Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

derung der Wissenschaft zweier hochverdienten Männer, verschiedenen, durch weite Meere getrennten Welttheilen und Staaten angehörig, welche der schöne allgemein nützliche Zweck in ihrem Streben vereinigt.

---

1. *Zur Vertheilung der Winde auf der Oberfläche der Erde.*

Von **Commodore Bernhard v. Wüllerstorf-Urbair,**

k. k. Linienschiffs-Capitän, Befehlshaber Sr. Maj. Fregatte „Novara".

Die Monsune, insbesondere jene des chinesischen Meeres.

In einem früheren Aufsatze [1]) über die Vertheilung der Winde auf der Oberfläche der Erde habe ich nachzuweisen versucht, dass eine Zone grösster Erwärmung auf freiem Meere in der Nähe des Äquators besteht, die ähnlich den an der Grenze der Passate sich bildenden Zonen grössten Luftdruckes, im Einklange mit den Veränderungen in der Declination der Sonne, einer bestimmten Ortsveränderung unterliegt. Auch ist bekanntermaassen die nordöstliche und südöstliche Richtung der Passate eine Folge der von den Zonen grössten Luftdruckes gegen die Zonen grösster Erwärmung strömenden Lufttheile, in Verbindung mit der Rotation der Erde.

Die Lufttheile nehmen diese Rotation allmählich, und zwar um so mehr an, je geringer für gleiche Abstände der Parallelkreise die Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit ist. Dieses Annehmen der Rotationsgeschwindigkeit der Erde von Seite der Luft ist aber durch die allgemeine Anziehungskraft des Erdkörpers, durch das dadurch erzeugte Haften der Lufttheile an der Erdoberfläche und den Zusammenhang der Lufttheile unter einander so sehr bedingt, dass der Wind, welcher in den Passaten erzeugt wird, meist nur unter einem Winkel von 45 Grad gegen den Meridian und mit mässiger Stärke weht.

---

[1]) Beitrag zur Theorie der Luftströmungen u. s. w. Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft. 1858. II. Jahrgang, 2. Heft. S. 230.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Überdies entstehen die Passate durch den sich bildenden Wellenberg grössten Luftdruckes, und dieser dadurch, dass die in der Zone grösster Erwärmung aufsteigenden Lufttheile in polarer Richtung abfliessen.

Diese Lufttheile, welche von kleineren geographischen Breiten in grössere gelangen, müssen überall den Passat an seiner Oberfläche treffen, und da sie an jedem Punkte eine grössere Rotationsgeschwindigkeit mit sich bringen, als jene des unterstehenden Parallelkreises der Erde, und um so mehr im Vergleich zur angenommenen Rotationsgeschwindigkeit der Passatluft, so heben sie einen Theil dieser letzteren Geschwindigkeit auf und wirken also im Allgemeinen der östlichen Bewegung der Passatluft entgegen.

Ist an einem Punkte des Passatgürtels der Wind genau NO. oder SO., so müssen auch die Kräfte, welche diese Richtung hervorrufen. unter einander gleich sein. Nehmen wir zum Beispiel an, dass ein Schiff (Sr. Maj. Fregatte „Novara" am 28. Juni 1857 im atlantischen Ocean) unter 26 Grad nördl. Breite den Passat gerade aus NO. habe und dass dieser Wind mit der durchschnittlichen Stärke 5·5 wehe, welche der eingeführten Bezeichnung gemäss einer Geschwindigkeit der Lufttheile von nahe 10 Seemeilen in der Stunde gleichkommt, so werden die rechtwinkeligen Componenten dieser Resultante in Kraft und Richtung durch

$$10 \times \sin 45° \text{ Meilen und}$$
$$10 \times \cos 45° \text{ Meilen}$$

dargestellt, unter einander gleich sein und 7·1 Meilen in der Stunde betragen.

Auf dem Parallelkreise von 26 Grad besitzt aber jeder Punkt der Erde eine Geschwindigkeit von 819·4 Meilen in der Stunde; die Luft hat demnach eine Rotationsgeschwindigkeit von 802·3 Meilen bereits angenommen, welche dem Parallelkreise von 27 Grad angehört. Die Luftströmung, welche von Norden kommt und eine Geschwindigkeit von 7·1 Meilen besitzt, erfährt nur den Einfluss von 7·1 Meilen Rotationsgeschwindigkeit, d. h. des Überschusses an Geschwindigkeit der Rotation der Erde über die angenommene Rotation der Luft. Die Richtung des Passates hängt sonach von der Geschwindigkeit der Polarströmung und von dem Überflusse an Rotationsgeschwindigkeit ab, welchen ein Punkt der Erde im Vergleiche zur darüberstreichenden Luft besitzt, die ihrerseits diese

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Rotationsgeschwindigkeit allmählich annimmt. — Wären beide Kräfte, nämlich die Geschwindigkeit der Polarströmung und der Überschuss an Rotationsgeschwindigkeit der Erde, immer gleich, so müsste von der Polargrenze bis zur Äquatorialgrenze der Passate der Wind immer aus NO. oder SO. wehen, was, wie wir sehen werden, nicht der Fall ist. Die Geschwindigkeit der Polarströmung nimmt vielmehr nicht in dem Masse gegen den Äquator ab, als der Überschuss an Rotationsgeschwindigkeit, denn sie ist von diesem letzteren unabhängig und steht im Verhältniss zu dem sich mindernden Drucke oder zur Dichtigkeit der Luft.

Zur Beurtheilung der Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit auf den verschiedenen Parallelkreisen, glaube ich hier folgende Tafel einschalten zu müssen, welche unter Voraussetzung einer Abplattung der Erde von 1/304 berechnet worden ist.

Geschwindigkeit jedes Punktes der Erde auf den verschiedenen Parallelkreisen, in einer Stunde und in Seemeilen ausgedrückt.

Geogr. Breite	Geschwindigkeit in einer Stunde	Zunahme	Geogr. Breite	Geschwindigkeit in einer Stunde	Zunahme	Geogr. Breite	Geschwindigkeit in einer Stunde	Zunahme
90°	0·00		74°	248·81	15·17	58°	478·05	13·09
89	15·75	15·75	73	263·91	15·10	57	491·31	13·26
88	31·52	15·77	72	278·93	15·02	56	504·41	13·10
87	47·25	15·73	71	293·88	14·95	55	517·35	12·94
86	62·99	15·74	70	308·72	14·84	54	530·15	12·80
85	78·69	15·70	69	323·46	14·74	53	542·78	12·63
84	94·38	15·69	68	338·10	14·64	52	555·23	12·45
83	110·04	15·66	67	352·64	14·54	51	567·51	12·28
82	125·66	15·62	66	367·06	14·42	50	579·63	12·12
81	141·24	15·58	65	381·39	14·33	49	591·56	11·93
80	156·78	15·54	64	395·58	14·19	48	603·30	11·74
79	172·27	15·49	63	409·65	13·95	47	614·88	11·58
78	187·71	15·44	62	423·60	13·92	46	626·25	11·37
77	203·09	15·38	61	437·42	13·82	45	637·43	11·18
76	218·40	15·31	60	451·11	13·69	44	648·44	11·01
75	233·64	15·24	59	464·66	13·55	43	659·22	10·78
74	248·81	15·17	58	478·05	13·09	42	669·81	10·59

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Geogr. Breite	Geschwindigkeit in einer Stunde	Zunahme	Geogr. Breite	Geschwindigkeit in einer Stunde	Zunahme	Geogr. Breite	Geschwindigkeit in einer Stunde	Zunahme
42°	669·81	10·59	28°	795·23	7·46	14°	873·44	3·92
41	680·19	10·38	27	802·44	7·21	13	877·08	3·64
40	690·32	10·13	26	809·43	6·99	12	880·46	3·38
39	700·32	10·00	25	816·15	6·72	11	883·58	3·12
38	710·09	9·77	24	822·63	6·48	10	886·41	2·83
37	719·63	9·54	23	828·87	6·24	9	888·99	2·58
36	728·94	9·31	22	834·86	5·99	8	891·29	2·30
35	738·03	9·09	21	840·57	5·71	7	893·34	2·05
34	746·96	8·87	20	846·05	5·48	6	895·10	1·76
33	755·55	8·65	19	851·27	5·22	5	896·60	1·50
32	763·95	8·40	18	856·22	4·95	4	897·81	1·21
31	772·13	8·28	17	860·91	4·69	3	898·77	0·96
30	780·06	7·93	16	865·35	4·44	2	899·46	0·69
29	787·77	7·71	15	869·52	4·17	1	899·87	0·41
28	795·23	7·46	14	873·44	3·92	0	900·00	0·13

Bei dieser Gelegenheit sei es mir erlaubt, hier einen Gegenstand zu berühren, auf welchen ich ein anderes Mal weitläufiger zurückzukommen gedenke und der sich auf die Winde, welche ausserhalb der Tropen wehen, insbesondere aber auf das nach Dove benannte Drehungsgesetz der Winde bezieht.

Die Änderungen des Windes, welche diesem Gesetze gemäss ausserhalb der Passatzonen stattfinden, können durch die Zunahme der Rotation der Erde allein nicht erklärt werden, da durch dieselbe eine polare Oberflächenströmung niemals als Ostwind auftreten kann; sie muss sich vielmehr umgekehrt, nachdem sie in Folge der Rotation der Erde NO. in der nördlichen, SO. in der südlichen Erdhälfte geworden ist, der polaren Windrichtung nähern.

Ist aber eine solche Polarströmung durch den Einfluss der Rotation der Erde zum NO.- oder SO.-Winde geworden, so erfährt dieselbe, indem sie als Oberflächenströmung gegen die Zonen grössten Luftdruckes vorschreitet, mit der zunehmenden Dichtigkeit der Luft auf jedem Parallelkreise einen grösseren Widerstand, und der NO.- oder SO.-Wind wird, allmählich gegen Westen gebeugt, endlich zum Ostwind umgestaltet.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Findet dieser Wind grösseren Luftdruck im Westen oder ist derselbe dem Einflusse der regelmässigen SW.- oder NW.-Winde in der nördlichen und südlichen Hemisphäre ausgesetzt, so wird der so entstandene Ostwind noch weiter gebeugt, um sich endlich mit diesen westlichen Winden zu vereinigen. Diese Beugung des Windes muss aber auch im Verlaufe der Zeit an einem und demselben Orte stattfinden, weil der NO. in der nördlichen, der SO. in der südlichen Erdhälfte nur eine Störung der normalen Luftverhältnisse in den gemässigten Breiten sind und der momentan zurückgedrängte Wellenberg grössten Luftdruckes wieder in seine durch den Stand der Sonne bedingte normale Lage zurückzukommen suchen wird.

Demnach muss für einen Ort im Norden des Äquators in der gemässigten Zone bei einer sich ergebenden Oberflächenströmung der Luft aus Norden ein NO.-Wind, dann aber nach einander, sobald normale Verhältnisse einzutreten beginnen, Ost-, Südost-, Süd- und endlich Südwest-Wind wehen, wobei die südliche wärmere, mit Feuchtigkeit mehr geschwängerte Luft, im Contacte mit der nördlichen kalten, zu Niederschlägen und schlechtem Wetter Anlass geben wird.

Diese Änderungen des Windes nenne ich Beugungen desselben und möchte das Gesetz, nach welcher sie erfolgen, das Beugungsgesetz der Winde im Gegensatze zum Drehungsgesetze der Winde heissen, weil das Wort „Drehungsgesetz“ auf vollständige Drehungen schliessen lässt und dasselbe bei Cyclonen allein eine gute und zweckentsprechende Anwendung findet.

Wie diese Luftströmungen an der Oberfläche der Erde in den gemässigten Breiten entstehen und unter welchen Verhältnissen sie auftreten dürften, behalte ich mir vor in einem späteren Aufsatze über die Vertheilung der Winde in den gemässigten Zonen zu erörtern.

Ich habe bisher der polaren Luftströmungen als solcher Erwähnung gethan, welche in der Richtung der Meridiane stattfinden, was aber nur in dem Falle vorkommen könnte, wenn die gesammte Erdoberfläche eine in Bezug auf Erwärmungsfähigkeit und Ausstrahlung gleichartige wäre, und wenn die Veränderungen der Temperaturen nur von dem Stande der Sonne abhängig sein würden.

Das ist aber nicht der Fall, es kommen vielmehr mannigfache Störungen vor, welche von den verschiedenen Gestaltungsverhält-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

nissen der Oberfläche der Erde abhängen und Erweiterungen, Verengungen und Biegungen oder Verschiebungen zur Folge haben, welche auf einem und demselben Parallelkreise verschiedenen Luftdruck an verschiedenen Punkten bedingen.

Da wo aber die Luft dichter ist, strömt sie gegen die minder dichte Luft der Umgebung, so dass in den Passaten die allgemeine polare Strömung durch Partialströmungen in ihrer ursprünglichen Richtung gestört, gebeugt werden muss.

Denken wir uns zum Beispiel die Zone grösster Erwärmung im nordatlantischen Ocean, allenfalls in den Monaten Juni und Juli, so werden wir leicht bemerken, dass dieselbe in der Nähe Afrika's und über dessen Sandwüsten eine grössere Breite annehmen und sich gegen Norden mehr ausdehnen muss, als es auf freiem Meere geschehen kann. Die aufsteigende Luft über der Zone grösster Erwärmung wird bei der grössten Temperatur, welche durch Afrika's Oberfläche an jenen Punkten bedingt ist, mit grösserer Geschwindigkeit und im grösseren Maasse emporsteigen, und nicht nur in der Richtung der Meridiane gegen den Pol, sondern auch seitlich abfliessen, gegen jene Orte hin, wo auf gleichem Parallelkreise noch der Passat weht, während derselbe durch die Erweiterung der Zone grösster Erwärmung über Afrika aufgehoben wird.

Es werden sich demnach in einer gewissen Entfernung von Afrika's Küsten Orte grösseren Luftdruckes bilden, wodurch an der westlichen Seite derselben eine östliche Luftströmung entsteht, welche die regelmässige Polarströmung in ihrer ursprünglichen Seite je nach ihrer Stärke beugen muss, so dass dieselbe nicht mehr von Norden, sondern etwas nach Osten geneigt gegen die Zone grösster Erwärmung fortschreiten wird.

Der Wind, welcher auf der Oberfläche des nordatlantischen Oceans an jenen Orten verspürt wird, kann dann nicht mehr die Resultante einer nördlichen Luftströmung und der Rotation der Erde sein, sondern eine solche, welche von dieser Rotation und von der nördlichen zur östlichen Strömung abhängig ist.

Könnte man plastisch die Barometerhöhen darstellen, welche an einer solchen Örtlichkeit auf dem Meere statthaben, so würde die sich ergebende Figur einer Mulde gleich sein, wie jene, welche zwischen zwei sanft ablaufenden Gebirgszügen, die einander unter einem stumpfen Winkel treffen, oft gebildet wird.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Ähnliche Erscheinungen werden sich unter ähnlichen Verhältnissen überall ergeben, wo grössere Wärmequellen der Luft eine höhere Temperatur verleihen, als ihre Umgebung besitzt, und es wird mir sehr schwer, wenn nicht unmöglich sein, das Maass der Störungen, welche die Passate in ihrer Richtung erfahren, genauer zu bezeichnen.

Wie die Richtung, so erfährt auch die Stärke der Polarströmung bedeutende Störungen, sie hängt jedoch im Allgemeinen von der Neigung ab, welche die Curve der Barometerhöhen gegen den Horizont hat. Sie wird aber auch je nach der Verschiebung und je nach den Krümmungen der Zonen grössten Luftdruckes auf einem und demselben Parallelkreise verschieden sein können. Überdies muss die Geschwindigkeit der Luftströmung auf einem und demselben Parallelkreise in verschiedenen Jahreszeiten eine andere sein, je nachdem die Zone grössten Luftdruckes sich diesem Parallelkreise nähert oder davon entfernt.

Es ist erklärlich, dass in der Zeit des Vorrückens der Zone grösster Erwärmung gegen den Äquator, d. h. in der Winterhälfte des Jahres, für die betreffende Hemisphäre der sich bildende Wellenberg durch Ansammlung der Luft und durch Stauung derselben eine grössere Höhe erreichen wird als im Sommer, dass also in jener Zeit die Richtung des Passates eine grössere Neigung gegen den gleichnamigen Pol besitzen wird als in dieser, namentlich in der Nähe des Wellenberges.

Es weht sonach im Winter auf der nördlichen Halbkugel zum Beispiel NNO.-Wind, da wo im Sommer die Richtung des Passates NO. gewesen, weil im ersteren Falle die polare Luftströmung eine grössere Geschwindigkeit besitzt.

Nahe der Zone grössten Luftdruckes, da wo der Passat zu wehen beginnt, müssen die Lufttheile durch den erlittenen Stillstand die Rotation der Erde des unterstehenden Parallelkreises zum grössten Theil angenommen haben, die erste Richtung, welche also der beginnende Passat haben wird, ist nahezu polar, wird aber bei weiterem Fortschreiten gegen den Äquator sehr bald von der Zunahme der Rotation beeinflusst werden und sich gegen Osten neigen.

Hat die Zone grösster Erwärmung den Äquator überschritten und befindet sich dieselbe demgemäss ganz in einer Hemisphäre, so wird in der anderen der Passat den Äquator erreichen müssen. In

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

diesem Falle muss die Stärke des Windes, auch wenn jene der Polarströmung sich gleich bliebe, unter normalen Verhältnissen abnehmen, sofern nämlich der Passatwind die Resultante aus der polaren Luftströmung und aus der Zunahme der Rotation ist, denn diese letztere wird immer kleiner, je mehr man sich dem Äquator nähert. Im Allgemeinen wird aber der Wind nicht nur aus diesem Grunde, sondern auch wegen der abnehmenden Stärke der Luftströmung schwächer, obschon angenommen werden muss, dass die Abnahme in der Nähe des Äquators eine äusserst geringe sei, weil auch die Abnahme der Barometerhöhe keine bedeutende ist.

Weil aber die Polarströmung eine bestimmte Geschwindigkeit besitzt, die keinesfalls in dem Grade abnimmt als die Zunahme der Rotation bis zum Äquator, so wird die Richtung des Windes sich mehr und mehr jener der Polarströmung nähern.

Wir haben zum Beispiel am 2. Juni 1858 in 107° 7′ östlicher Länge von Greenwich, und in 0° 40′ südlicher Breite im Mittel 24 Stunden die Briese aus Süden 13 Grad Ost mit einer Stärke von 2·5 gleich 4·4 Meilen in der Stunde unter normalen Wetterverhältnissen erfahren. Die südliche Polarströmung hatte sonach eine Geschwindigkeit von 4·3 Meilen, während der Rotationseinfluss nur 1·0 Meile betrug.

Die Rotationsgeschwindigkeit auf dem Parallelkreise von 0°40′ ist aber 899·9. Die Luft hatte somit die Rotation von 808·0 bereits angenommen, welche letztere dem Parallelkreise von 2° 52 Linien angehört.

Da nun diese Polarströmung eine Geschwindigkeit von nahe an 4 Meilen in der Stunde auf 0° 40′ Süd besitzt, so wird dieselbe nicht nur den Äquator erreichen, sondern, wenn die Zone grösster Erwärmung von diesem im Norden entfernt ist, auch die Linie überschreiten und in die nördliche Hemisphäre gelangen.

Weil aber der Einfluss der Rotation der Erde ein solcher ist, dass die Luft über einem Parallelkreis in der Nähe des Äquators diejenige Rotation sich angeeignet hat, welche die Erde auf einem Parallelkreise besitzt, der nur 2° 12′ höher liegt, so wird am Äquator selbst der Wind noch nicht aus Süden wehen können, diese Richtung vielmehr in unserem Beispiele erst auf beiläufig 1° 6′ Nord annehmen können.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Von diesem Parallelkreise an erreicht aber die Luftströmung die folgenden nördlichen Parallelkreise und erfährt eine geringere Rotationsgeschwindigkeit als jene, die sie bereits angenommen hatte. Die Luft eilt somit der Rotation der Erde auf dem gegebenen Parallelkreise voraus, und zwar um den Unterschied der eigenen Rotationsgeschwindigkeit gegen jene des Parallelkreises, den sie erreichte. Der Wind, welcher bei 1° 6' nördlicher Breite Süd war, muss nun in höheren nördlichen Breiten gegen Westen sich neigen.

Verfolgen wir unser Beispiel weiter.

Am 3. Juni 1858 war die Länge 106° 35′ Ost, die Breite 1° 21′ Nord, der Wind wehte im Durchschnitt der 24 Stunden aus Süd 0°5 West mit einer Stärke von 2·4, was der Geschwindigkeit von 4·2 Meilen in der Stunde gleichkommt. Die Polarströmung hatte somit 4·2 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde und der Einfluss der Rotation war nicht ganz 0·1 Meile in der Stunde West, so dass angenommen werden darf, der Wind sei etwa bei einem Grad nördlicher Breite Süd gewesen, was mit dem eben erlangten Resultate ganz gut übereinstimmt.

Am 5. Juni 1858 waren wir in 107° 5′ östlicher Länge und in 4° 17′ nördlicher Breite, hatten im Durchschnitt der 24 Stunden die Briese aus Süd 7° West mit der Stärke 1·6, was 3·2 Meilen in der Stunde gleichkommt. Die Geschwindigkeit der Südströmung war sonach 3·2 Meilen, der Einfluss der Rotation 0·4 Meile gegen Westen in der Stunde.

Die Rotationsgeschwindigkeit auf 4° 17′ Breite beträgt 897·5 in der Stunde, somit hatte die Luft die Geschwindigkeit von 897·9, als sie jene geographische Breite erreichte, welche dem Parallelkreise von 3° 56′ angehört.

Am 9. Juni 1858 in 111° 52′ östlicher Länge und 9° 56′ nördlicher Breite wehte die Briese aus Südwest mit 2·3 Stärke oder 4·1 Meilen Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit der südlichen Luftströmung war somit 2·9 Meilen, der Einfluss der Rotation ebenfalls 2·9 Meilen. Auf 9° 56′ ist die Geschwindigkeit der Rotation 866·6; die Luft hatte sonach die Rotationsgeschwindigkeit 889·5, welche dem Parallelkreise von 8° 50′ entspricht.

Daraus würde sich ergeben, dass die Polarströmung bei weiterem sich langsam nahe um 0·1 Meile für jeden Grad Breite schwächt, so dass, wenn dieses Verhältniss auch für höhere

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Breiten Geltung hätte, diese Strömung für sich allein bis zum 30. Grad Breite andauern, indess schon auf dem 33. oder 34. Grade als ausserordentlich schwach und fast erloschen betrachtet werden müsste.

Bemerkenswerth ist es, dass eben auf diesen Breiten die Grenze des Südwest-Windes im chinesischen Meere und in dieser Jahreszeit sich befindet.

Es könnte vielleicht den Anschein haben, dass für den Fall der Schwächung der Polarströmung der Wind westlicher werden sollte; dies ist aber nicht der Fall, weil, je geringer die Strömungsgeschwindigkeit ist, desto mehr die Luft gezwungen sein wird, die Rotationsgeschwindigkeit der Erde anzunehmen.

Diese beiläufigen Resultate einzelner Beobachtungen gelten indess nur für die Jahreszeit, in welcher sie gemacht wurden, und sind in keinem Falle auf eine spätere Zeit anwendbar, wo die südliche Zone grössten Luftdruckes weiter nach Norden heraufgerückt und die südliche Polarströmung für einen und denselben Parallelkreis stärker sein muss als früher.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Passatwind bei seiner Annäherung an den Äquator der polaren Richtung sich nähere, nach Überschreitung desselben sich allmählich von dieser polaren Richtung gegen Westen entferne, dass also der Südost-Passat nach Überschreitung des Äquators allmählich Süd und Südwest, der Nord-Ost-Passat aber Nord- und Nordwest-Wind werden muss.

Übrigens hängt auch in diesem Falle die genaue Richtung des Windes, abgesehen von örtlichen Störungen, von der Geschwindigkeit ab, mit welcher die Lufttheile der Zone grösster Erwärmung zueilen, diese Geschwindigkeit ist aber ihrerseits, wie wir gesehen haben, von der Höhe des Wellenberges an der Zone grössten Luftdruckes und von der Abdachung desselben gegen die Zone grösster Erwärmung abhängig. In der Zeit des Vorschreitens einer Zone grössten Luftdruckes gegen den Äquator wird für einen und denselben Parallelkreis die Geschwindigkeit der Polarströmung eine grössere sein als zu jener Zeit, in welcher der Wellenberg grössten Luftdruckes sich vom Äquator entfernt.

Die als Oberflächenströmungen den Äquator überschreitenden und daher in ihrer Richtung durch die Rotation der Erde veränderten Passate heisse ich, dem gewöhnlichen Gebrauche gemäss,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Monsune und möchte diese Benennung nur für sie allein erhalten und nicht auch auf periodische Küstenwinde ausgedehnt wissen, wie es so oft geschieht und Begriffsverwirrungen zur Folge hat. Auch heisst man gewöhnlich den regelmässigen Passat in Gegenden, wo Monsune wehen, ebenfalls Monsun, was meiner Ansicht nach keineswegs zur klaren Auffassung dieser Erscheinung beiträgt.

Es ist erklärlich, dass Monsune um so ausgesprochener sein werden, je grösser die Entfernung der Zone grösster Erwärmung vom Äquator ist, weil nicht nur die Richtung, je nach den Erdhälften, eine mehr südwestliche oder nordwestliche in höheren Breiten ist, sondern auch die Stärke des Windes eine grössere sein muss, indem die Componente der Erdrotation bis zu einem gewissen Grade zunimmt, während jene der Polarströmung nicht im selben Verhältnisse abnimmt.

Diesen Monsunen ähnliche Winde muss es aber zu gewissen Zeiten auch in der Zone grösster Erwärmung geben, da wo dieselbe breit genug ist, um regelmässige Winde zu gestatten, sie sind jedoch in den meisten Fällen nur als eine Fortsetzung der aus den Passaten nach Überschreitung des Äquators entstehenden zu betrachten, da sie mit diesen gleichen Übersprung haben.

Im atlantischen Ocean, wo die Zone grösster Erwärmung nie oder vielleicht nur an einzelnen Orten südlich über den Äquator hinab reicht, werden in derselben keine Nordwest-, wohl aber Süd-West-Monsune vorkommen, welche 1 oder 1 ½ Monate nach dem Wintersolstitium, bis 1 oder 1 ½ Monate nach dem Sommersolstitium nur fühlbar sein dürften. Nordwest-Briesen können allerdings auch in der Zone grösster Erwärmung im atlantischen Ocean vorkommen; sie sind jedoch nur die Folge des Nordost-Passates, welcher besonders in der Zeit seines Vorschreitens 1 oder 1 ½ Monate nach dem Sommersolstitium in jene Zone eindringt und zuweilen in seiner Richtung in Nord- und Nordwest-Winde gebeugt wird.

Der indische und der stille Ocean werden hingegen Südwest- und Nordwest-Monsune in der Zone grösster Erwärmung besitzen, je nachdem diese letzteren nördlich vom Äquator nach Norden oder südlich vom Äquator nach Süden sich bewegt, während sich auch in diesen Meeren in der Zeit des Vordringens der Passate Beugungen der eben beschriebenen Art in der Zone grösster Erwärmung fühlbar machen werden, die, wie wir früher

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gesehen haben, zu einem vollkommenen Verschwinden Anlass geben können.

Ist die Breite der Zone grösster Erwärmung nicht bedeutend und treffen die sich bildenden Monsune auf seitlichen Widerstand und auf die Passatgrenze, so werden sie ihre ursprüngliche Richtung nicht beibehalten können, sondern sich beugen und zuweilen vollständige Drehwinde erzeugen, die sich ganz so verhalten müssen wie die Cyclonen, welche in der Zeit des Vordringens der regelmässigen Passate in der Zone grösster Erwärmung entstehen.

So muss der Südwest-Monsun, sobald derselbe einen seitlichen Widerstand gegen Ost und Nordost findet, Süd- und Südost-Wind werden, der Nordwest-Monsun sich unter ähnlichen Verhältnissen in Nord- und Nordost-Wind umgestalten.

Ist der Monsun so stark, dass er noch weiter gegen die Äquatorialgrenze des zurückweichenden Passates vordringt, so wird die Drehung um so vollständiger, je mehr der gedrehte Monsun der Richtung des Passates sich nähert.

In diesem Falle verbinden sich beide Winde, um die Stärke des Drehwindes zu vermehren und die Drehung zu einer vollständigen zu machen, und es kann sich eine mehr oder minder bedeutende Cyclone bilden, die in derselben Weise wie jene der Orkane eine Bahn nach Westen mit einer Neigung gegen denjenigen Pol annehmen wird, nach welchem sich die Zone grösster Erwärmung bewegt.

Es ist aber bei stärkerem Südwest-Winde anzunehmen, dass, so lange die Drehung keine solche ist, um den Nordost-Passat zu erreichen, die Bahn des Mittelpunktes derselben durch diesen Südwest-Wind und durch denjenigen Stoss bedingt sein wird, welcher durch den seitlichen Widerstand der Luft in der Zone grösster Erwärmung seine Entstehung findet. Daraus ergibt sich eine anfängliche Richtung der Bahn gegen Nordost, Nordnordost und Nord, die Drehung mag nun vollständig ausgebildet sein oder nicht. Ein ähnlicher Vorgang dürfte bei eindringendem Nordwest-Monsun in der südlichen Hemisphäre und selbst bei dem Eindringen der Passate in der Zone grösster Erwärmung stattfinden.

Im Allgemeinen ist jedoch der Widerstand der dichteren Luft des Passates gross genug, um die Bildung einer aus den eindringenden Monsunen herrührenden Cyclone zu verhindern, es können aber Fälle vorkommen, in welchen localer Verhältnisse wegen eine

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wirkliche Cyclone entstehen wird, die dann ihren naturgemässen Lauf nimmt.

Sonst sind diese Drehwinde von nicht sehr grosser Bedeutung und mögen selten vollständig ausgebildet sein.

Es sind aber auch die Monsune der Zone grösster Erwärmung da, wo sie ihre normale Breite nicht überschreitet, nur zeitweilige leichte Winde, die aus der Tendenz des Vorschreitens dieser Zone gegen einen oder den andern Pol herrühren.

Mit Rücksicht auf die Drehungen, welche sowohl die Monsune als auch die eindringenden Passate in der Zone grösster Erwärmung erfahren, ist zu beachten, dass an den Rändern dieser Zone die Windrichtungen, welche sich ergeben, ziemlich constant bleiben müssen. So werden für beide Erdhälften, und bei vorkommenden Drehwinden, sie mögen nun ganz oder zum Theil ausgebildet sein, an dem Polar-Ende der Zone grösster Erwärmung östliche, am Äquatorial-Ende westliche Briesen zu erwarten sein.

Es kann jedoch nicht behauptet werden, dass jeder eindringende Passat- oder Monsun-Wind in der Zone grösster Erwärmung eine Drehung erfahren müsse; vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sowohl der Passat als auch der Monsun bei ihrem Eindringen oft keinen seitlichen Widerstand erleiden oder zuweilen in entgegengesetzter Richtung sich treffen, aufheben oder nur unregelmässigen Beugungen ausgesetzt sind, die von den örtlichen Dichtigkeitsverhältnissen und von der Stauung der Luft, welche durch die eindringenden Winde selbst erzeugt wird, abhängen.

Die Dichtigkeits- und Temperaturverhältnisse der Luft in der Zone grösster Erwärmung werden namentlich durch die eindringenden Passate, welche kältere und dichtere Luft mit sich führen, bedeutend modificirt, indem diese letztere im Contacte mit der entgegengesetzten wärmeren Luftströmung zu Condensation der Wasserdämpfe, zu Wolkenbildungen, elektrischen Erscheinungen und oft gewaltigen Niederschlägen Anlass gibt, und dadurch einerseits Windstille, andererseits Stürme hervorruft, welche die Fahrt mit einem Segelschiffe in dieser Zone so sehr verzögern und belästigen.

Die Zone grösster Erwärmung verdient besondere Beachtung in dem Falle, wenn dieselbe örtlicher Ursachen wegen eine grössere Breite erlangt und gegen den Polarrand dieser Zone die Temperatur der Luft eine grössere wird, folglich ein viel rascheres Aufsteigen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der Lufttheilchen und einen geringeren Luftdruck erzeugt, als es überhaupt nothwendig ist, um die Zone grösster Erwärmung hervorzurufen.

Eine solche Erweiterung dieser Zone findet aber dann Statt, wenn die Erwärmung der Erdoberfläche eine Temperatur der Luft erzeugt, welche gleich und grösser ist als die mittlere Temperatur der normalen Zone grösster Erwärmung. Der südasiatische Continent, die Inselwelt zwischen dem indischen und stillen Ocean mit Australien, der Inselgürtel des stillen Oceans, dann Afrika und in manchen Theilen auch Amerika, sind an der Erweiterung der Zone grösster Erwärmung betheiligt und rufen sie in der That zur Zeit des Sommers in den betreffenden Gegenden hervor.

Hier also und überall, wo die Beschaffenheit der Erdoberfläche solcher Art ist, dass die Temperatur der Luft von der Zone grösster Erwärmung bis zu einer gewissen geographischen Breite zunimmt, müssen sich, wenn diese Temperatur so hoch und höher wird wie jene der genannten Zone, Monsune einstellen, die je nach dem Verhältnisse des Luftdruckes an den Grenzen der so erweiterten Zone grösster Erwärmung mehr oder minder stark sein werden. Die Zone der Windstillen und veränderlichen Winde wird höhere Breiten als auf freiem Meere erreichen und Biegungen erfahren, die oft zu einer Richtung von Norden nach Süden, statt von Osten nach Westen führen. Sie scheidet dann den Monsun vom zurückgewichenen Passat, dessen Stelle ersterer zum Theil oder ganz einnimmt, und sie bezeichnet wie früher die Zone des geringsten Luftdruckes.

So sind im Sommer der nördlichen Erdhälfte der arabische und bengalische Meerbusen, so wie das chinesische Meer dem Südwest-Monsun, und in jenen der südlichen Hemisphäre die Meere von Java, von Banda und weiter nach Osten bis Neuseeland dem Nordwest-Monsun unterworfen.

Der Inselgürtel im stillen Ocean bietet eben so eine Oberfläche dar, die einer grösseren Erwärmung fähig ist als das offene Meer, es erweitert sich also auch hier die Zone grösster Erwärmung in bedeutenderem Masse, durch welchen Umstand Monsune hervorgerufen werden, die weniger im Norden als Südwest-, denn im Süden als Nordwest-Winde sich während des Sommers der südlichen Halbkugel bis zu den Gesellschafts-Inseln erstrecken und mit jenen von Nord-Australien in Verbindung stehen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Wo indess das Land ungleichmässig auf dem Meere vertheilt ist, wo die Beschaffenheit oder Erwärmungsfähigkeit dieses Landes eine verschiedene ist, da werden auch Unregelmässigkeiten in den Windrichtungen vorkommen, die sich bei dem Mangel an genügenden Beobachtungen um so schwieriger analysiren lassen, als dieselben überhaupt nur auf kleinere Meere Bezug haben und sie diese Arbeit weit über ihre zulässigen Grenzen ausdehnen würden.

Bei dem Umstande, dass alle Monsune denselben Gesetzen gehorchen, kann es vor der Hand genügen, wenn ich mich auf jene des chinesischen Meeres beschränke und diese etwas ausführlicher behandle.

Ost-Asien mit seinen grossen Ebenen und Sandflächen sowie die östlich gelegenen Inselreihen bieten der Sonne eine Oberfläche dar, welche im Sommer der nördlichen Halbkugel ein solches Ausstrahlungsvermögen besitzt, dass die Zone grösster Erwärmung ihre nördliche Grenze bis zu den hohen Gebirgsketten verlegt, welche diesen Continent durchschneiden.

Der Monsun des chinesischen Meeres erstreckt sich aber auch bis in's gelbe Meer und bis Japan, und seine östliche Grenze scheint sich östlich dieser Inselgruppe und östlich von den Mariannen nach den Carolinen hinzuziehen, wo sich dieselben der nördlichen Grenze des Monsuns des stillen Oceans anschliesst.

In wieferne die vulcanische Natur der japanischen und der Bonins-Inseln, dann der Mariannen, Einfluss auf die Erhöhung der Temperatur der Luft und vielleicht auch der umgebenden Meerestheile ausübe, wage ich nicht zu entscheiden. Es scheint mir indess, dass dieselbe besonders bei thätigen Vulcanen nicht unberücksichtigt bleiben sollte.

Dass in vulcanischen Gegenden bei Ausbrüchen, aber auch in Zeiten der Ruhe aus den noch nicht völlig erkalteten Producten vulcanischer Thätigkeit eine bedeutende Wärmemenge der Erde entströme und der umgebenden Luft mitgetheilt werde, dürfte eben so unzweifelhaft sein, als es unbestritten bleibt, dass in diesem Falle ein kleineres Quantum Sonnenwärme erforderlich sei, um die Temperatur der Zone grösster Erwärmung hervorzubringen.

Gewiss ist, dass unmittelbar nach Vulcanausbrüchen in den Tropen häufig cyclonartige Orkane in den naheliegenden Meeren beobachtet worden sind — ein Beweis, dass zum Theile durch die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Spannung der ausströmenden Gase, zum Theil aber durch die bedeutende Temperaturerhöhung der Luft im Contacte mit ausserordentlich heissen Materien, ich möchte sagen, ein Luftkrater gebildet wird, in welchen die Luft mit um so grösserer Heftigkeit sich hineinstürzt, je grösser die Unterschiede der Dichtigkeit derselben sind. Erfolgt der Ausbruch in der Region der Passate oder Monsune, so dringt der Wind in dem Orte ein, wo die Luft dünner geworden, und der Nordost-Passat wird sich nach NNW. u. s. w. gegen den Zeiger einer Uhr, der Südost-Passat aber nach SSW. u. s. w. mit dem Zeiger einer Uhr drehen.

Der Südwest-Monsun muss indess dieselbe Drehung wie der Nordost-Passat, der Nordwest-Monsun wie jene des Südost-Passates erleiden.

Liegen die Vulcane in der Zone grösster Erwärmung, da wo das Maximum der Temperatur derselben erreicht wird, so bedarf es sicherlich nicht eines Vulcanausbruches, wohl nur einer localen bedeutenderen Wärme-Emanation, um Cyclonen hervorrufen zu können.

Die Vulcane Japans und der Mariannen liegen aber gerade in der Nähe der Zone der Windstillen oder grössten Temperatur, wo der Südwest-Monsun vom Nordost-Passat getrennt wird; es ist somit die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass diese Vulcane auch auf die Bildung der im chinesischen Meere so häufigen Teifune Einfluss ausüben, d. h. dass sie die Mittelpunkte bilden, von welchen die Cyclonen ihren Anfang nehmen. Ein Blick auf eine Karte, welche die Cyclonenbahnen der Orkane verzeichnet enthält, wie solche z. B. Piddington „*The sailors Hornbook for the law of Storms. London 1855*“ zusammengestellt hat, wird zu der Überzeugung führen, dass die Ausgangspunkte der meisten Cyclonenbahnen in der Nähe vulcanreicher Gegenden sich befinden. So entstehen die grossen Orkane des südindischen Oceans bei Java, jene nördlich und westlich von Australien bei den östlichen Sunda-Inseln.

Diejenigen Orkane, welche über Calcutta und die umliegenden Gegenden ziehen, stammen aus den Gewässern der Andamanen, wo Narkondam- und Barren-Island liegen; die Orkane von Madras bis nördlich von Ceylon haben aber ihren Anfang bei Sumatra und Java. Die Nikobaren, welche keinen Vulcan besitzen, sind von Orkanen frei.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

In der chinesischen See scheinen ausser den japanischen Inseln und der Mariannen, Formosa, Manila und die südlich und südöstlich gelegenen vulcanischen Inseln bei der Bildung von Teifunen betheiligt zu sein.

Endlich glaube ich auf den Ort der Entstehung der westindischen Orkane im atlantischen Ocean hinweisen zu müssen, welcher unweit der Gewässer sich befindet, wo Krusenstern's Region submariner Vulcanausbrüche angegeben wird. Dass überdies die Temperatur der Meeresströmungen an den Orten, wo sie ein Maximum erreicht, in Beziehung auf die Bildung von mehr oder minder bedeutenden Cyclonen Einfluss ausüben können, dürfte ebenfalls ausser Zweifel gesetzt sein.

Abgesehen von den Ursachen jener Erwärmung der Luft, welche Vulcanen oder sonstigen Wärmequellen zugeschrieben werden können, scheint es vielleicht auf den ersten Blick, dass die östliche Grenze des Südwest-Monsuns im chinesischen Meere eine östlich zu entfernte ist, um blos von der Ausstrahlung des asiatischen Continents und der östlichen Inselreihen im Vereine mit der directen Sonnenwärme abzuhängen. Allein es ist zu bedenken, dass die hohe Temperatur der Luft auf dem Festlande sich der umgebenden Luftmasse mittheilen muss, so dass für diese letztere ein geringerer Grad der Ausstrahlung genügt, um zur selben Höhe zu gelangen. Überdies wirkt die Spannung der erhitzten Luft nach allen Seiten hin, folglich auch in horizontaler Richtung, wodurch eben auch die Grenzen dieses Monsuns seitlich erweitert werden.

Wir haben gesehen, dass der Südwest-Monsun dadurch entsteht, dass eine südliche Luftströmung aus Gegenden kommt, welche einen höheren Luftdruck besitzen als jene, gegen die sie gerichtet ist, wo wegen des vermehrten Aufsteigens der Luft ein geringerer Druck statthaben muss.

Die erste wahrnehmbare Folge davon wird sein, dass der Barometerstand gegen Norden und Nordosten sinken muss bis zur Grenze des Monsuns.

Andererseits erwärmt sich die Erde allmählich bis zum Monat Juli, wo für die nördliche Halbkugel das Maximum der Temperatur eintritt. Es muss sonach das Aufsteigen der Luft in der Monsunregion bis zu dieser Zeit in Zunahme begriffen sein und der Barometerstand für einen und denselben Ort allmählich im Monat Juli zu

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

einem Minimum gelangen. Von dieser Zeit an wird aber derselbe wieder steigen, bis er endlich im Winter in der Zeit des eingetretenen Nordost-Passates ein Maximum erreicht. Das Minimum wie das Maximum wird in der Region des Südwest-Monsuns für nördlicher gelegene Orte bedeutender sein als für südliche. Zum Beweise, dass der Barometerstand vom Äquator bis zur Grenze des Monsuns zur Zeit seines Bestehens ein abnehmender ist, können jene Beobachtungen an Bord nur unvollkommen dienen, da die Abnahme des Barometerstandes von der Zeit und von der geographischen Ortslage gleich abhängig ist; indess werden dieselben bei sehr günstigen Reisen, wo ein Schiff in wenigen Tagen bei sonst normalem Wetter grosse Strecken von Süden nach Norden oder überhaupt gegen die Grenze des Monsuns zurücklegt, allerdings einen Anhaltspunkt bieten.

Unsere Beobachtungen, wenn sie seiner Zeit zusammengestellt und veröffentlicht sind, dürften in dieser Beziehung sich nützlich erweisen, jedoch kann man sich durch die Einsicht eines jeden Schiffs-Journals, wo Barometerbeobachtungen aufgezeichnet sind, von dieser Thatsache überzeugen, deren Kenntniss dem Seemanne zur Beurtheilung des zu erwartenden Wetters, besonders in diesen Meeren, erforderlich sind.

Auf sicherern Grundlagen würden gleichzeitige Beobachtungen am Lande beruhen und Vergleiche und Rechnungen gestatten, die zu interessanten Resultaten führen müssten.

Leider sind die Beobachtungen, welche gemacht worden und die ich aufzufinden im Stande war, äusserst spärlich, mit theils unbeschriebenen, theils unverglichenen Instrumenten ausgeführt, und da sie meist nur zu bestimmten Zwecken von Ärzten angestellt wurden, auf wenige Jahre beschränkt, weil sich daraus der allgemeine Gang des Druckes der Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft in den Tropen schon genügend herausstellt.

Die Jesuitenmissionen in China, einstens so berühmt wegen ihrer wissenschaftlichen Erfolge und des dadurch erlangten Einflusses, geben sich dermalen mit der Wissenschaft nicht mehr ab und machen nicht einmal meteorologische Beobachtungen.

Die englische Regierung, obschon in manchen ihrer Colonien die Sternwarten reich und herrlich dotirt sind, hat bis jetzt weder in Singapore noch Hongkong etwas gethan, um auch nur verlässlich

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

mit verglichenen Instrumenten meteorologische Beobachtungen zu erzielen.

In Schanghae wie in Hongkong hat sich zwar eine literarisch-wissenschaftliche Gesellschaft gebildet und es scheint daselbst ein reger Geist für Wissen und Fortschritte zu herrschen; ob sie aber auch die Mittel und die Möglichkeit besitzen wird, verlässliche meteorologische Beobachtungen zu veranlassen, bleibt vor der Hand noch ungewiss.

Gleichwohl hätten regelmässige und mit guten verglichenen Instrumenten gemachte meteorologische Beobachtungen für die Schifffahrt und in Folge dessen auch für den Handel einen grossen, wenn auch indirecten Werth, besonders wenn dieselben an verschiedenen Punkten dieses Meeres, an der Küste von Singapore bis Schanghae auf Manila, auf einer der jonischen Inseln und auf den Mariannen ausgeführt würden.

Die Barometer- und Thermometer-Beobachtungen, welche ich im *Shanghae Almanac* für 1854 aufgefunden, gelten für die Jahre 1848 bis 1853, aber leider ist das Jahr 1853 nicht vollständig, da die Beobachtungen mit dem Monat October jenes Jahres schliessen und später, wie es scheint, nicht mehr fortgesetzt worden sind. Diese Beobachtungen wurden wahrscheinlich mit einem Quecksilber-Barometer vorgenommen und auf 32 Grad F. reducirt, obschon über diese Punkte keine Erwähnung geschieht.

Sie sind um 9 Uhr Morgens und um 3 Uhr Nachmittags angestellt und es ist das Mittel hievon als Tagesmittel angesehen worden, was zwar gar nicht ganz richtig, in unserem Falle aber von keiner Bedeutung ist, da es sich nur um einen Vergleich der zu gleichen Zeiten beobachteten Barometer- und Thermometer-Höhen handelt. Endlich sind nur die Monatsmittel aus diesen Beobachtungen gegeben und das Mittel aus den Monatsmitteln für die sechs Beobachtungsjahre genommen worden, obgleich im letzteren Jahre, wie schon erwähnt, die Monate November und December fehlen.

Ich werde hier nur das Mittel für die fünf Jahre 1848 bis 1852 nehmen, da diese einen richtigen Vergleich des Druckes und der Temperatur in den verschiedenen Monaten des ganzen Jahres zulässt, das Jahr 1853 aber dennoch, so weit die Beobachtungen reichen, anführen, indem die für Hongkong aufgefundenen Beobachtungen gerade für das Jahr 1853 gelten.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Barometer-Beobachtungen in Shanghae.

Breite 31° 15′ 1″ N., Länge 121° 31′ 5″ O. von Greenvich, am sogenannten Shanghae-Flusse (eigentlich Wangpo oder Whampoa) in engl. Zollen.

Monate	1848	1849	1850	1851	1852	1853	Mittel von 1848—1852
Januar	30·450	30·568	30·346	30·423	30·426	30·352	30.443
Februar	30·280	30·432	30·508	30·399	30·402	30·140	30·404
März	30·262	30·404	30·252	30·251	30·064	30·201	30·247
April	29·714	30·224	30·207	30·011	30·114	30·030	30·054
Mai	29·473	30·161	29·933	30·032	29·952	30·023	29·910
Juni	29·417	30·004	29·573	29·909	29·924	30·068	29·765
Juli	29·338	29·962	29·576	29·872	29·745	29·562	29·699
August	29·567	29·942	29·790	29·866	29·536	30·011	29·740
September ..	29·676	30·077	30·070	30·042	30·290	29·824	30·031
October	29·993	30·385	30·271	30·235	30·223	30·244	30·223
November ..	30·535	30·475	30·383	30·276	30·262	. . .	30·386
December ..	30·530	30·427	30·461	30·395	30·386	. . .	30·439

Thermometer-Beobachtungen in Shanghae (Fahr.).

Monate	1848	1849	1850	1851	1852	1853	Mittel von 1848—1853
Januar	40·0	42·4	37·6	41·5	41·7	41·5	40·6
Februar	39·5	48·1	40·5	41·9	41·1	40·1	42·2
März	49·9	52·8	49·4	49·3	47·9	51·4	49·9
April	59·4	59·5	60·8	55·9	58·9	59·5	58·9
Mai	71·4	67·9	72·5	66·4	71·1	69·7	69·9
Juni	73·2	73·4	75·3	74·1	78·6	73·1	74·9
Juli	82·2	81·8	84·5	86·1	89·7	88·0	84·9
August	81·9	84·4	85·8	83·0	87·0	84·4	84·4
September ..	77·2	80·4	73·1	75·1	81·6	78·2	77·5
October	66·7	66·7	67·8	67·4	68·9	66·7	67·5
November ..	53·3	55·1	55·1	58·5	58·8	. . .	56·1
December ..	49·4	46·4	44·8	48·6	43·8	. . .	46·0

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Barometer- und Thermometer-Beobachtungen, welche ich für Hongkong besitze, beziehen sich, wie ich bereits bemerkt, nur auf das Jahr 1853 und sind von Dr. Harland *„Acting Colonial Surgeon“* daselbst ausgeführt worden.

Für die Beobachtungen des Luftdruckes wurde ein Aneroid-Barometer gebraucht, von welchem weder die Fehler mit Rücksicht auf die Temperatur, noch der Indexfehler im Vergleiche mit dem Barometer in Shanghae bestimmt worden sind; sie haben also in so ferne wenig wissenschaftlichen Werth.

Ich führe indess dieselben hier an, weil sie die einzigen sind, die mir zu Gesicht gekommen, und weil sie doch einigermassen einen Vergleich mit jenen in Shanghae zulassen.

Die Thermometer-Angaben scheinen von einem Instrumente herzurühren, welches nicht zum Aneroid gehört, wohl aber der freien Luft ausgesetzt war.

Die Beobachtungen wurden um $7\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags und $12\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags auf einer Höhe von 140 englischen Fuss über dem mittleren Meeresspiegel angestellt.

Barometer- und Thermometer-Beobachtungen in Hongkong.

Breite 22° 18·1′ N., Länge 114° 9·3′ O. von Greenwich (*A* bedeutet Aneroid in engl. Zollen, *T* Temperatur (Fahrenheit).

Monate	$7\frac{1}{2}^h$ a. m.		$9\frac{1}{2}^h$ a. m.		$12\frac{1}{2}^h$ p. m.		$3\frac{1}{2}^h$ p. m.		$9\frac{1}{2}^h$ p. M.		Mittel von $9\frac{1}{2}^h$ a.m. bis $3\frac{1}{2}^h$ p. m.	
	A	*T*	*A*	*T*	*A*	*T*	*A*	*T*	*A*	*T*	*A*	*T*
Januar ...	29·94	53·4	29·98	54·9	29·96	56·1	29·92	56·8	29·94	54·4	29·95	55·9
Februar ..	92	54·0	96	56·3	92	59·3	88	59·2	91	56·1	29·92	57·8
März	90	64·8	93	67·6	91	70·7	86	70·8	88	65·8	29·90	69·2
April	83	73·2	86	74·8	84	77·5	80	76·8	81	73·1	29·83	75·8
Mai	79	80·9	82	82·8	81	84·7	76	83·0	77	78·2	29·79	82·9
Juni	69	82·8	72	84·9	71	86·0	67	85·9	68	81·4	29·70	85·4
Juli	50	83·3	52	84·4	52	85·6	49	85·6	51	82·6	29·51	85·0
August ..	58	82·2	61	84·2	61	86·3	57	85·9	58	81·3	29·59	85·1
September	64	81·7	68	83·8	65	85·4	62	84·8	64	80·6	29·65	84·3
October ..	82	76·1	82	77·4	81	79·5	79	79·0	82	75·8	29·81	78·2
November	78	71·6	83	73·6	78	75·1	75	74·6	79	72·1	29·79	74·1
December	85	60·6	89	72·7	85	64·0	81	64·7	86	61·9	29·85	63·7

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Da diese Barometer - Beobachtungen auf einer Höhe von 140 englischen Fuss gemacht sind, so müssen sie, um mit jenen in Shanghae verglichen werden zu können, noch eine Correction wegen der Höhendifferenz erhalten. Zwar ist die Höhe des Beobachtungsortes in Shanghae nicht angegeben worden, aber das Land ist daselbst, so weit das Auge reicht, nur wenig über dem Meere erhaben, und die Häuser sind einstöckig, so dass die Höhendifferenz beider Orte beiläufig 115 bis 120 Fuss betragen dürfte.

Es kann somit bei der Unsicherheit der Beobachtungen selbst genügen, wenn zu dem Mittel der Barometerhöhen in Hongkong, welche um $9^1/_2{}^h$ a. m. und $3^1/_2{}^h$ p. m. abgelesen wurden, 0·14 engl. Zoll addirt werden, um dasselbe auf die Höhe von Shanghae zu reduciren.

Hiernach erhalten wir für Honkong:

Jänner	$A = 30·09$	$T = 55·9$
Februar	$A = 30·06$	$T = 57·8$
März	$A = 30·04$	$T = 69·2$
April	$A = 29·97$	$T = 75·8$
Mai	$A = 29·93$	$T = 82·9$
Juni	$A = 29·84$	$T = 85·4$
Juli	$A = 29·65$	$T = 85·0$
August	$A = 29·73$	$T = 85·1$
September	$A = 29·79$	$T = 84·3$
October	$A = 29·95$	$T = 78·2$
November	$A = 29·93$	$T = 74·1$
December	$A = 29·99$	$T = 63·7$

Vergleicht man die Beobachtungen des Jahres 1853 für Hongkong und Shanghae, so stellt sich mit Gewissheit heraus, dass an beiden Orten das Minimum des Barometerstandes im Monat Juli eintritt. Wenngleich die Angaben beider Instrumente streng genommen nicht vergleichbar sind, so ergibt sich dennoch für Shanghae im Juli ein geringerer Luftdruck als für Hongkong, was in der That auch so sein muss, da der Wellenberg des Luftdruckes sich gegen Shanghae mehr und mehr gegen die Zone der Windstillen abdacht und die mittlere Temperatur in Shanghae, selbst wenn man der Erhöhung des Beobachtungsortes in Hongkong Rechnung trägt, dennoch bedeutend grösser ist als in letzterem Orte.

Es scheint, dass im Monat Juli der kleinste Luftdruck in der Zone des Monsuns etwas nördlicher als Shanghae reicht, während in den anderen Sommermonaten dieser kleinste Luftdruck in der Nähe

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

vielleicht südlicher und östlicher als Shanghae verbleibt und jedenfalls Nordostwinde den mittleren Barometerstand erhöhen.

Zur Zeit des Nordost-Passates aber, und zwar vom Monat October bis Anfangs April, steht der Barometer in Shanghae immer viel höher als in Hongkong, weil Shanghae nahe an der Grenze des Passates oder in der Zone grössten Luftdruckes liegen dürfte.

Das Maximum des Luftdruckes zeigt sich naturgemäss für beide Orte im Jänner. Die Temperatur der Monate Juni und Juli erleidet für Hongkong eine kleine Schwankung, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil die Sonne in dieser Zeit zweimal den Parallelkreis von Hongkong durchschneidet. Übrigens wäre es gewagt, wollte man noch weitere Schlüsse auf Grund der Beobachtungen in Hongkong ziehen. Schon die insulare Lage dieses Ortes, die besonderen Land- und Seebriesen, welche es durchziehen, endlich die Höhe des Beobachtungsortes machen es ganz unmöglich, den beobachteten Temperaturen einen allgemeinen vergleichbaren Werth zuzuschreiben.

Das Mittel aus fünfjährigen Beobachtungen aus Shanghae verdient grössere Berücksichtigung, obschon auch hier die beobachteten Temperaturen einen örtlichen Einfluss erlitten haben müssen. Der Gang des Barometers ist aber bezeichnend. Im Jänner ist der Luftdruck am höchsten. Der Wellenberg zieht sich von da an gegen Norden zurück, weil die Zone grösster Erwärmung sich ebenfalls nach Norden bewegt.

Während dieser Zeit weht auf dem chinesischen Meere ein stetiger Nordost, der aber nach dem Monat März, in welcher Zeit die Zone grösster Erwärmung an Ausdehnung zunimmt, schwachen, und im Monat April veränderlichen Briesen zu weichen beginnt.

Der nördliche Einfluss ist indess noch immer fühlbar, bis derselbe nach Mitte Juni für Shanghae aufgehoben und bis Ende Juli nur in seltenen Fällen durch Drehwinde fühlbar wird, die sich in diesen Gegenden bilden können. Mittlerweile weht schon seit dem Monat Mai im chinesischen Meere südlich von Shanghae ein immer stetigerer Südwest-Monsun, welcher in den Monaten Juni und Juli bis in's gelbe Meer nach Japan dringt und sich daselbst feststellt. Sein Vordringen bewirkt wohl an seiner nördlichen Grenze zuweilen vollständige Drehwinde, aber diese sind bis zum Monat Juli selten so stark, um in orkanartige Cyclonen auszuarten.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Anders verhält es sich nach dem Monat Juli. Der Wellenberg der Zone grössten Luftdruckes kehrt allmählich zurück, der Nordost-Wind dringt in die Zone grösster Erwärmung immer mehr und öfter ein und verursacht dann die berüchtigten Teifune [1]) des chinesischen Meeres, welche namentlich im September sehr bedeutend sein können.

Im October hat sich im Allgemeinen, besonders im Norden, der Nordost - Passat völlig eingestellt; der Barometerstand nimmt nun rasch mit dem Vordringen des Wellenberges grössten Luftdruckes zu und erreicht sein Maximum wieder im Jänner.

Der Nordost - Passat weht im chinesischen Meere besonders heftig, zuweilen mit der Macht eines Sturmes, was auf eine grosse Höhe und auf ein rasches Erheben des Wellenberges in der Zone grössten Luftdruckes schliessen lässt.

In der That ist aber auch die von Norden kommende Luft durch die auf den Gebirgsketten Asiens sich lagernden Schnee- und Eismassen, welche ihrerseits wieder eine Folge des Zusammentreffens des Nordost- mit dem Südwest-Winde sind, so kalt und dicht geworden, dass das obige Resultat um so begreiflicher erscheint, als bekanntlich die Ostküsten der Continente im Norden des Äquators weit strengere Winter als die Westküsten haben.

Dieses gewaltsame Vorschreiten des Nordost - Passates ist es auch, welches die Schifffahrt in den Monaten seines Eintrittes und der Vordringung des Nordwest-Monsuns durch die daraus entstehenden Teifune so sehr gefährdet, um so mehr, als dieselben Meere durchziehen, welche durch Inselgruppen und Klippen verengt sind, wo also wenig Seeraum vorhanden, um dem Drehungsgesetze der Cyclonen gemäss manövriren und deren Mittelpunkt vermeiden zu können.

Die Teifune entstehen zumeist in der Zone der Windstillen oder des kleinsten Luftdruckes, welche sich längs der japanischen und Bonin - Inseln bis ostwärts der Mariannen hinzieht. Indess geschieht es, dass in der Zeit des Vordringens des Nordost-Passates Luzon und die südlichen Philippinen, sowie Formosa und die

---

[1]) Von *Tai-fung*, grosser Wind. Wahrscheinlich sind davon abgeleitet das arabische Wort *Tu-fān* und das griechische *Typhon*. — Nach dem „*Tonic Dictionary of the chinese language etc. by S. Wells Williams, Canton 1856*“ sollte *Tai* gross, mächtig, stark, wie *Täh* oder *Tāi* ausgesprochen werden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

südlichen japanischen Inseln bis zur Lu - tschu und Majacco - Sima-Gruppe eine solche Erwärmung der Luft verursachen, dass ein geringerer Luftdruck in der Nähe dieser Inseln erzeugt wird, der seinerseits Anlass zu Drehwinden und Orkanen gibt.

In Bezug auf die Bahnen der Teifune erscheint es mir erforderlich, näher auf ihre Entstehungsweise einzugehen. In der Zeit des Vordringens des Nordost-Passates bewegt sich die Sonne von Norden nach Süden, erwärmt somit in bedeutenderem Maasse die südlicheren Theile des chinesischen Meeres, so dass dort, wo die Wärme-Ausstrahlung durch locale Verhältnisse des Bodens momentan eine bedeutende wird, auch Orte geringen Luftdruckes sich erzeugen können.

Inseln und Inselgruppen sind der Entstehung von Orkanen in diesem Sinne günstiger, weil sich über ihnen abgeschlossene Orte geringen Luftdruckes bilden, welche eine verhältnissmässig beschränkte Oberfläche haben und sich, wenn ich mich wieder eines schon gebrauchten Ausdruckes bedienen darf, Luftkrater in ihnen erzeugen, deren Ränder aus dichterer Luft bestehen. Diese Luftkrater können sich nur in der Region des noch wehenden, aber an Kraft abnehmenden Südwest-Monsuns bilden, somit wird das stärkere Eindringen der dichteren Luft namentlich aus Südwest stattfinden, was zu einer Winddrehung nach Südsüdost und Osten einerseits und so einem Verschieben des Luftkraters gegen Nordost und Norden andererseits Anlass gibt, da die immer aus Südwest eindringende Luftströmung die Ränder des Luftkraters in jener Richtung trifft.

Die im Mittelpunkte des Kraters gedachte verticale Axe und daher der Mittelpunkt der sich bildenden Cyclonen selbst werden somit anfänglich eine Bahn einschlagen, welche zwischen Nordost und Norden liegen muss. Dringt aber zur selben Zeit der Nordost-Passat gegen Süden und Westen vor, oder ist vielmehr der Luftdruck in Bezug auf die sich bildende Cyclone gegen Osten und Norden derselben ein grösserer geworden, so wird die Bahn dieser Cyclone gegen diese Richtungen hin grösseren Widerstand finden und sich mehr nach Westen drehen müssen. Der Wind, welcher schon früher eine Drehung erfahren hatte und Südost und Ost geworden war, wird durch die neue aus Osten und Norden mit grösserer Macht eindringende dichtere Luft verstärkt und die Drehung wird nicht nur zur vollständigen, sondern es entsteht je nach den Verhältnissen ein

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

orkanartiger Drehwind oder, wie er in China genannt wird, ein Teifun, dessen Bahn nunmehr zwischen Nordnordwest und Westen oder Westsüdwest liegen wird.

Das Vordringen dichterer Luft muss in der ersten Zeit des Eintrittes des Nordost-Passates in östlicher Richtung vor sich gehen, weil, wie wir gesehen haben, die Grenze des Südwest-Monsuns von den japanischen Inseln über die Bonin-Inseln östlich der Mariannen bis zum Anschlusse an die Zone grösster Erwärmung im stillen Ocean zieht.

In der That wird sich vor Allem derjenige Theil der Monsunsregion abzukühlen im Stande sein, wo weniger Land und wo die Spannung der erwärmten Luft eine geringere ist und geringeren Widerstand darbietet.

Im Beginne der Orkanzeit werden sonach die Teifune eine mehr nördliche Bahn verfolgen und allenfalls nach Nordwest ziehen. In späteren Epochen kühlt sich aber das Land im Norden durch das fortschreitende Entfernen der Sonne von der nördlichen Grenze des Monsuns ab. Die eindringende kältere Luft muss sonach dichter sein als jene, welche von Osten kommt und die Bahnen der Teifune mehr gegen Westen und Südwesten beugt.

Auch ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass, so lange die Grenze des Südwest-Monsuns oder der Zone geringsten Luftdruckes eine nordöstliche Richtung hat, der Nordost-Passat sich in ihrer Nähe nach Osten beugen muss.

Wenn wir die allgemeine Richtung betrachten, welche die Cyclonen des chinesischen Meeres einzuschlagen gezwungen sind, so ergeben sich einige Folgerungen, welche auf diese Richtungen von bedeutendem Einflusse sind.

Nehmen wir eine Cyclone an, die sich bei den Mariannen bildete und bei ihrer Entstehung sich gegen Norden oder Nordost bewegte, so wird dieselbe durch ein stärkeres Eindringen der dichteren Passatluft in östlicher Richtung etwa nach Westnordwest zu ziehen; aber in dieser Richtung hin begegnet dieselbe der dichteren Luft im Süden und Westen und wird sonach eine allmähliche Beugung erleiden und nach Nordwest ziehen. In dieser Richtung gelangt sie in immer dünnere Schichten, erleidet also einen geringeren Widerstand, wird mithin keiner weiteren sichtbaren Beugung unterworfen sein, sondern nahezu in gerader Linie den chinesischen Küsten zueilen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Geschwindigkeit, welche sie im Augenblicke ihres Entstehens erlangte, wird bis zur Beugung abnehmen, sodann aber wieder zunehmen müssen, im Ganzen jedoch, da das durchlaufene Meer in enge Grenzen eingeschlossen ist, keine bedeutenden Verschiedenheiten darbieten. Richtung und Geschwindigkeit können indess durch die hohen Inseln und Canäle zwischen denselben sehr modificirt werden, worauf im praktischen Falle besonders Rücksicht zu nehmen ist. Diese Unbestimmtheit in den Bahnen der Teifune trägt dazu bei, sie gefährlicher für den Seemann zu machen, und es erfordert einen hohen Grad von Aufmerksamkeit, um in Mitte von Inseln oder nahe an der chinesischen Küste ihrem Mittelpunkte zu entgehen.

Zuweilen entstehen zwei oder mehrere Teifune zur selben Zeit oder es theilt sich durch den Einfluss des Landes oder anderer Ursachen wegen eine Cyclone in zwei, welche je nach den Umständen verschiedene oder nahezu parallele Bahnen verfolgen. In anderen Fällen kann es vorkommen, dass an demselben Orte zwei Cyclonen nach einander entstehen, so dass auf der nämlichen Bahn ein Teifun dem andern folgt.

Entstehen zwei Cyclonen zu gleicher Zeit in verschiedenen Breiten, so muss die südlichere einen nördlicheren Curs nehmen, da sie im Süden grösseren Widerstand erfährt und weil bei dem Vordringen des Nord-Passates der Südwest-Monsun im Süden stetiger wehen dürfte als im Norden. Es kann sich also ergeben, dass die südlichere Cyclone die Bahn der nördlichen durchschneidet, und will es der Zufall, dass beide Cyclonen im Kreuzungspunkte sich treffen, und fügt es das Schicksal, dass ein Schiff diesem Kreuzungspunkte nahe ist, so scheint seine Rettung aus diesem unheilvollen Conflicte kaum denkbar.

Teifune, welche an der Südseite von Inseln, z. B. bei Luzon entstehen und im Anfange ihrer Bildung einen nahe nördlichen Curs nehmen, können, statt mit einer Neigung gegen Westen fortzuschreiten, sich in dem Falle an der Nordseite der Insel nach Osten beugen, wenn sie dort geringeren Luftdruck finden und wenn überhaupt die vordringende dichtere Luft mehr von Norden als Osten kommt. Dies ist bei grösseren Inseln um so eher möglich, als sie eigenthümliche Verhältnisse der Temperatur und des Druckes der Luft hervorrufen.

Ich will hier noch eine Bemerkung hinzufügen, welche bei allen Cyclonen Anwendung findet und die sich auf die Macht des Windes

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

selbst bezieht. Der Wind äussert sich auf Gegenstände, die ihm entgegengestellt werden, z. B. auf die Segel eines Schiffes als Moment, d. h. seine Wirkung entspricht dem Producte der Geschwindigkeit mit der Masse der Luft, welche zugeführt wird.

Eine Cyclone, indem sie in ihrer Bahn fortschreitet, staut nothwendigerweise die umgebende Luft vor sich auf, nämlich die Luft vor der Cyclone wird dichter, ebenso wie jene der Cyclone selbst vor ihrem Mittelpunkte (mit Rücksicht auf die fortschreitende Bewegung ihrer Bahn). Es muss also der Wind, welcher von diesen Stauungspunkten sich weiter dreht, eine grössere Macht ausüben, als an anderen Theilen des Umkreises.

Nehmen wir als Beispiel eine Cyclone an, welche sich in der nördlichen Hemisphäre nach Westnordwest bewegt, so wird die Stauung der Luft an jenen Theilen des Cyclonenkreises stattfinden, an welchen Nordost-, Nordnordost- und Nord-Wind weht. Da der Wind, nachdem er eine Richtung nach Norden gehabt, allmählich nach Nordwest und Westen übergeht, so wird dessen Stärke an diesen letzteren Punkten verhältnissmässig grösser sein als an anderen des Cyclonenkreises.

Bei einer Cyclone der südlichen Erdhälfte, deren Richtung Westsüdwest wäre, würde die Stauung an denjenigen Punkten vorkommen, wo Südsüdost, Südost und Südwest herrschen, folglich die grösste Stärke des Windes an jenen Theilen des Cyclonenkreises zu finden sein, wo Südwest- und West-Winde wehen.

Also werden in der Regel bei Cyclonen, welche zwischen Westen und Norden oder zwischen Westen und Süden ziehen, die westlichen Winde die grösste Macht entwickeln, was auch im Allgemeinen beobachtet und als Thatsache aufgestellt worden ist.

Bei Cyclonen hingegen, welche ostwärts ziehen, werden die östlichen Winde des Cyclonenkreises das grösste Moment besitzen.

October 1858. S. M. Fregatte „Novara“.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1859

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Wüllerstorf-Urbair Bernhard Freiherr von

Artikel/Article: 1. Zur Vertheilung der Winde auf der Oberfläche der Erde. 145-172