III. *Einige Bemerkungen über die physischen Ursachen der Gestalt der Isothermen;*
von H. W. Dove.

Halley, welcher zuerst auf die Möglichkeit des Zusammentreffens eines Cometen mit der Erde aufmerksam machte, suchte die auffallende Kälte Nordamerika's durch die Annahme zu erklären, daß ein solches Zusammentreffen wirklich in früheren Zeiten stattgefunden habe. Dort, meinte er, habe sonst der Erdpol gelegen, und die niedere Temperatur jener Gegenden sey eine Nachwirkung jener früheren Verhältnisse. Da es aber zwei nördliche Kältepole giebt, deren keiner mit dem Drehungspole zusammenfällt, so müßte eine solche Veränderung der Erdaxe zweimal eingetreten seyn, welches eben nicht für jene Hypothese spricht, indem schon die Wahrscheinlichkeit eines einmaligen Zusammentreffens nach den Untersuchungen von Olbers sehr gering ist. Wir sind daher auf terrestrische Ursachen zurückgewiesen.

Seitdem es durch unbestreitbare Thatfachen erwiesen zu seyn scheint, daß von der Oberfläche der Erde an die Temperatur nach der Tiefe zunimmt, kann die Temperatur der Oberfläche als durch terrestrische und solare Wärme bedingt angesehen werden. Denkt man sich nun das als flüssig angenommene Innere der Erde von einer festen Schale von ungleicher Dicke umgeben, so wird der von der terrestrischen Wärme abhängige Theil der Temperatur der Oberfläche nur in dem Falle eine Function der geographischen Breite allein seyn, wenn die Dicke der Schale mit der Entfernung vom Aequator entweder regelmäfsig zu- oder abnimmt. Da nun der von der solaren Wärme abhängige Theil nur eine Function der Breite ist, so würden unter jener Voraussetzung bei

einer gleichgestalteten Oberfläche die Isothermen mit den Parallelkreisen zusammenfallen. Es ist leicht einzusehen, wie bei einer unsymmetrischen Vertheilung der Dicke der Erdrinde Erscheinungen entstehen würden, ähnlich denen, welche wir jetzt in Beziehung auf die isothermische Vertheilung beobachten. So lange aber nicht durch Beobachtungen erwiesen ist, daß die Temperaturzunahme nach der Tiefe an den convexen und concaven Scheiteln der Isothermen verschieden ist, fehlt einer solchen Erklärung, wie sie Cordier gegeben, alle empirische Bewährung.

Es scheint daher zunächst am passendsten, auf der Oberfläche der Erde selbst die Ursache jener auffallenden Abweichung der Isothermen von den Parallelkreisen zu suchen. Die unter dem Aequator aufsteigenden und nach den Polen abfließenden Luftströme sind als Grund jener Verschiedenheit angegeben worden. Da wo durch ein breites Continent die Temperatur der Linie unverhältnißmäßig erhöht wird, wird nach dieser Ansicht auch die Temperatur der darüber liegenden gemäßigten Zone gesteigert, und daher contrastirt die Wärme Europa's so entschieden gegen die Kälte Amerika's, in dessen tropischen Gegenden gerade das feste Land zurückgedrängt ist. In Asien hingegen überschreiten die Aequatorialströme nicht das Hochland, deswegen jene merkwürdige Kälte.

Im 11. Bande dieser Annalen habe ich die Zulässigkeit dieser Hypothese dadurch geprüft, daß ich für Paris den Einfluß der mittleren Windesrichtung auf die Temperatur quantitativ zu bestimmen suchte. Ich werde jetzt ähnliche Berechnungen für London mittheilen.

Hat man aus einer langen Reihe von Beobachtungen nach Elimination der täglichen und jährlichen Veränderungen die mittlere Temperatur der einzelnen Winde bestimmt, von denen n verschiedene Richtungen an der Windrose unterschieden seyn mögen, und bezeichnet man die mittleren Temperaturen derselben mit $t' t'' t''' \dots t^n$, ihre respective Anzahl mit $m' m'' m''' \dots m^n$,

so wird die mittlere Temperatur des Ortes T :

$$T = \frac{m' t' + m'' t'' + m''' t''' + \dots + m^n t^n}{m' + m'' + m''' + \dots + m^n}$$

Wären alle Winde gleich oft vorgekommen, hätte also keine Windesrichtung vorgeherrscht, so würde:

$$m' = m'' = m''' = \dots = m^n.$$

Bezeichnen wir die Temperatur, welche unter dieser Voraussetzung stattgefunden haben würde, mit T° , so wird:

$$T^\circ = \frac{m'(t' + t'' + t''' + \dots + t^n)}{nm'} = \frac{t' + t'' + t''' + \dots + t^n}{n}$$

Ist $T = T^\circ$, so hat die mittlere Windesrichtung keinen Einfluß auf die mittlere Temperatur, ist T größer als T° , einen erwärmenden, ist es kleiner, einen erkaltenden. Die Größe desselben mit W bezeichnet giebt also:

$$W = T - T^\circ.$$

Zur Elimination der täglichen Veränderung scheint es am passendsten, die Temperatur eines Windes aus den täglichen Extremen abzuleiten, wenn nämlich in den Beobachtungen der während eines Tages herrschende Wind angegeben ist. Denn da die Himmelsansicht bei verschiedenen Winden verschieden ist, so wird Bedeckung in eben dem Maasse das Maximum des Tages erniedrigen, als sie das Minimum der Nacht erhöht, ein heller Himmel hingegen für beide Extreme das Gegentheil bewirken.

Die der Berechnung unterworfenen Beobachtungen sind die von Howard in seinem *Climate of London* bekannt gemachten, 14 Jahre, 1806 bis 1818, an einem Register-Thermometer, nach Fahrenheit getheilt. Die thermischen Windmittel in Fahrenheit'schen Graden sind in der ersten Tafel enthalten, in der zweiten die Größe der täglichen Veränderung, welche die Nothwendigkeit der Correction für die tägliche Variation bei jeder einzelnen Windesrichtung zeigt, in der dritten endlich die Anzahl der einzelnen Winde:

Mittlere Temperatur.

	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Veränd.	Windst.
Januar	39° 35'	37° 62'	33° 02'	31° 23'	29° 71'	31° 67'	36° 14'	41° 46'	32° 13'	31° 25'
Februar	43 14	41 29	38 39	28 97	33 23	35 30	38 32	43 44	36 28	43 5
März	45 20	44 06	41 43	34 81	37 33	39 09	41 66	43 90	44 75	41 33
April	46 91	48 54	45 46	40 59	45 20	50 40	48 01	45 51	46 54	51
Mai	55 64	54 94	52 55	53 62	52 61	56 17	56 25	57 52	57 03	45 40
Juni	58 91	59 96	58 63	57 24	58 15	61 27	62 34	61 22	60 23	60 05
Juli	63 41	62 30	61 04	59 90	61 42	63 57	67 44	65 25	62 02	—
August	62 21	61 5	59 79	59 11	59 87	63 86	64 28	59 22	64 06	61 91
September	56 38	56 04	53 31	54 28	56 56	58 01	58 57	59 59	56 67	56 05
October	52 88	49 94	46 55	44 58	47 20	49 75	50 17	51 7	50 60	50 18
November	45 08	42 01	37 12	38 55	42 02	40 72	44 37	46 02	38 76	42 61
December	40 81	39 01	35 25	32 98	33 93	35 48	37 35	42 31	00	73

Tägliche Veränderung.

	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Veränd.	Windst.	Mittl. Veränd.
Januar	10°, 429	10°, 282	11°, 817	10°, 228	6°, 895	8°, 257	7°, 428	10°, 039	10°, 865	11, 7	9,924
Februar	11, 76	11, 576	12, 38	11, 765	11, 904	11, 571	11, 435	12, 297	13, 04	11, 616	11,99
März	14, 609	13, 765	15, 167	13, 062	12, 304	13, 921	15, 333	16, 562	17, 311	8, 666	14,188
April	17, 11	18, 323	17, 234	17, 582	17, 955	21, 364	20, 853	17, 358	17, 285	16	18,192
Mai	18, 161	21, 053	20, 3	18, 916	21, 015	21, 2	19, 688	19, 333	20, 386	18, 818	19,941
Juni	19, 19	21, 307	20, 927	18, 24	21, 98	24	27, 861	20, 222	21, 467	19	21,21
Juli	19, 371	18, 854	19, 636	19, 654	19, 40	21, 715	21, 632	20, 6	19, 177	—	19,641
August	18, 082	18, 774	17, 718	20, 353	20	20, 833	19, 429	20, 111	19, 733	20, 167	18,552
September	16, 06	18, 049	18, 364	17, 695	17, 094	23, 031	18, 45	17, 762	19, 346	19	18,142
October	14, 574	14, 116	18, 737	15, 278	14, 943	14, 26	16, 057	15, 267	14, 612	14, 125	15,259
November	11, 39	15, 75	13, 392	11, 793	9, 6	10, 111	10, 444	11, 773	13, 316	13, 889	11,804
December	11, 152	10, 152	11	8, 862	9, 703	6, 036	10, 042	10, 2	9, 861	11, 769	10,128

Anzahl.

	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Veränd.	Windst.
Jan.	73	39	60	32	38	28	28	26	37	10
Febr.	100	37	50	17	21	21	23	27	25	13
März	69	39	48	16	89	38	21	16	29	3
April	55	21	47	36	67	33	34	14	42	2
Mai	74	19	40	12	67	40	32	21	44	11
Juni	74	39	68	25	49	22	22	9	39	9
Juli	97	48	85	26	25	14	19	20	34	—
Aug.	98	53	96	17	31	18	14	18	15	6
Sept.	67	41	44	23	53	32	40	21	26	9
Oct.	87	43	38	18	53	27	35	30	28	8
Nov.	87	44	51	29	50	18	27	22	19	9
Dec.	99	46	58	29	37	28	24	10	26	13

Bei der Bestimmung der mittleren Temperatur T sind die bei »veränderlich« und »windstill« angestellten Beobachtungen mit aufgenommen, da sie allen Winden gleichmäÙig zugerechnet werden können. Diese ist in der folgenden Tafel in der ersten Columnne enthalten. Die zweite, mit T^0 überschrieben, giebt die mittlere Temperatur unter der Voraussetzung, daß keine Windesrichtung vorgeherrscht habe. Die dritte, den Unterschied der beiden ersten, oder den Einfluß W. der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur, und zwar positiv, wenn dieser erwärmend war, negativ im entgegengesetzten Falle. Die vierte Columnne enthält die mittlere Windesrichtung selbst nach der Lambert'schen Formel berechnet, den Wind von S. als Nullpunkt nach W. gezählt, die folgende Columnne dieselbe annähernd in dem entsprechenden Windzeichen. Setzt man

$$a = W - O$$

$$\alpha = S - N$$

$$b = NW + SW - NO - SO \quad \beta = SW + SO - NW - NO$$

so wird die Componente der mittleren Windesrichtung mit C bezeichnet:

$$C = \sqrt{[(a + b \cos 45^\circ)^2 + (\alpha + \beta \cos 45^\circ)^2]}$$

die Anzahl der Tage angeben, welche bei sonst herr-

schender Windstille der mittlere Wind geweht haben würde; da aber nicht alle Monate gleich lang sind, zur Vergleichung aber die gefundenen Werthe auf eine gemeinschaftliche Einheit reducirt werden müssen, so habe ich den unter *C* in der ersten Columnne angeführten Ziffern, welche die Dauer innerhalb jedes Monats angeben, noch beigefügt, wie viel unter 10 Tagen jeder mittlerer Wind wehen würde. Diese sind in der zweiten Columnne unter *C* enthalten.

	T.	T ⁿ .	WV.	Richtung d. Wind.	C.
Jan.	34°,93	35°,032	—0°,102	94° W.	4,9 1,58
Febr.	39,582	37,764	+1,818	63 WSW.	8,5 3,06
März	41,281	40,943	+0,338	160 NNW.	2,8 0,91
April	46,469	47,116	—0,647	192 NNO.	3,6 1,14
Mai	55,033	54,919	+0,114	309 OSO.	1,1 2,71
Juni	59,314	59,718	—0,374	115 WNW.	6,2 2,07
Juli	62,524	63,044	—0,52	91 W.	10,9 3,54
Aug.	61,109	61,258	—0,149	94 W.	11,7 3,84
Sept.	56,327	56,598	—0,271	77 WSW.	1,9 0,62
Oct.]	49,838	49,099	+0,739	51 SW.	4,5 1,47
Nov.	41,986	41,989	—0,003	88 W.	5,8 1,91
Dec.	37,223	37,205	+0,018	89 W.	7,2 2,32

Wir sehen also, daß der Einfluss der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur in den einzelnen Monaten sehr verschieden ist, im Winter und Frühling häufiger erwärmend, im Sommer und Herbst erkältend. Es kann natürlich nicht ermittelt werden, in wiefern die hier gefundenen Resultate für das Klima von London normal sind.

Um die Gröfse des Einflusses in Beziehung auf die Jahreszeiten und das Jahr näher zu untersuchen, habe ich die mittlere Temperatur der Winde innerhalb derselben, wie früher, aus den monatlichen Mitteln bestimmt, um so viel wie möglich die jährliche Veränderung zu eliminiren. Für die Jahreszeiten würde es noch passender seyn, aus den zwölf monatlichen Mitteln jedes Windes

die Temperatur desselben als Function der Sonnenlänge darzustellen, und die so gefundenen wahrscheinlichsten Werthe der monatlichen Mittel statt der direct beobachteten der Berechnung der thermischen Windrosen zum Grunde zu legen. Es bleibt aber hierbei unsicher, bei welcher Annäherung der berechneten an die beobachteten Werthe man stehen bleiben soll, und es scheint daher passender, eine solche Untersuchung erst dann anzustellen, wenn man durch eine zweite längere Beobachtungsreihe eine neue Vergleichung mit den berechneten Werthen erhält. Dafs die Temperatur der östlichen Winde innerhalb der jährlichen Periode gröfsere Veränderungen zeigt, als die der westlichen, habe ich schon früher gezeigt, und dies wird durch die oben angegebene Tafel auffallend bestätigt, ergibt sich natürlich auch, wenn man nach den gegebenen Zahlen Formeln berechnet, aus dem Verhältnifs der Coëfficienten der veränderlichen Glieder derselben. Unter mittlerer Temperatur ist also die Summe der monatlichen Mittel durch die Anzahl derselben dividirt verstanden.

Man erhält dann die in der ersten der folgenden Tafeln enthaltenen Zahlen, welche, wenn x den von N als Nullpunkt nach O. gezählten Winkel, welchen der Wind mit dem Meridian macht, bezeichnet, durch folgende Formeln annähernd dargestellt werden, die Coëfficienten in Fahrenheit'schen Graden ausgedrückt:

$$\begin{aligned}
 \text{Jahr} \quad T &= 48^{\circ},7219 + 3^{\circ},258 \sin(x + 262^{\circ} 57') \\
 &\quad + 0^{\circ},4741 \sin(2x + 269^{\circ} 14') \\
 \text{Winter} \quad T &= 36^{\circ},6669 + 5^{\circ},3775 \sin(x + 241^{\circ} 47') \\
 &\quad + 0^{\circ},1474 \sin(2x + 16^{\circ} 52') \\
 \text{Frühling} \quad T &= 47^{\circ},6601 + 3^{\circ},1773 \sin(x + 260^{\circ} 41') \\
 &\quad + 0^{\circ},9389 \sin(2x + 257^{\circ} 16') \\
 \text{Sommer} \quad T &= 61^{\circ},332 + 2^{\circ},1755 \sin(x + 296^{\circ} 30') \\
 &\quad + 1^{\circ},1837 \sin(2x + 227^{\circ} 43') \\
 \text{Herbst} \quad T &= 49^{\circ},2289 + 3^{\circ},1485 \sin(x + 278^{\circ} 52') \\
 &\quad + 0^{\circ},8463 \sin(2x - 8^{\circ} 31')
 \end{aligned}$$

Eine Vergleichung der Beobachtung und Rechnung
gibt dann:

Beobachtet.

	Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
S.	51,993	42,575	51,059	61,898	52,439
SW.	50,832	41,103	49,256	61,517	51,451
W.	49,771	39,312	49,185	61,254	49,334
NW.	46,884	35,558	46,485	59,826	45,666
N.	48,661	31,064	43,022	58,754	45,805
NO.	46,441	32,293	45,058	59,815	48,598
O.	48,779	34,156	48,559	62,901	49,499
SO.	50,414	37,274	48,657	64,691	51,039

Berechnet.

	Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
S.	51,481	41,448	49,880	62,404	52,215
SW.	51,285	41,957	50,034	61,224	51,923
W.	49,596	39,167	49,090	61,236	48,869
NW.	46,725	34,973	46,014	60,065	45,449
N.	45,015	31,971	43,609	58,510	45,993
NO.	46,147	31,660	44,872	59,847	48,209
O.	48,796	34,082	48,062	63,177	49,589
SO.	50,732	38,079	49,721	64,192	50,935

Unterschied.

	Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
S.	+0,512	+1,127	+1,179	-0,506	+0,224
SW.	-0,453	-0,854	-0,778	+0,293	-0,472
W.	+0,175	+0,145	+0,095	+0,018	+0,465
NW.	+0,159	+0,585	+0,471	-0,139	+0,217
N.	-0,354	-0,907	-0,587	+0,244	-0,188
NO.	+0,294	+0,633	+0,186	-0,032	+0,389
O.	-0,017	+0,074	+0,497	-0,277	-0,090
SO.	-0,318	-0,805	-1,064	+0,500	+0,104

A n z a h l.

	Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
S.	234	63	51	47	73
SW.	980	272	198	269	241
W.	472	122	82	140	128
NW.	685	168	135	249	133
N.	250	78	64	68	70
NO.	580	96	223	105	156
O.	319	77	111	54	77
SO.	319	75	87	55	102

Für den Einfluss der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur aber folgende Bestimmungen:

	Jahr.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
<i>T</i>	48,804	37,245	47,594	60,992	49,384
<i>T</i> ^o	48,722	36,667	47,660	61,332	49,229
W.	+ 0,082	+ 0,578	— 0,066	— 0,34	+ 0,155
Richtung	92 ^o	79 ^o	169 ^o	97 ^o	73 ^o
dito	W.	WSW.	NNW.	WNW.	WSW.
Comp.	57,9	20,2	5,5	28,5	11,4
red. Comp.	1,79	2,55	0,69	3,46	1,42

Da 0^o,08 F. eine zu unbedeutende GröÙe ist, so ist also das Ergebnis der Untersuchung:

- 1) *Die mittlere Windesrichtung in London, welche als vollkommener Westwind anzusehen ist, hat auf die mittlere Temperatur von London keinen Einfluss.*
- 2) Die Veränderung der mittleren Windesrichtung innerhalb der jährlichen Periode äußert einen merklichen Einfluss auf den Gang der Temperatur. Durch die mehr nördliche Richtung im Sommer wird die Temperatur erniedrigt, durch die mehr südliche im Winter erhöht. Im Frühling und Herbst sind die Wirkungen unerheblich, doch schließt sich der Frühling an den Sommer, der Herbst an den Winter an. Die entgegengesetzten Winde halten nämlich

in diesen beiden Jahreszeiten wie im Jahre einander in dem Grade das Gleichgewicht, dafs die mittlere Componente gering ist.

Diese Resultate mit denen verglichen, welche ich für das Klima von Paris im 11. Bande dieser Annalen, S. 583, gegeben habe, giebt in Centes. Graden:

	Paris.	London.	Paris.	London.
Jahr	+0,217	+0,045	WSW.	W.
Winter	+0,886	+0,321	SW.	WSW.
Frühling	+0,622	—0,036	WSW.	NNW.
Sommer	—0,777	—0,189	W.	WNW.
Herbst	+0,500	+0,086	SSW.	WSW.

Die Uebereinstimmung der Wirkung der mittleren Windesrichtung ist sehr auffallend; die südlichere mittlere Richtung des Jahres bewirkt eine weit bedeutendere Temperaturerhöhung in Paris als der indifferente West in London, eben so sind die Wirkungen im Winter und Herbst gesteigert.

Im Frühling, wo die mittlere Windesrichtung in Paris auf der südlichen Seite bleibt, ist die Temperatur erhöht, in London hingegen, wo sie auf die nördliche Seite fällt, erniedrigt. Warum in Paris der W. im Sommer eine stärkere Abkühlung bewirkt als der NNW. im Winter, wird aus dem Unterschiede der beiden thermischen Windrosen klar.

Ist nämlich

$$T = u + u' \sin(x + U') + u'' \sin(2x + U'')$$

allgemein die Formel für die thermische Windrose, so erhält man in Cent.:

	Paris.	London.	Paris.	London.
	u'		U'	
Jahr	1,267	1,81	252° 59'	262° 57'
Winter	2,776	2,987	214 38	241 47
Frühling	1,249	1,765	263 37	260 41
Sommer	1,534	1,208	359 39	296 30
Herbst	1,892	1,749	253 53	278 52
	u''		U''	
Jahr	0,191	0,263	168° 23'	269° 14'
Winter	0,227	0,093	263 37	16 52
Frühling	0,317	0,522	308 7	257 16
Sommer	0,287	0,658	94 23	227 43
Herbst	0,341	0,470	153	351 29

Die nahe Uebereinstimmung der Constante U' in allen Jahreszeiten, den Sommer ausgenommen, zeigt, daß die Temperaturvertheilung innerhalb der Windrosen beider Orte ziemlich gleich ist. Im Sommer aber fällt der Punkt der höchsten Kälte, welcher in Paris auf W. fällt, in London noch über N. hinaus, etwas auf die östliche Hälfte der Windrose, wie man durch Differentiiren der oberen Gleichung erhält, und daher hat die mittlere Windrichtung in Paris, welche W. ist, den Einfluß auf die Erniedrigung der Temperatur, welchen in London eine nördliche haben würde; da wir sie dort aber NNW. fanden, so muß die Wirkung in London größer seyn als in Paris.

Es ist klar, daß man auf alle diese Verhältnisse Rücksicht nehmen muß, wenn man bestimmte Resultate erhalten will, und es scheint mir daher die kurze Bemerkung des Hrn. Prof. Schouw, durch welche er meine früheren Untersuchungen über das Klima von Paris zu beseitigen suchte, ohne sich auf das Detail derselben einzulassen, sehr verfehlt.

Band 90 S. 544 heißt es: Die Temperaturverhältnisse der Ost- und Westküsten der Continente lassen sich nicht füglich erklären, wenn man an den westlichen

Seiten südliche, an den östlichen nördliche Strömungen annimmt. Wehen nämlich im östlichen Asien und im östlichen Nordamerika vorzüglich nordöstliche Winde, so würden nicht nur die Winter, sondern auch die Sommer kalt seyn. Bekanntlich aber unterscheiden die Ostseiten sich von den Westseiten nicht nur durch die niedere mittlere Wärme, sondern auch durch den großen Unterschied der Jahreszeiten und den warmen Sommer. Dieß erklärt sich dagegen leicht, wenn man nur eine allgemeine westliche Strömung annimmt, denn auf den Ostküsten der Continente kommen diese Winde vom Festlande, und bringen folglich Continentalklima (kalte Winter und warme Sommer) auf den Westküsten kommen aber die westlichen Winde vom Meere, und bringen daher Meeres- oder Küstenklima.

Der Schlufs, welchen ich gemacht habe, war folgender: Sind kältere Winde herrschend, so wird die Temperatur erniedrigt, wehen wärmere, so wird sie erhöht. Die Beobachtungen von Paris geben:

	Winter.	Sommer.
NO.	— 0°,48	+ 18°,19
SW.	+ 6 ,31	+ 17 ,55.

Da also die NO. Winde im Winter kälter sind als die SW. Winde, so würden sie, wenn sie vorherrschten, die Temperatur erniedrigen, hingegen im Sommer, weil sie wärmer sind als die SW. Winde, sie erhöhen. Es ist außerdem hier von mittleren Windesrichtungen, nicht von einzelnen Winden die Rede, und da es bekannt ist, daß die Linien gleicher Winterkälte fast senkrecht auf den Linien gleicher Sommerwärme stehen, oder in Beziehung auf die thermische Windrose ausgesprochen, daß der Kältepol der Windrose im Sommer auf der westlichen Seite derselben ungefähr um 90° von dem Punkte absteht, wo er im Winter auf der Ostseite liegt *), so

*) Den Grund dieser Erscheinung habe ich Bd. XI S. 576 näher entwickelt.

ist klar, daß dieselbe Windesrichtung in den verschiedenen Jahreszeiten einen entgegengesetzten Einfluß nicht nur haben kann, sondern haben muß. Daß in London die niedrigste Wärme im Sommer anomal etwas auf die NO. Seite fällt, ist durch die Lage erklärlich, weil NO. Winde das Meer überschritten haben und dadurch abgekühlt sind. Daß die Scheitel der Isothermen nicht auf die östlichen Küsten selbst fallen, ist bekannt, daher müssen wir hier die Verhältnisse des Continents klina's beibehalten, was ich Bd. XIII S. 586 deutlich ausgesprochen habe: »nach der Krümmung der Isothermen zu schließsen und dem in einer früheren Abhandlung bewiesenen Einfluß der mittleren Windesrichtung auf die mittlere Temperatur, ist es mir nicht unwahrscheinlich, daß über die beiden Continente der alten und neuen Welt auf der nördlichen Halbkugel zwei nördliche Ströme gehen, über die zwischenliegenden Meere zwei südliche, *die sich bis in eine gewisse Breite über die Continente ausbreiten.*« Was aber die Erklärung des Hrn. Schouw betrifft, welche er im Gegensatz zu der meinigen sehr leicht nennt, so ist es allerdings leicht etwas dadurch zu erklären, daß man das zu Erklärende als bekannt voraussetzt. Denn wenn man annimmt, daß der W. Wind an den convexen Scheiteln der Isothermen einen erwärmenden Einfluß in Beziehung auf die Temperatur des Jahres hat, so versteht es sich von selbst, daß dieser Einfluß in das Innere der Continente hinein allmählig abnehmen wird. Die Frage, welche aber bei dem Problem der Isothermen beantwortet werden muß, ist eben: warum hat er dort diesen Einfluß?

Ein begründeterer Einwurf gegen die obige Untersuchung konnte aber dadurch gemacht werden, daß man sagte: wenn die verschiedene mittlere Richtung der Winde einen von ihrem thermischen Werth abhängigen Einfluß auf die mittlere Temperatur der einzelnen Abschnitte des Jahres äußert, so muß die Art der Aufeinanderfolge der einzelnen Winde überhaupt ebenfalls hierbei von Bedeu-

tung seyn. Dieser Einwurf wird bescitigt, wenn sich aus den Beobachtungen ergibt:

dafs die Art der Aufeinanderfolge der Winde in allen Jahreszeiten dieselbe, also unabhängig von den gleichzeitigen Veränderungen der mittleren Richtung derselben ist.

In Band XI, XIII und XV habe ich für das jährliche Mittel bewiesen, dafs die Aenderungen immer in dem Sinne SWN. im westlichen Europa geschehen. Dieses Gesetz der Drehung fand ich in den einzelnen Monaten ebenfalls durch Beobachtungen und Rechnungen bestätigt, und ich glaubte mich daher zu der Aeuferung berechtigt, Bd. XI S. 555: »auch finden sich in den monatlichen Mitteln, die hier anzuführen zu weitläufig seyn würde, selten Ausnahmen.«

Dagegen hat Hr. Professor Schouw in Bd. XIV S. 548 eine Zusammenstellung einjähriger Beobachtungen von Dr. Neuber in Apenrade bekannt gemacht, welche nicht nur die Unrichtigkeit des Gesetzes im Allgemeinen zeigen sollen, sondern in's Besondere die Unzulänglichkeit desselben für einzelne Zeitabschnitte des Jahres. Da die Beobachtungen selbst weit später erschienen sind, so ist es mir erst jetzt möglich, näher zu untersuchen, in wiefern die auf oben sich stützenden Einwürfe gegründet sind, oder nicht.

Was das Allgemeine betrifft, so meint Hr. Schouw, dafs die Winddrehung nach der Seite häufiger ist, von welcher der Wind am häufigsten weht. Diefs paßt zwar nicht auf das Verhältnifs von W. zu SW. und NW., d. h. auf die Winde, welche am häufigsten vorkommen, es wird diefs aber dort dadurch erklärt, dafs der NW. Wind eine gröfsere Stärke habe, als der SW, jener also diesen leichter verdränge als umgekehrt. »Dove, heifst es, schreibt den südlichen Winden eine gröfsere Intensität zu; dieses ist in Dänemark bestimmt nicht der Fall, und wohl schwerlich in Europa und über dem atlanti-

schen Meere.« In den *Collect. Meteor. I.*, welche die Apenrader Beobachtungen enthalten, finden sich dagegen p. 227 folgende Worte in der Zusammenstellung derselben von Hrn. Schouw: »hierauf geht hervor, daß in Beziehung auf die Intensität die Winde sich folgendermaßen ordnen:

	VV.	SVV.	S.	NVV.	N.	SO.	NO.	O.
Windig	0,41	0,39	0,41	0,36	0,34	0,28	0,27	0,15
Stürmisch	0,16	0,15	0,13	0,07	0,01	0,02	0,02	0,05
Gelind	0,35	0,43	0,41	0,43	0,48	0,61	0,61	0,67
Ruhig	0,05	0,03	0,05	0,14	0,14	0,09	0,10	0,13

Meine Behauptung, welche für Dänemark bestimmt unrichtig seyn soll, wird also durch Hrn. Schouw selbst bestätigt, die gegebene Erklärung desselben durch die Beobachtungen selbst widerlegt, auf welche sie angepaßt ist. Ich habe daher nichts hinzuzufügen nöthig.

Was nun die Veränderungen in den einzelnen Monaten betrifft, so glaube ich durch folgende Tafel zu zeigen, daß das Gesetz der Drehung in den einzelnen Monaten dasselbe ist, wie im jährlichen Mittel. Sie enthält die Veränderung des Barometers innerhalb zwölf Stunden für die acht Hauptwinde, corrigirt für die tägliche Variation, deren Größe in der letzten Columnne angegeben ist, und zwar bedeutet + Steigen, — Fallen, in Millimeter aus zehnjährigen Beobachtungen zu Paris.

	NO.	O.	SO.	S.	SW.	VV.	NW.	N.	Correction.
Januar	+0,259	-1,336	-1,081	-1,141	-0,641	+1,400	+2,842	+0,684	0,409
Februar	+0,365	+0,627	-1,273	-0,057	-1,104	+1,040	+1,506	-0,129	0,596
März	-0,129	-0,842	-1,956	-1,750	-1,004	+1,058	+2,869	+0,964	0,377
April	-0,317	-1,156	-1,301	-0,274	+0,659	+0,863	+1,671	+0,291	0,192
Mai	+0,267	-2,640	-1,299	-0,979	+0,449	+0,486	+0,321	-0,478	0,343
Juni	-0,480	-1,276	-1,509	-1,999	+0,046	+0,718	+0,080	-0,020	0,346
Juli	-0,944	-2,144	-1,081	-1,117	+0,036	+0,762	+1,477	+0,144	0,390
August	-0,221	-0,721	-0,775	-1,333	+0,550	+1,065	+0,518	+0,566	0,525
September	-0,454	-1,515	-1,507	-0,361	-0,251	+1,732	+0,324	+0,053	0,366
October	-0,046	-1,273	-0,381	-0,419	+0,188	+0,438	+0,928	+1,639	0,249
November	+1,238	-0,269	-1,034	-1,440	-0,310	+0,796	+1,656	+2,085	0,202
December	-0,250	-0,182	-0,982	-2,333	+0,120	+1,808	+2,013	+1,208	0,233
Jahr	-0,233	-1,270	-1,170	-1,135	-0,208	+0,999	+1,157	+0,294	0,286

Da also mit SO. und S. in allen Monaten das Barometer fällt, mit W. und NW. steigt, überhaupt auf der Ostseite der Windrose fällt, auf der Westseite steigt, nördliche Winde aber stärker drücken als südliche, so sind Ostwinde ein Uebergang der nördlichen Winde in die südlichen, Westwinde ein Uebergang der südlichen in die nördlichen. Das Gesetz der Drehung, S., W., N., ist also zu allen Zeiten des Jahres dasselbe.

Woher kommt es nun, daß Hr. Schouw aus den Apenrader Beobachtungen ganz entgegengesetzte Resultate erhalten zu haben glaubt? Was zunächst die Anzahl derselben betrifft, so kann ich zwar nicht sagen, daß ich zu zehn bestimmten Stunden des Tages regelmäßig beobachtet habe, aber ich kann versichern, daß ich mehrere Jahre hindurch, so oft ich es nur thun konnte, Windrichtung und Barometer verglichen habe, wie man es so leicht an einem mit Mikroskopen versehenen Barometer thun kann. Ich weiß sehr wohl, daß es entgegengesetzte Drehungen giebt, die oft mehrere Tage dauern, sie scheinen besonders die Nebelbildung zu begünstigen, wenn der Wind von S. durch O. geht, ich habe die Bedingungen dieser Ausnahmen früher näher entwickelt. Ginge der Wind immer ununterbrochen im Kreise herum, so würde es nicht nöthig seyn, durch langwierige Rechnungen Beweise dafür zu suchen. Das Durchgehende aber durch alle jene Unregelmäßigkeiten ist nach meiner Erfahrung, und zwar zu allen Jahreszeiten, jenes Gesetz. Daß es im Sommer häufiger verdeckt wird, wo jede Wolke ihren Wind erzeugt, versteht sich von selbst, und eben deswegen ist es sehr mißlich, jedem einzelnen Zugwinde, der ohne barometrische Wirkung ist, gleichen Werth zuzuschreiben, besonders wenn der Ort, wie Apenrade, unmittelbar an der See liegt. Da nun dort die Verhältnisse der Anzahl folgende sind:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
6	6	12	12	12	13	21	17

so sieht man leicht, dafs der als O. eintretende tägliche Seewind (da in nördlichen Breiten er noch merklich ist, so mag er wohl auch hier im Sommer stattfinden) häufiger auf südliche als auf nördliche Winde wirken, und daher eine unregelmässige Schwankung erzeugen wird.

Auf welche Art aber die Beobachtungen gegen mich benutzt sind, will ich an dem Beispiel selbst zeigen, welches Hr. Schouw besonders hervorhebt, S. 548.

»Nehmen wir Juli als Beispiel. In diesem Monat geschah die Drehung des Windes 44 Mal, also häufig in der dem Laufe der Sonne entgegengesetzten Richtung (55 mit der Sonne); folglich müfste, nach Dove's Ansicht, entweder Apenrade in diesem Monat in dem NO. Strome gewesen seyn, ja sogar in der östlichen Hälfte desselben, oder gleichzeitig müfste im atlantischen Meere ein NO. Strom stattgefunden haben, denn Dove sagt: »sollte der Fall vorkommen, dafs der Nordstrom sich so weit nach Westen zur Seite ausbreitet, dafs der Beobachtungsort jenseits der Mitte des Nordstroms liegt, so werden die Drehungen des Windes in dem dem gewöhnlichen grade entgegengesetzten Sinne stattfinden. Umgekehrt wird man aus dem *continuirlichen Durchgange des Windes durch die Windrose* im Sinne S., O., N., W., S. schliessen können, dafs westlich vom Beobachtungsort ein Nordstrom existirt.« In diesem Monat sind aber die Windverhältnisse in Apenrade in Beziehung auf Anzahl:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SVV.	W.	NV.
3	2	3	4	4	10	51	23

also ist kein Nordstrom, derselbe kann eben so wenig 55 Mal östlich vom Beobachtungsorte, und 44 Mal westlich innerhalb eines Monats gelegen haben, also ist jene Erklärung unrichtig (S. 547).•

Dieses Raisonement ist von der Art, dafs ich mich wundern mufs, dafs es in ein Handbuch der Meteorologie neuerdings aufgenommen worden ist. Die Ansicht der

Beobachtungen zeigt ein fortdauerndes Schwanken der Windfahne zwischen SW., W. und NW., denn unter 100 Beobachtungen gehören diesen 84, dem N., NO., O. nur 8. Es ist also von keinem einzigen *continuirlichen* Durchgange durch die Windrose die Rede, vielmehr die Erscheinung, welche ich Bd. XIV S. 317 beschrieben habe: »dauernder Regen ist nicht ein Niederschlag, sondern die häufige Wiederholung derselben Erscheinung, die sich in Beziehung auf die Windfahne darstellt als eine *continuirliche* Abwechselung von W. und SW. in Beziehung auf das Barometer als ein fortwährendes Schwanken. Beispiele dafür findet man in jedem Beobachtungsjournal.« 18 Regentage kommen vor, dieß Beispiel der »zurückspringenden Wirbel« kann also als eine Bestätigung meiner Ansicht angeführt werden. Ich glaube daher, daß ich den Vorwurf, den Einfluß der Luftströmungen, welche die verschiedene Temperatur des Meeres und Continents veranlaßt, auf die Winddrehungen in Europa übersehen zu haben, auf sich beruhen lassen kann, wenn ich zeige, daß er nicht existirt, ich halte es aber, wenn man Resultate behauptet hat, von denen eigene Untersuchung später zeigt, daß sie irrig sind, dieß anzuführen für billig. Da aber in einer unter der Autorität einer Academie erschienenen Sammlung wichtiger Beobachtungen auf jene Bemerkungen gegen mich verwiesen wird, ohne irgend daran zu erinnern, in wiefern die Beobachtungen selbst sie widerlegen, so habe ich die Discussion derselben selbst übernehmen müssen, besonders deswegen, weil das, was nicht vertheidigt wird, als aufgegeben gilt. Was die Hypothese betrifft, durch welche ich die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen abzuleiten suchte, so kann diese irrig seyn, local hat sie sich bisher mir bestätigt, in wiefern aber das, was als Kampf zweier Ströme an jedem Ort sich darstellt, sich an bestimmten als Gegensatz im Mittel fixirt, kann nur durch Beobachtungen, die ich nicht besitze, entschieden werden. Bei

dem durch neue Beobachtungen erregten Interesse für das Problem der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde hielt ich die Bekanntmachung dieser Untersuchungen nicht für ganz unnöthig, deren Resultat mir zu seyn scheint:

dafs die Gestalt der Isothermen nicht allein durch Luftströmungen bedingt wird.

IV. *Betrachtungen über die Temperatur und den hygrometrischen Zustand der Luft in einigen Theilen von Asien;*

von Alexander von Humboldt.

(Eine im Mai dieses Jahres vor der Pariser Academie gehaltene Vorlesung, entnommen aus des Hrn. Verfassers so eben erschienenen *Fragments de Géologie et de Climatologie asiatiques, T. II.*)

Da die Gestalt der Länder, die Unebenheiten des Bodens, die relative Lage der opaken (continentalen) und der durchsichtigen und flüssigen (pelagischen) Massen, die Richtung der grofsen Bergsysteme und das durch das Wärme-Absorptions und -Emissionsvermögen der Erdkruste bedingte Vorwalten gewisser Winde bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse als die Hauptursachen der Verschiedenheiten der Klimate angesehen werden, so können nur allgemeine geographische Ansichten uns bei der Untersuchung über die Temperatur von Asien leiten. Die schnelle Zunahme der Strenge der Winter, so wie man im westlichen Europa auf einem Parallelkreise nach Osten forttrückt, ist vor langer Zeit *) durch ein fortschreitendes Ansteigen des Bodens zu ungeheuren Hochflächen erklärt worden; man hat hier einer einzigen Kälteursache, die man fälschlich als in einer unermefslichen Ausdehnung

*) Man sehe die Meinungen von Gmelin, Strahlenberg und Mairan in den *Mém. de l'Acad.* 1765, p. 255.