,315	35,766
16,778	17,995	21,775	20,031	27,632	32,829

Aus diesen monatlichen Mitteln erhalten wir für die Jahreszeiten und das Jahr folgende Temperaturverhältnisse (für die fehlende OSO Beobachtung im Jul. ist das Mittel aus dem vorhergehenden und folgenden Monate = $20^{\circ},44$ interpolirt. Diese Mittel selbst aber differiren nur um $0^{\circ},09$).

Wind	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
NNO	9,12	— 0,75	8,16	20,95	8,09
NO	9,03	— 0,48	9,43	18,19	8,99
ONO	9,75	+ 0,26	9,92	19,11	9,71
O	10,06	0,50	9,98	20,27	9,50
OSO	11,68	3,29	10,38	20,44	12,59
SO	11,55	2,20	11,69	20,15	12,15
SSO	11,01	2,92	9,97	18,16	12,97
S	11,88	4,82	11,35	18,35	13,01
SSW	12,28	6,20	11,50	18,55	12,88
SW	11,87	6,31	10,79	17,55	12,88
WSW	11,27	4,30	11,19	17,15	12,43
W	10,87	5,23	10,25	17,03	10,95
WNW	10,19	4,35	9,16	16,65	10,63
NW	9,81	3,56	8,76	16,81	10,09
NNW	9,69	2,28	8,72	18,19	9,53
N	9,92	1,69	8,51	19,47	9,99

Sowohl im jährlichen Mittel, als in den einzelnen Jahreszeiten, den Sommer ausgenommen, zeigt sich eine auffallende Uebereinstimmung des Ganges der Temperatur und der Vertheilung des Druckes in der VVindrose. Die kälteren VVinde erheben das Barometer über das Mittel, die wärmeren erniedrigen es unter dasselbe. Im Winter, wo die Temperaturdifferenzen am größten sind, sind es auch die der barometrischen VVerthe der VVinde (de bar. p. 19. 36), selbst in den einzelnen Monaten läßt sich dies verfolgen. Ja was als Unregelmäßigkeit bei OSO und SSO hervortrat, erscheint nun bedingt durch die Störung des thermischen Ganges, die wir aber, da sie auf die am seltensten beobachteten VVinde fällt, nur als zufällig anzusehen haben. Nur im Sommer vermag die durch den directen Sonnenschein am Boden erregte Wärme jenen gesetzmäßigen Gang zu verdecken, das nach Süden hängende Thermometer wird daher, außerdem geschützt vor dem kühlenden Einflusse der nördlichen VVinde, aber vollkommen ausgesetzt der Verdau-

pfungskälte der häufigen Niederschläge auf der Westseite, auf der SO-Seite am höchsten stehen, auf der VW-Seite am niedrigsten. Daß aber diese Erscheinung nur in der Nähe des Bodens Statt findet, daß in Beziehung auf die mittlere Temperatur der Atmosphäre das Barometer Recht hat, indem es bei NO am höchsten steht, zeigen die Beobachtungen auf höheren Bergen. Denn für einen entschiedenen Sommermonat, den Julius, erhielt ich aus den Beobachtungen auf dem St. Bernhard

	Sonnenaufgang		Nachmittag 2 Uhr		
	SW	NO	SW	NO	
1822	4°.85	3°.01	9°.42	5°.86	Réaum.
1823	4.12	0.62	8.09	4.31	
1824	5.88	3.76	11.12	8.85	

Aus den Pariser Beobachtungen erhalten wir als Relation zwischen Temperatur und Windesrichtung

$$\begin{aligned}
 \text{Jahr} \quad t(m) &= 10^{\circ},6238 + 1^{\circ},2672 \sin(m 22^{\circ} 30' + 252^{\circ} 59') \\
 &\quad + 0^{\circ},194 \sin(m 45^{\circ} + 168^{\circ} 25') \\
 \text{Winter} \quad t(m) &= 2^{\circ},9175 + 2^{\circ},7762 \sin(m 22^{\circ} 30' + 214^{\circ} 38') \\
 &\quad + 0^{\circ},2272 \sin(m 45^{\circ} + 190^{\circ} 1') \\
 \text{Frühling} \quad t(m) &= 9^{\circ},985 + 1^{\circ},2490 \sin(m 22^{\circ} 30' + 263^{\circ} 37') \\
 &\quad + 0^{\circ},3172 \sin(m 45^{\circ} + 308^{\circ} 7') \\
 \text{Herbst} \quad t(m) &= 11^{\circ},0163 + 1^{\circ},8924 \sin(m 22^{\circ} 30' + 253^{\circ} 53') \\
 &\quad + 0^{\circ},3411 \sin(m 45^{\circ} + 153^{\circ}) \\
 \text{Sommer} \quad t(m) &= 18^{\circ},5633 + 1^{\circ},5342 \sin(m 22^{\circ} 30' + 359^{\circ} 39') \\
 &\quad + 0^{\circ},2872 \sin(m 45^{\circ} + 94^{\circ} 23')
 \end{aligned}$$

Die daraus berechneten Werthe ergeben, verglichen mit den beobachteten:

Jahr.			Herbst.		Winter.	
Wind	berechn.	Untersch.	berechn.	Untersch.	berechn.	Untersch.
NNO	9°,2556	— 0°,136	9,0303	— 0,940	+ 0,3995	— 1,15
NO	9,3147	— 0,284	9,0554	— 0,065	— 0,0351	— 0,445
ONO	9,6556	+ 0,094	9,5108	+ 0,199	+ 0,0730	+ 0,187
O	10,2140	— 0,154	10,3361	— 0,836	0,6127	— 0,173
OSO	10,8517	— 0,828	11,3321	+ 1,258	1,5971	+ 1,693
SO	11,4085	+ 0,141	12,2343	— 0,084	2,6417	— 0,442
SSO	11,6633	+ 0,653	12,8193	+ 0,151	3,5313	— 0,611
S	11,8745	+ 0,005	12,9892	+ 0,021	4,4558	+ 0,364
SSW	11,7786	+ 0,501	12,7915	+ 0,089	5,0631	+ 1,137
SW	11,5527	+ 0,317	12,3694	+ 0,511	5,4243	+ 0,886
WSW	11,2682	+ 0,012	11,8730	+ 0,557	5,5014	— 1,201
W	10,9546	— 0,085	11,3867	— 0,437	5,2413	— 0,011
WNW	10,6095	— 0,419	10,9113	— 0,281	4,6103	— 0,26
NW	10,2193	— 0,409	10,4061	— 0,316	3,6407	— 0,081
NNW	9,8081	— 0,118	9,8621	— 0,282	2,4643	— 0,184
N	9,4511	+ 0,469	9,3532	+ 0,537	1,3002	+ 0,039

Sommer.			Frühling.	
Wind	berechn.	Untersch.	berechn.	Untersch.
NNO	19,3218	+ 0,628	8,7471	— 0,587
NO	19,6144	— 0,424	9,2049	+ 0,225
ONO	19,7565	— 0,646	9,6966	+ 0,223
O	19,8116	+ 0,458	10,0956	— 0,116
OSO	19,8008	+ 0,639	10,3697	+ 0,01
SO	19,6828	+ 0,467	10,639	+ 1,121
SSO	19,3850	— 1,225	10,7637	— 0,794
S	18,8506	— 0,509	10,9767	+ 0,373
SSW	18,1798	+ 0,370	11,1469	+ 0,353
SW	17,4694	+ 0,090	11,1567	— 0,367
WSW	16,9351	+ 0,215	10,9032	+ 0,287
W	16,7432	+ 0,287	10,3734	— 0,123
WNW	16,9528	— 0,305	9,6763	— 0,516
NW	17,4886	— 0,678	9,0095	— 0,249
NNW	13,1786	+ 0,011	8,5703	+ 0,144
N	18,8408	+ 0,629	8,4943	+ 0,010

Fast in allen Formeln sind die Differenzen von S und SW stark positiv, die Temperatur dieser Winde ist also höher, als sie nach den übrigen thermischen Verhältnissen der übrigen Winde seyn sollte. Es scheint also durch südliche Winde eine fremde Wärme herbeigeführt zu werden. Da für das jähr-

liche Mittel der Coëfficient des zweiten periodischen Gliedes sehr klein ist, so erhält man schon eine große Annäherung, wenn man sich bei dem ersten begnügt. Es wird dann

$$\begin{aligned} a(m) &= a' + c' \sin (m 22^\circ 30' + 252^\circ 59') \\ &= a' - c' \sin (m 22^\circ \frac{1}{2} + 72^\circ 59') \end{aligned}$$

Für das Barometer fanden wir aber nach der ersten Formel

$$b(m) = a + c \sin (m 22^\circ 30' + 80^\circ 9')$$

Es wird also, da ein Unterschied von 7° hier sehr unbedeutend ist, näherungsweise anzunehmen seyn, daß, wenn

$$a(x) = a' + c \sin (x + \alpha),$$

$$\text{dann } b(x) = a - c \sin (x + \alpha),$$

daß also der Druck nach demselben Gesetze abnimmt, nach welchem die Temperatur sich erhöht.

In der Bestimmung der Lage des Mittels innerhalb der Windrose liegt die Auflösung einer der interessantesten Aufgaben der Meteorologie. Durch Alex. v. Humboldt's Isothermen wissen wir z. B., daß bedeutend störende Ursachen eine regelmäßige Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche der Erde hindern. Die Größe dieser Störungen lernen wir dadurch kennen, daß wir ohne Rücksicht auf die Isothermen aus einer hinreichenden Anzahl beobachteter Temperaturmittel für beliebig auf der Oberfläche der Erde vertheilte Orte die wahrscheinlichste Vertheilung der Wärme als Function der Breite bestimmen. Das hat neuerdings

Atkinson *) gethan. Die Unterschiede der berechneten und beobachteten Werthe geben nach Elimination lokaler Störungen die grösseren Störungen, welche die Abweichung der Isothermen von den Breitengraden erzeugen. Eine weitere Frage ist nun, den Grund dieser Abweichungen nachzuweisen. Leopold von Buch und Dalton haben dies versucht. Dalton sucht in der freiwerdenden Wärme des aus tropischen Gegenden herbeigeführten und an den Westküsten sich niederschlagenden Wasserdampfes den Grund davon, daß alle Isothermen sich von diesen aus nach dem Innern der Continente zu neigen, und Brewster hat diese Differenz zwischen Ost- und Westküsten auch für kleinere Inseln empirisch nachgewiesen. Leopold v. Buch erklärt die Temperaturerhöhung in Europa überhaupt aus dem herrschenden SW-Winde, und leitet davon auch den niedrigen Stand des Barometers über der Nordsee ab. Acosta sucht hingegen die auffallende Kälte America's durch die dort häufiger sehr kalten nördlichen Winde zu erläutern. Alle stimmen also darin überein, daß sie in der mittleren Windesrichtung den Grund jener Störungen suchen.

Die Dalton'sche Hypothese könnte man dadurch prüfen, daß man an einem gegebenen Orte die Verdunstungsmenge mit der Menge des Niederschlags vergleicht, aber die Resultate dieser Prüfung werden

*) On Astronomical and other refractions with a connected Inquiry into the Law of Temperature in different Latitudes and of different Altitudes. Astron. Soc. of Lond. Vol. 2.

immer unsicher bleiben, so lange wir die Quantität des als Thau sich niederschlagenden Wasserdampfes nicht mit berücksichtigen. Außerdem hängt die Menge der wirklichen Verdunstung von der grösseren oder geringeren Wassermasse am Beobachtungsorte ab, hingegen die Menge des Niederschlags von der Höhe der Wolke; diese selbst ist daher eine so veränderliche Grösse, daß wenig Aufschluß davon zu hoffen ist. Für die Buchsche Erklärung fehlte es aber bis jetzt an allen Prüfungsmitteln, und wenn es auch das Schicksal dieses großen Meteorologen zu seyn scheint, überall das Rechte zu finden, so ist es doch möglich, daß der Einfluß der mittleren Windesrichtung nicht genüge, das Phänomen zu erklären, daß noch andere Bedingungen eintreten, deren Gesamtergebnis die Isothermen bestimmen. Befäßen wir ein Mittel, aus den Beobachtungen selbst den Einfluß der mittleren Windesrichtung zu bestimmen, so würde darin eine Prüfung jener Hypothesen liegen und dies zugleich darüber entscheiden, ob sie hinreichen. Es ist mir gelungen, diese für den ersten Anblick schwierig scheinende Aufgabe sehr einfach zu lösen. Da aber sowohl diese, als auch die folgenden Untersuchungen über die Hygrometeore mit den von M u n c k e neuerdings im physikalischen Wörterbuche aufgestellten Hypothesen im Widerspruche stehen, so muß ich vorher einige Worte über diese sagen. M u n c k e sagt nämlich (Phys. Wörterb. 3. p. 1005), daß er gegenwärtig die Ansicht hege, daß die größere Kälte Americas und Sibiriens nicht als etwas Ausgezeichnetes betrachtet werden dürfe, sondern die Regel sey, welche die der Erde im Allgemeinen zukommende

Wärme angiebt. Er nennt dies einen an sich unbestreitbaren Satz, durch welchen außerdem die Aufgabe bedeutend leichter werde. Da aber kein Beweis dafür gegeben wird, sondern nur die Physik entschuldigt, daß sie ihn nicht früher gefunden habe, so muß seine Bewährung in der Beurtheilung anderer Ansichten gesucht werden. p. 1002 heißt es: „Der Spanier Acosta leitet die grössere Kälte in America von dem Einflusse der Winde ab, allein diese Hypothese verdient gar keine ernstliche Widerlegung.“ p. 1005: „Es ist nicht zu verkennen, daß die von Africas brennenden Sandwüsten aufsteigenden und seitwärts abfließenden Luftmassen zur Erwärmung des nördlichen Europas vieles beitragen müssen.“ Ich gestehe, daß mir die Gründe, welche Hrn. Muncke bewogen haben, anzunehmen, daß warme Winde die Luft erwärmen, kalte sie aber nicht erkälten, eben so unbegreiflich sind, als die ganze Hypothese. Denn wenn wir auch zugeben wollten, es liege am Tage, daß durch den Golfstrom die Temperaturerhöhung Europas, die vielen Stürme, lauen Winde, warmen Winterregen und Wintergewitter, der niedrige Barometerstand an den norwegischen Küsten entstehen, so sieht man doch nicht ein, warum dieser Strom da, wo er früher und mit höherer Temperatur fließt, nämlich von der Bahama-Straße bis nach Newfoundland hinauf, alle diese wunderbaren Eigenschaften nicht besitzt. Wenn es aber einseitig ist, aus der in Europa beobachteten Temperaturen die mittlere Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche der Erde zu bestimmen, so ist es eben so einseitig, sie gar nicht

dabei zu berücksichtigen. Das richtige Verfahren ist das von Atkinson, der sowohl auf dem europäischen als auf dem amerikanischen Meridiane fortging, um daraus die mittlere Vertheilung zu erhalten, und auf diesem Wege werden wir immer positive und negative Differenzen erhalten. Da nun aber die Beobachtungen der mittleren Windesrichtung ergeben, daß über Europa ein Luftstrom nach dem Pole Statt findet, so ist es wahrscheinlich, daß irgend wo anders dieser Luftstrom zurückkehre, und da Franklin ausdrücklich der häufigen sehr kalten NO-Stürme in America erwähnt, so glaube ich, daß Acosta's Ansicht wenigstens eine Widerlegung verdient. Beobachtungen aus Nordamerica, die ich nicht besitze, können darüber entscheiden.

Das unveränderliche Glied unserer Formel u ist die Summe der respectiven thermischen oder barometrischen Windmittel, dividirt durch ihre Anzahl. Es würde die aus allen Beobachtungen abgeleitete wahre mittlere Temperatur seyn, der wahre mittlere Barometerstand, wenn alle Winde gleich oft geweht hätten, oder wenn keine Windesrichtung vorgeherrscht hätte. Der Unterschied des aus allen Beobachtungen, abgesehen von dem zur Zeit jeder einzelnen Beobachtung wehenden Winds, bestimmten Mittels und der Constante ist also der Einfluß der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur und den mittleren Barometerstand, die Constante u die von dem Einflusse der Winde befreite Temperatur und das davon unabhängige barometrische Mittel. Bezeichnen wir das Mittel für die Temperatur mit $m(+)$, für das Barometer mit $m(b)$, so wird das Zeichen von

$m^{(+)} - u^{(+)}$ angeben, ob die Temperatur durch die Windesrichtung erhöht oder erniedrigt sey, der Zahlwerth zugleich angeben, um wieviel. Ebenso, ob das Barometer wegen des Windes im Mittel zu tief oder zu hoch stehe. Dabei kommt es natürlich nicht darauf an, ob der südliche Luftstrom; ehe er über meinen Beobachtungsort fließt, schon einen Theil seiner Wärme abgesetzt habe, da wir nur wissen wollen, wie viel Wärme er hier noch mitbringt. Die Zuverlässigkeit des so gefundenen Einflusses wird dabei abhängen von der Sicherheit der einzelnen Windmittel.

Für Paris erhielt ich als mittlere Windesrichtung nach der Lambert'schen Formel, wenn nämlich die Intensitäten gleichgesetzt werden (da ich nicht weiß, welche quantitativen Werthe unter *fort, faible* . . verstanden werden)

Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
64°	48° 2'	79° 37'	83° 33'	38° 7'

wenn nämlich $S = 0^\circ$ $W = 90^\circ$. . . gesetzt wird, also zwischen VSW und SW im Mittel; im Winter SW; Frühling VSW, Sommer W; Herbst SSW:

Aus den Beobachtungen erhalten wir aber für

	Mittel	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
$m^{(+)} =$	10°,841	3°,803	10°,6066	17°,7866	11°,5166
$u^{(+)} =$	<u>10,6238</u>	<u>2,9175</u>	<u>9,985</u>	<u>18,5638</u>	<u>11,0163</u>
$m^{(+)} - u^{(+)} =$	+0,2172	+0,8855	+0,6216	-0,7772	+0,5003

für das Barometer

$m^{(b)} =$	755,6215	756,5111	754,7902	756,0049	755,2400
$u^{(b)} =$	<u>755,9284</u>	<u>756,8354</u>	<u>754,7479</u>	<u>755,8573</u>	<u>756,3042</u>
	-0,3069	-0,3243	+0,0423	+0,1476	-1,0642

Es wird also durch den herrschenden WSW im Mittel die Temperatur erhöht um $+0^{\circ},2172$, das Barometer erniedrigt um $0^{\text{mm}},3069$.

Durch den SW im Winter die Temperatur erhöht um $0^{\circ},8835$,
 der Druck vermindert um $0,3243$
 WSW im Frühling die Temper. erhöht um $0^{\circ},6216$,
 der Druck erhöht um $0,0423$
 W im Sommer die Temper. erniedrigt um $0^{\circ},7772$,
 der Druck erhöht um $0,1476$
 SSW im Herbst die Temperatur erhöht um $0^{\circ},5003$,
 der Druck vermindert um $1,0642$.

Leopold v. Buch's Hypothese zeigt sich also übereinstimmend mit der Erfahrung. Zur Prüfung der Dalton'schen Hypothese scheint es am passendsten, den Einfluß der Windesrichtung auf die Elasticität des Wasserdampfes zu bestimmen. Aus den Daniell'schen Beobachtungen für London ergibt sich in franz. Maafs

$$\alpha(\omega) = 3''',54 + 0''',7067 \sin(m\ 45^{\circ} + 251^{\circ}\ 27') \\ + 0''',0526 \sin(m\ 90^{\circ} + 92^{\circ}\ 44')$$

verglichen mit den Beobachtungen

Wind	beobacht.	berechn.	Untersch.
N	2''',95	2,9225	+0,03
NO	2,89	2,896	0,00
O	3,29	3,2627	+0,03
SO	3,80	3,8373	-0,05
S	4,35	4,2625	+0,09
SW	4,07	4,179	-0,10
W	3,80	3,7123	+0,09
NW	3,17	3,2217	-0,05

$$m(\omega) = 3''',705$$

$$\alpha(\omega) = 3''',54 \\ + 0,165$$

Die mittlere Elasticität des Wasserdampfes ist also durch die Windesrichtung um 0,165 erhöht; Dalton's Ansicht also ebenfalls den Beobachtungen entsprechend. Bei barometrischen Nivellements von Orten der Ebene, deren Höhe durch Vergleichung jährlicher Mittel mit Mitteln am Meere bestimmt wird, würde dies nur eine Correction dann nothwendig machen, wenn der Einfluß der mittleren Windesrichtung an den verglichenen beiden Orten verschieden wäre. Bei Orten, an welchen die Richtung des Windes unveränderlich wäre, findet natürlich das angegebene Verfahren keine Anwendung, für die Untersuchung des mittleren Druckes über den verschiedenen Meeren ist es aber nicht zu vernachlässigen. Hat man durch längere Beobachtungsreihen die monatlichen Mittel sicher bestimmt, so kann man hierdurch ebenfalls prüfen, welchen Einfluß die Windesrichtung auf den Gang der monatlichen Mittel ausert.

Dürften wir uns bei dem ersten periodischen Gliede begnügen, so würde die Constante U' unmittelbar die Lage der geraden Linie vom Maximum zum Minimum der Windrose bestimmen, auf deren beiden Seiten die Barometer- und Thermometerstände vollkommen symmetrisch vertheilt werden. Die Nothwendigkeit folgender Glieder zeigt, daß jene Symmetrie nicht Statt findet, aber die starke Divergenz der Coëfficienten der zweiten Glieder beweist, daß sie näherungsweise anzunehmen ist. Ich werde jene gerade Linie den meteorologischen Meridian nennen, und wir haben oben gesehen, daß der thermische und barometrische nach den Beobachtungen nur 7° von einander abweichen, also nahe zusammenfal-

len. Ebenso wird der Winkel, welchen nach der ein-gliedrigen Formel das thermische Mittel mit der Linie WVO macht, der Winkel der Isotherme am Beobachtungsorte mit dem Breitenkreise seyn, denn die Winde, deren mittlere Temperatur der des Beobachtungsortes gleich ist, müssen nothwendig über Orte fließen, deren mittlere Temperatur gleich der des Beobachtungsortes ist, oder sie müssen der Richtung der Isotherme folgen. Abstrahiren wir hierbei von dem Einflusse der Windesrichtung auf die Temperaturerhöhung des Beobachtungsortes, oder nehmen wir an, daß dieser Einfluß für nahe an einanderliegende Orte derselbe sey, so wird jener Winkel derselbe seyn als der, den der meteorologische Meridian mit dem astronomischen macht, beide nämlich gleich dem Complement der Constante U' , also für die Isotherme in Paris 17° . Für Orte, deren geographische Breite und Länge nicht sehr verschieden ist, wird aber die Lage des meteorologischen Meridians in der thermischen Windrose nahe dieselbe seyn, und eben deswegen auch die Vertheilung der Barometerstände nahe dieselbe. Denn wählen wir für die Vertheilung der Wärme, des Druckes der trocknen Luft und der Elasticität des Wasserdampfes die einfachsten Ausdrücke, indem wir uns bei dem ersten Gliede begnügen, so wird, wenn wir sie mit t , p und e bezeichnen, und sich aus den Beobachtungen ergibt, daß

$$t(x) = a + c \sin(x + \alpha)$$

anzunehmen sey, daß $p(x) = a' - c' \sin(x + \alpha)$ (de bar. mut. p. 41 — 44)

$$e(x) = a'' + c'' \sin(x + \alpha)$$

also $b(x) = p(x) + e(x) = a' + a'' + (c'' - c') \sin(x + \alpha)$

Da nun $c'' - c'$ immer eine negative GröÙe ist, wenigstens in Gegenden auÙerhalb der Tropen, so würde unter diesen Voraussetzungen das Maximum des Druckes mit dem Minimum der Temperatur genau zusammenfallen, also bei jenen Orten auch die Vertheilung des Druckes in der Windrose nahe übereinstimmend. Berlin und Paris zeigten nach den früheren Beobachtungen eine solche Uebereinstimmung. Wäre die Vertheilung des Wasserdampfs so wie die der Temperatur verschieden, so können wir setzen

$$p(x) = a' - c' \sin(x + \alpha + \delta')$$

$$e(x) = a'' + c'' \sin(x + \alpha + \delta'')$$

wo δ' und δ'' GröÙen sind, die für die zu vergleichenden Orte nicht bedeutend differiren. Es würde dann

$$b(x) = a'' + a' + r \sin(x + \alpha + \beta)$$

wenn nämlich $r \cos \beta = c'' \cos \delta'' - c' \cos \delta'$

$$r \sin \beta = c'' \sin \delta'' - c' \sin \delta'.$$

Der Unterschied β , der sich in den Constanten U' für die Barometerformeln verschiedener Orte, deren geographische Lage nicht bedeutend verschieden ist, zeigt, kann also nicht sehr groß seyn, und hängt also ab von Verschiedenheiten in der Vertheilung des Druckes und der Elasticität des Wasserdampfes. Auch zeigten einige nach den von L. v. Buch, Schouw und Buek angegebenen Mitteln berechneten Windrosen für die besser bestimmten Orte, nämlich Middelburg und Copenhagen, eine nahe Uebereinstimmung mit Berlin und Paris. Ich erhielt nämlich für

$$\text{Middelburg } b^{(m)} = 336''',22375 + 1''',93165 \sin (m 45^\circ + 65^\circ 51') \\ + 0''',40999 \sin (m 90^\circ + 272^\circ 27')$$

$$\text{Copenhagen } b^{(m)} = 337''',78875 + 1''',47589 \sin (m 45^\circ + 72^\circ 34') \\ + 0''',16878 \sin (m 90^\circ + 332^\circ 40')$$

$$\text{Hamburg } b^{(m)} = 335''',8625 + 1''',21437 \sin (m 45^\circ + 52^\circ 22') \\ + 0''',27949 \sin (m 90^\circ + 206^\circ 34')$$

$$\text{Apenrade } b^{(m)} = 336''',155 + 0''',91863 \sin (m 45^\circ + 50^\circ 21') \\ + 0''',70665 \sin (m 90^\circ + 243^\circ 41')$$

Aber eine solche Vergleichung wird nur für gleichzeitige Beobachtungen entscheidende Resultate geben, denn für Paris gaben die Beobachtungen der 8 Hauptwinde nach den Beobachtungen von Messier

$$b^{(m)} = 336''',10625 + 1''',24955 \sin (m 45^\circ + 68^\circ 22') \\ + 0''',277 \sin (m 90^\circ + 244^\circ 24') \\ \text{von 1816—1820}$$

$$b^{(m)} = 755'''',7464 + 3''',6532 \sin (m 45^\circ + 73^\circ 6') \\ + 0'''',2161 \sin (m 90^\circ + 337^\circ 12') \\ \text{von 1816—1825}$$

$$b^{(m)} = 756'''',1599 + 3''',7806 \sin (m 45^\circ + 77^\circ 3') \\ + 0'''',2719 \sin (m 90^\circ + 7^\circ 3')$$

Der Werth der Constante U' scheint also immer zugenommen zu haben, das Maximum von NO nach N zurückzugehen, während die nördlichen Winde auf Kosten der nordöstlichen immer mehr das Uebergewicht gewonnen haben.

Aus den Pariser Beobachtungen erhalten wir für die Lage und den Werth der Extreme

Barometer

	Maximum	Lage	zwischen	Minimum	Lage	zwischen	Unterschied
Jahr	759,572	13° 53'	N — NNO	752,4592	178° 51'	S	7,1128
Winter	762,2412	13 9	N — NNO	752,3943	178 27	b. S	9,8469
Frühling	759,2187	31 10	NNO — NO	750,5495	164 19	SSO	8,6692
Sommer	759,5371	29 46	NNO — NO	752,3623	172 18	SSO — S	7,1748
Herbst	758,8577	55 32	NO — ONO	752,7196	194 14	S — SSW	6,1484

Thermometer

	Maximum	Lage	zwischen	Minimum	Lage	zwischen	Unterschied
Jahr	11°, 8745	179° 37'	S	9,2437	29° 8'	NNO — NO	2,6308
Winter	5,5117	241 53	SW — WSW	— 0,0616	51 39	NO — ONO	5,5733
Frühling	11,1801	215 11	SSW — SW	8,4802	353 44	N — NNW	2,6999
Sommer	19,8151	97 29	O — OSO	16,7431	269 15	W	3,072
Herbst	12,9906	178 5	S	8,9905	32 35	NNO — NO	4°

Das barometrische jährliche Mittel fällt auf 101° 35' und 276° 23'

— thermische — — — 112° 9' und 276° 37'

Auf der Westseite der Windrose fällt also das thermische und barometrische Mittel bis auf einen Unterschied von einigen Minuten zusammen. Dasselbe gilt für das thermische Maximum und barometrische Minimum. Das thermische Maximum, das im Winter WSW ist, wird im Frühling SW, im Sommer OSO beinahe O, und geht im Herbst bis S zurück. Hingegen fällt die größte Kälte im Winter bis unter NO, im Frühling bei NNW, im Sommer bei reinem West, im Herbst wieder ONO. Der Einfluss der Differenz zwischen Land und See ist nicht zu verkennen. Analoge Veränderungen zeigen sich für die barometrischen Extreme, welche die gegebene Tafel beurtheilen lässt, und die die gezeichneten Windrosen noch anschaulicher machen. Zur Beurtheilung des Ganges des Barometers in der Windrose ist es gut, die Differenzen der auf einander folgenden Werthe zu berechnen oder nach den berechneten Werthen selbst sich Curven zu zeichnen. Für das Barometer kann man sie als Ordinaten auf den Kreis tragen, dessen Radius die mittlere Barometerhöhe des Ortes ist.

Fig. 1

b

Fig. 2

Fig. 4

Fig. 3.

Fig. 5

Fig. 8

Fig. 13

Fig. 14

Fig. 12

Fig. 6

Fig. 9

Entwicklung der Pflanzen.	Tage im Jahre 1825	Temperatur bei Sonnen- aufgang		Temperatur Nachmittags 2 Uhr		Mittlere Temperatur der 5 vorher- gehenden Tage	Wärmegrade vom 21. März an		Mittlere Temperatur von diesem Zeitpunkte a
		in der Luft	im Baume	in der Luft	im Baume		Summa	Zahl der Tage	
Daphne Mezereum, Viola odorata und Leucojum vernum blühen	den 28. März	-2,0° R.	-0,1° R.	+11,0° R.	+9,5° R.	+4,9° R.	40 Grade	an 7 Tagen	+2,83° R.
Ribes Grosularia und rubrum schlagen aus*), Scilla bifolia blüht	5. April	-2,5	-0,5	+8,2	+7,0	+4,7	96	13	+3,69
Sambucus nigra und racemosa, Lonicera tartarica, Ribes nigrum schlagen aus, Ulmus campestris und Populus tremula blühen	10. April	-1,0	+1,1	+14,5	+12,5	+5,7	172	20	+4,30
Pinus Larix, Prunus Padus, Lonicera Xylosteum, Corylus Avellana schlagen aus, Pulmonaria officinalis und Anemone nemorosa blühen	16. April	+1,5	+0,2	+13,5	+12,0	+9,5	280	26	+5,38
Evonymus europaeus, Viburnum Opulus, Berberis vulgaris, Aesculus Hippocastanum, und Salix fragilis schlagen aus	17. April	+8,5	+9,0	+9,7	+9,2	+9,6	295	27	+5,46
Pinus Larix und Salix fragilis blühen	18. April	-2,0	0	+4,2	+2,7	+9,6	313	28	+5,59
Carpinus Betulus schlägt aus; Buxus sempervirens und Ribes alpinum blühen	21. April	+2,0	+1,2	+12,0	+11,1	+4,6	325	31	+5,24
Pyrus communis und Prunus domestica schlagen aus; Alnus glutinosa blüht	24. April	+9,2	+10,0	+17,5	+17,0	+5,8	372	34	+5,47
Acer pseudoplatanus und Vitis vinifera schlagen aus; Ribes rubrum, Cardamine pratensis blühen	25. April	+6,7	+7,0	+15,7	+15,0	+7,8	395	35	+5,68
Fagus sylvatica und Acer campestre schlagen aus	26. April	+8,5	+9,0	+18,2	+16,5	+9,6	420	36	+5,83
Tilia europaea und Sorbus aucuparia schlagen aus; Acer platanoides und Prunus Padus blühen	29. April	+5,2	+6,0	+17,5	. . .	+12,6	498	39	+6,38
Ulmus campestris und Rhamnus catharticus schlagen aus; Prunus Cerasus und avium blühen	30. April	+8,7	+9,6	+16,2	+13,8	+12,3	520	40	+6,50
Rhamnus Frangula, Populus alba und italica schlagen aus	1. Mai	+5,5	. . .	+15,5	+14,8	+12,5	545	41	+6,64
Pyrus communis, Betula alba und Sambucus racemosa blühen	2. Mai	+5,7	+6,9	+17,0	+15,5	+12,7	566	42	+6,73
Quercus Robur, Rhus Typhinum und Juglans regia schlagen aus	4. Mai	+2,0	+3,1	+18,0	+16,7	+11,1	607	44	+6,89
Robinia Pseudacacia schlägt aus	5. Mai	+5,0	+6,2	+20,5	+18,7	+10,7	627	45	+6,96
Robinia inermis und hispida schlagen aus; Acer campestre und Viburnum Lantana blühen	6. Mai	+6,4	+8,0	+23,0	+21,2	+11,0	652	46	+7,08
Fraxinus excelsior schlägt aus; Juniperus communis blüht	8. Mai	+11,2	. . .	+16,2	. . .	+12,5	712	48	+7,41
Pyrus Malus und Acer pseudoplatanus blühen; Morus alba schlägt aus	9. Mai	+6,2	+8,0	+16,2	+14,5	+13,3	740	49	+7,55
Syringa vulgaris und Lonicera xylosteum blühen	11. Mai	+5,7	+7,0	+16,0	. . .	+14,9	784	51	+7,60
Crataegus Oxyacantha, Berberis vulgaris u. Plantanus orientalis blühen	13. Mai	+5,5	. . .	+14,0	+12,7	+11,5	823	53	+7,81
Aesculus Hippocastanum, Lonicera tartarica und Pyrus Cydonia blühen	16. Mai	-1,2	+0,2	+10,0	+9,0	+8,5	872	56	+7,78
Viburnum Opulus und Secale cereale blühen	27. Mai	+7,5	+9,0	+15,0	+14,0	+12,9	1072	67	+8,00
Lonicera Caprifolium und Hordeum vulgare hybernum blühen	1. Jun.	+7,5	+7,8	+10,0	+9,5	+8,5	1167	72	+8,10
Vitis vinifera, Rubus fruticosus und Sambucus nigra blühen	15. Jun.	+10,0	+11,5	+19,0	+17,7	+15,1	1488	86	+8,45
Rosa canina und Triticum Spelta hybernum blühen	20. Jun.	+3,7	+5,2	+19,0	+17,7	+11,8	1607	91	+8,83
Tamarix germanica und Hordeum distichum aestiv. blühen	1. Jul.	+9,2	. . .	+19,2	+17,7	+12,4	1863	102	+9,13
Tilia europaea, Acorus Calamus und Avena sativa blühen	10. Jul.	+10,0	+11,5	+17,0	+15,7	+12,1	2086	111	+9,39
Heißester Tag dieses Sommers; Linum usitatissimum, Spiraea Ulmaria, Solanum tuberosum, Melilotus officinalis blühen	20. Jul.	+9,7	+11,0	+24,5	+23,0	+16,2	2385	121	+9,85
Anfang der Ernte von Triticum Spelta; Atropa Belladonna blüht	26. Jul.	+10,0	. . .	+16,0	. . .	+12,7	2546	127	+10,02
Panicum Miliun, Vicia Faba, Portulaca oleracea blühen	1. Aug.	+13,0	+14,5	+20,0	+18,7	+12,5	2697	133	+10,14
Viele Obstarten reifen, Tanacetum vulgare, Coriandrum sativum, Phaseolus vulgaris blühen	12. Aug.	+6,5	. . .	+13,5	+13,0	+13,1	3017	144	+10,47
Aconitum Napellus und Nicotiana rustica blühen	16. Aug.	+10,5	+11,0	+13,0	+12,7	+11,6	3112	148	+10,51
Datura Stramonium, Centaurea Benedicta, Cicer arietinum u. Artemisia Dracunculus blühen	1. Sept.	+4,5	+5,7	+16,5	+15,0	+15,7	3558	164	+10,84
Aster chinensis, Dahlia pinnata, Polygonum orientale blühen	16. Sept.	+11,2	+12,0	+16,5	+15,2	+13,2	3899	179	+10,89
Vitis vinifera reift, Tagetes patula blüht	21. Sept.	+8,7	. . .	+20,0	+18,5	+13,3	4032	184	+10,95
Allgemeine Weinlese, Helianthus tuberosus blüht	18. Octbr.	+6,2	+7,0	+8,0	+7,7	+8,2	4553	201	+11,32
Bäume fangen an sich zu entblättern, späte Weintrauben - Arten hatten noch bis jetzt an Güte zugenommen, Hedera Helix blüht	9. Novbr.	-1,0	+0,5	+8,5	+7,5	+5,3	4801	222	+10,81
Strengste Kälte des Winters von 1825 — 26.	30. Jan.	-15,2	-14,0	-6,2	-7,2	-7,0	. . .	. . .	. . .

*) Unter Ausschlagen ist hier immer das erste Entfalten der Blätter zu verstehen.