

31317, I, E, C,

15/880

# Die Cyclonen

dargestellt

nach den einschlägigen Veröffentlichungen von  
Piddington, Meldrum, Reye u. a.

von

**F. Attlmayr,**

k. k. Marine-Akademie-Professor.



Als Manuscript gedruckt.

1880.

Buchdruckerei Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg in Laibach.



# Die Cyclonen

dargestellt

nach den einschlägigen Veröffentlichungen von Piddington,  
Meldrum, Reye u. a.



von

**F. Attlmayr,**

k. k. Marine-Akademie-Professor.

---

Als Manuscript gedruckt.

---

1880.

Buchdruckerei Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg in Laibach.

030016832

# Inhalt.

	Seite
Bedeutung: »Cyclone, Wirbelsturm, Drehsturm, Drehorkan« . . . . .	1
Regionen, wo Cyclonen häufiger vorkommen . . . . .	—
Kurzer Rückblick auf die Entwicklung unserer Kenntnisse über die Wirbelstürme . . . . .	—
Gesetze der Drehstürme. — Drehung des Windes innerhalb einer Cyclone .	2
Bahnbewegung der Cyclonen. *Allgemeines über deren Richtung . . . . .	3
Cyclonenbahnen im nördatlantischen Ocean und in den angrenzenden Binnenmeeren . . . . .	4
Cyclonenbahnen im südatlantischen Ocean . . . . .	5
Cyclonenbahnen am Cap der guten Hoffnung . . . . .	—
Cyclonenbahnen im indischen Ocean, arabischen Meere, Golf von Bengalen	6
Cyclonenbahnen im chinesischen Meere. . . . .	7
Cyclonenbahnen im grossen Ocean nördlich vom Gleicher . . . . .	—
Cyclonenbahnen im grossen Ocean südlich vom Gleicher . . . . .	8
Die Cyclonenbahnen mit Rücksicht auf die warmen oceanischen Strömungen und die Verschiebung der Passatgrenzen . . . . .	9
Geschwindigkeit der Fortbewegung der Cyclonen auf der Bahn . . . . .	—
Geschwindigkeit, beziehungsweise Heftigkeit des Windes innerhalb eines Wirbelsturmes. Ueber das Verhalten des Windes in einem Drehorkan	10
Windstille und unregelmässige Winde in der Orkanmitte . . . . .	11
Ausdehnung der Drehstürme im Sinne ihrer Durchmesser . . . . .	12
Bezeichnung einzelner Theile eines Drehsturmes. Aeussere Gestalt der Cyclonen . . . . .	13
Bewegung der Luftmassen einer Cyclone in Spirallinien. Vertheilung der Winde auf dem Orkanfelde . . . . .	15
Höhe der Cyclonen . . . . .	20
Wolkenbildung und Niederschlag, elektrische Erscheinungen in Drehstürmen	21
Verhalten des Barometers bei Annäherung und im Verlaufe eines Drehsturmes	22
Rückwirkung der Wirbelstürme auf den Zustand der See . . . . .	28
<i>a</i> ) Wellenbewegung . . . . .	29
<i>b</i> ) Strömungen . . . . .	—
<i>c</i> ) Cyclonenwelle . . . . .	30

	Seite
Jahreszeiten, in denen Wirbelstürme besonders häufig eintreten . . . . .	30
Schilderung von Orkanen. Mechanische Wirkungen derselben. Der grosse Orkan vom Jahre 1780 . . . . .	31
Der Orkan Sr. M. Fregatte »Donau« am 18. November 1869 . . . . .	33
Reye's Berechnungen behufs Darstellung der mechanischen Arbeit des Cuba-Orkans vom 5. bis 7. Oktober 1844 . . . . .	35
Atmosphärische Zustände unmittelbar vor der Entstehung von Cyclonen . . . . .	36
Erklärung der Entstehung und Dauer der Wirbelstürme . . . . .	37
Erklärung des Drehungsgesetzes der Drehstürme . . . . .	41
Ursachen, welche die Richtung des Vorschreitens der Orkane auf ihrer Bahn bestimmen . . . . .	43
Warum sind die Cyclonen in den heissen Zonen heftiger, als in den gemässigten . . . . .	45
Schiffahrtsregeln in Cyclonenstürmen . . . . .	—
<i>a)</i> Anzeichen eines Orkans . . . . .	—
<i>b)</i> Bestimmung der Lage des Orkancentrums zum Schiffsort . . . . .	46
<i>c)</i> Bestimmung der Bahnrichtung . . . . .	48
<i>d)</i> Bestimmung der Seite der Cyclone, an welcher man sich befindet . . . . .	49
<i>e)</i> Manöverregeln, um aus einer Cyclone heraus zu kommen . . . . .	50
<i>f)</i> Manöverregeln, wenn ein Schiff über die Natur des Sturmes oder über seine Lage innerhalb der Cyclone im Ungewissen ist . . . . .	51
<i>g)</i> Manöverregeln, wenn ein Schiff vor einem Orkan auf oder nächst dessen Bahn sich befindet . . . . .	—
<i>h)</i> Regeln bezüglich des Beiliegens, wenn man dem orkanartigen Theil einer Cyclone nicht mehr entkommen kann . . . . .	—
<i>i)</i> Die Manöverregeln in einem Orkan mit Rücksicht auf die Spiraltheorie . . . . .	53
<i>k)</i> Besondere Manöverregeln in einer Cyclone für Dampfer . . . . .	57
<i>l)</i> Ueber Ausnützung von Cyclonen zur Beschleunigung der Reise . . . . .	58
Resumé der Schiffahrtsregeln . . . . .	59
Verhaltensregeln, wenn man beim Herannahen einer Cyclone an einer offenen Küste oder in einem Strome vor Anker ist . . . . .	61

## Ueber Cyclonen.

Die Cyclonen oder Wirbelstürme — Drehstürme, Drehorkane — sind Wirbelwinde, welche sich durch Heftigkeit auszeichnen und weit über die Erdoberfläche ausdehnen. Dieselben entstehen — mit Ausnahme eines Gürtels beiläufig von 5° nördlich bis 5° südlich vom Gleicher — besonders häufig innerhalb der Wendekreise, kommen aber auch in den gemässigten Zonen nicht selten vor.

Bedeutung  
»Cyclone,  
Wirbelsturm,  
Drehsturm,  
Drehorkan«.

Die Theile der Erde, welche Wirbelstürmen zumeist ausgesetzt erscheinen, sind: der nordatlantische Ocean, zumal die Gewässer Westindiens und Centralamerika's, der indische Ocean, besonders der Golf von Bengalen und die Gewässer in der Nähe der Mascarenen, schliesslich die China und Japan begrenzenden Meere. In letzteren Meeren bezeichnet man die Wirbelstürme auch mit dem Namen Teifune.

Regionen,  
wo Cyclonen  
häufiger  
vorkommen.

Wenn aber auch bestimmte Erdtheile von Drehorkanen öfter heimgesucht werden als andere, so ist doch die Annahme kaum zulässig, dass es einzelne Theile der Erde gebe, in welchen Wirbelstürme nie entstehen, oder doch, in welche sie nie eindringen.

Es ist vielmehr in Anbetracht des Umstandes, dass die Kenntniss der Wirbelstürme erst seit relativ wenigen Decennien sich Bahn gebrochen, mit Recht zu vermuthen, dass einzelne Meere nur deshalb von derartigen Stürmen frei erachtet werden, weil die Stürme, welche sie getroffen haben, noch nicht zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung auf Grund hinreichender Angaben gemacht worden sind.

Von einzelnen Männern ward es schon früh erkannt, dass Stürme mit einer vollständigen Drehbewegung vorkommen. So z. B. beschreibt Dampier die Teifune des chinesischen Meeres als Stürme dieser Gattung. Doch erst Oberst Capper der ostindischen Compagnie

Rückblick auf  
die Entwicklung  
unserer Kennt-  
nisse über die  
Wirbelstürme.

machte am Schlusse des vorigen Jahrhunderts die Stürme der indischen Gewässer zum Ziel seiner Forschungen, deren Ergebniss war, dass die Orkane der indischen Meere Wirbelstürme seien. Seine Veröffentlichung (1801) blieb jedoch unbeachtet. Im Jahre 1828 zeigte Dove, dass der Sturm, welcher zu Weihnachten 1821 Europa traf, ein Wirbelsturm war. Fast gleichzeitig mit Dove und unabhängig von ihm entdeckte Redfield, dass die Stürme an den Küsten der Vereinsstaaten meistens Wirbelstürme seien, deren Drehung entgegengesetzt jener des Zeigers einer Uhr vor sich gehe, dass ferner in der Mitte dieser Stürme der Stand des Barometers auffallend niedrig sei und die luftdünne Mitte derselben fortschreite. Oberst Reid endlich erwies, dass die Wirbelstürme der Südhemisphäre im Sinne des Zeigers einer Uhr rotiren. Die genannten drei Männer sind die Begründer unserer Kenntnisse über die Natur der Wirbelstürme.

Denselben reihen sich zunächst Piddington und Thom an, welche sich grosse Verdienste um die Erweiterung dieser Kenntnisse erworben haben. Vom ersteren rührt der Name »Cyclone« her, unter welcher Bedeutung Piddington Winde begreift, welche um einen Mittelpunkt kreisen. Die Worte Briesse, Kühle, steife Kühle, Sturm, Orkan beziehen sich hienach, wie früher, nur auf den Grad der Stärke des Windes.

Um nun die Gesetze und eigenthümlichen Erscheinungen der Cyclonen in Betracht zu ziehen, ist es vor allem hervorzuheben, dass in den Cyclonen der Sturmwind sich annähernd kreisförmig um einen Mittelpunkt bewegt, und dass diese Kreisbewegung in einem bestimmten Sinne erfolgt. In beiden Erdhälften geschieht nämlich die Rotation gegen die Sonne: auf der nördlichen Hemisphäre von S. über O., N. und W., auf der südlichen Halbkugel, wo die Sonne von O. über N. nach W. sich bewegt, von S. über W. nach N. und O. Auf der Nordhälfte der Erde rotirt also der Wirbel im entgegengesetzten Sinne des Zeigers einer Uhr, auf der Südhälfte im gleichen Sinne wie der Zeiger einer Uhr.

Der Beweis für die Richtigkeit dieses Gesetzes wird hergestellt, indem man für einen und denselben Zeitpunkt und für verschiedene Orte im Bereiche eines Sturmes die Windrichtungen ermittelt und auf einer genügend grossen Karte an den betreffenden Orten verzeichnet. So hat Redfield für den Cuba-Orkan, welcher vom 4. bis 7. Oktober 1844 dauerte, 165 Berichte von Schiffen und Plätzen,

Gesetze der Dreh-  
stürme. Drehung  
des Windes  
innerhalb einer  
Cyclone.

welche von dieser Cyclone betroffen worden sind, gesammelt und dann für zwanzig verschiedene Zeitpunkte die Windrichtungen, wie sie sich an verschiedenen Orten ergaben, in seine Karten eingetragen.

Aus dieser Art der Darstellung der Cyclonen ward es aber ersichtlich, dass die Rotationsbewegung der Luftmassen nicht völlig einem Kreise entspricht, sondern dass zugleich eine Bewegung der Luft gegen die Mitte stattfindet. Diese Abweichung des Windes von der Richtung der Tangente gegen das Centrum wurde von Redfield bis zu zwei Compassstrichen geschätzt; selbe dürfte aber bei verschiedenen Stürmen verschieden sein. Einen zweifellosen Beleg für das eben Gesagte bietet unter anderen der Fall, welchen Piddington anführt. Die Brigg »Charles Heddle« gerieth den 22. Februar des Jahres 1845 etwa 210 Seemeilen NzO. von Mauritius in eine Cyclone. Durch fünf Tage lenste derselbe vor Topp und Takel, nachdem am ersten Tage das dichtgereffte Vormarssegel fortgeweht war. Piddington verzeichnete nach den Angaben des Schiffsjournals den Weg des »Charles Heddle« und fand, dass die Brigg die Mitte der Cyclone fünfmal, und zwar im Sinne eines Zeigers einer Uhr, umkreiste und sich hiebei mehr und mehr der Mitte näherte: — durch die erstere Thatsache erhält das Gesetz der Drehung des Windes, wie es von Reid für die Südhalfte der Erde aufgestellt worden, ihre Bestätigung, während der letztere Umstand die eben erwähnte Abweichung der Windrichtungen von der Richtung der Tangenten gegen das Centrum bezeugt.

Ein interessantes Beispiel derselben Art führt Meldrum an. In dem Orkan, welcher am 16. Mai 1863 im südindischen Ocean zwischen 5—15° südl. Br., 75—87° östl. L. von Gr. herrschte, umkreiste der »Earl Dalhousie« zu wiederholten malen den Focus der Cyclone.

Die Art der Drehung des Windes innerhalb der Cyclonen, jenachdem sie in der Nord- oder Südhemisphäre vorkommen, hat sich als ausnahmsloses Gesetz erwiesen; anders verhält es sich bezüglich der Bahnen der Wirbelstürme.

Die Cyclonen sind nämlich nicht stationär, sondern verändern ihren Ort. Dieses Fortschreiten geschieht, wenn eine Cyclone, aus tropischen Gegenden kommend, in eine gemässigte Zone übertritt, auf einer Bahn, welche einer Parabel ähnlich ist, und zwar ist die Richtung der Bahn innerhalb der Tropen eine westliche und gegen die Wendekreise geneigte; in der Nähe dieser Kreise (zwischen 20—30° Breite) ist der Scheitel der Bahn, welche hierauf eine von Ost mehr oder minder polwärts abweichende Richtung einschlägt.

Bahnbewegung  
der Cyclonen.  
Allgemeines  
über deren Rich-  
tung.  
Taf. II, Fig. 8.

So ist im allgemeinen der Verlauf der Bahn solcher Cyclonen in der Nordhälfte der Erde innerhalb der Wendekreise eine nordwestliche, ausserhalb derselben eine nordöstliche; in der Südhälfte der Erde im Bereiche der Passatregionen eine südwestliche, ausserhalb derselben eine südöstliche.

Die für die einzelnen Zonen gegebenen Bahnrichtungen bleiben im Durchschnitt dieselben, wenn Drehorkane sich auf die eine oder andere Zone beschränken. Die Sturmeyclonen verfolgen innerhalb der Tropen und nördlich vom Aequator eine nordwestliche, südlich von demselben eine südwestliche Richtung. Cyclonen, welche in der gemässigten Zone ihren Ursprung haben, bewegen sich in den nördlichen Meeren nordöstlich, in den südlichen südöstlich.

Diese hier verzeichneten Bahnrichtungen sind aber nur als mittlere — als Regel — anzunehmen, und es kommen Abweichungen mehr oder weniger häufig und in grösserem oder geringerem Grade vor, je nach der Oertlichkeit, wo der Orkan auftritt. Bezüglich des Vorschreitens der Orkane auf ihrer Bahn ist schliesslich zu bemerken, dass Redfield der Orkanmitte eine oscillirende Bewegung zuschreibt, indem der Focus des Wirbelsturmes nicht in gerader Linie vorzuschreiten, sondern von Seite zu Seite schwankend eine Wellenlinie zu beschreiben scheint.

Die Bahnrichtung der Orkane im nordatlantischen Ocean im Bereiche der niederen Breiten bis in die Nähe des Wendekreises des Krebses ist nordwestlich, westnordwestlich, nordnordwestlich; doch gibt es unter den bisher untersuchten Orkanen auch solche, deren Bahnen von obiger Regel abweichen. So z. B. bewegte sich ein Orkan Ende August 1842 vom atlantischen Ocean westwärts über die Bahamas nach der mexikanischen Küste; ein Orkan im Oktober desselben Jahres hatte seine Richtung aus dem Busen von Vera Cruz (Campeche) nordöstlich über Florida in das atlantische Meer; eine mehr nordnordöstliche Richtung hatte die Bahn eines Orkans im Oktober des Jahres 1844, der von den Küsten von Honduras ausgehend über Cuba und die Bahamas bis über Neufundland reichte; im Oktober 1847 traf ein Orkan mit westsüdwestlicher Bahnrichtung die Küste von Venezuela.

Eine eigenthümliche Abweichung in der Höhe von Florida, wo gewöhnlich der Scheitel der aus den westindischen Gewässern in den atlantischen Ocean übertretenden Orkane ist, zeigt die von Reid verzeichnete Cyclone vom August 1837, indem deren Bahn gegen die Küste sich abbiegt. Auf die Bahnabweichung der beiden letzteren Cyclonen, sowie der von Redfield verzeichneten Orkane vom Juni 1831 und August 1835, deren Bahnen, eine gerade Linie verfolgend, mit westnordwestlichem Course die Küsten Mexico's treffen, mag der Umstand nicht ohne Einfluss gewesen sein, dass im Hinblick auf die Jahreszeit des Vor-

kommens dieser Stürme über den erwähnten Küstengebieten eine starke Auflockerung der Luft platzgegriffen hatte.

Bezüglich der Stelle des Ursprungs der Cyclonen südlich des 30. Breitengrades lässt sich nach den bisher vorhandenen Beobachtungen und gegebenen Erfahrungen nur sagen, dass die Drehstürme nördlich des 10. Breitengrades entstehen.

Wenngleich die meisten Orkane, deren Bahnen bestimmt sind, dem westlichen Becken des atlantischen Meeres angehören, so gibt es auch solche, von denen nachgewiesen ist, dass ihre Bahnen bis nahe an die afrikanische Küste reichen. Dies gilt z. B. bezüglich des von Redfield verzeichneten Orkans Ende August bis Mitte September 1853, sowie bezüglich des Wirbelsturmes, welcher Anfangs September 1850 die capverdischen Inseln heimsuchte. Reid bestimmte die Bahn einer Cyclone von der Höhe der canarischen Inseln bis gegen die Küste Spaniens. Meistens ist aber die Ursprungsstätte der verheerenden Cyclonen, welche die atlantischen Gewässer innerhalb der Tropen aufwühlen, östlich von den kleinen Antillen zu suchen.

Die Bahnen der Cyclonen nördlich des 30. Breitengrades laufen nordöstlich, nordnordöstlich, ostnordöstlich. In der Nähe der britischen Inseln fand Reid Orkane mit nordöstlicher und solche mit südöstlicher Bahnrichtung. Die grosse Ausdehnung, welche die Cyclonen in höheren Breiten häufig erlangen, dürfte die Ursache sein, dass die Stürme dieser Regionen seltener als Cyclonen erkannt werden. Dies mag daher auch bezüglich der Cyclonen Geltung haben, welche aus dem atlantischen Ocean gegen Westeuropa herankommen.\*

Dass auch im Mittelmeer Cyclonen vorkommen, hat zuerst Reid dargegan. Der Sturm, welchen im Dezember 1840 im Ostbecken des Mittelmeeres die englische Flotte zu überstehen hatte, erwies sich als eine Cyclone, deren Bahnrichtung  $O\frac{1}{2}N$ . war. Piddington bestimmte die Bahn eines Drehsturmes, welcher Ende Dezember 1848 im Kanal von Malta wüthete; die Richtung desselben war  $SOzO$ . Piddington glaubt, dass der Sturm, welcher am Anfange des nächsten Monates verheerend zu Konstantinopel auftrat, die Fortsetzung der eben erwähnten Cyclone gewesen sei.

Verlässliche und ausreichende Daten über Cyclonen im südatlantischen Ocean sind bisher nicht reichlich vorhanden; doch ist es immerhin als sicher anzusehen, dass auch im südatlantischen Ocean Wirbelstürme vorkommen. Nach den wenigen von Piddington angeführten Berichten zu schliessen, dürften südlich des Wendekreises des Steinbocks die Cyclonenbahnen eine östliche bis südöstliche Richtung einhalten. Reid gibt an, dass die Stürme in den Gewässern zwischen Cap Horn und dem Cap der guten Hoffnung, analog wie an den Küsten der britischen Inseln, aus Richtungen zwischen NW. und SW. kommen.

Das Capland liegt im Bereiche von Cyclonen, welche, von ONO. anlangend, dasselbe auf ihrer westsüdwestlichen Bahn durchstreifen. Meistens westlich vom Cap wenden sich die Cyclonen ost- und südostwärts. In der Nähe des Cap hat demgemäss die Bahn dieser Orkane ihren Scheitel.

Cyclonenbahnen  
im südatlanti-  
schen Ocean.

Cyclonenbahnen  
am Cap der guten  
Hoffnung.

\* Nach Prof. Loomis passiren übrigens die Bahnen der nordatlantischen Orkane meistens nördlich von Schottland. (Annalen der Hydrographie 1879.)

Cyclonenbahnen  
im indischen  
Ocean, arabi-  
schen Meere,  
Golf von Ben-  
galen.

Zwischen dem Cap der guten Hoffnung und Vandiemensland werden Cyclonen mit östlicher Bahnrichtung gemeldet. Die heftigen Winde, welche in den Südastralien bespülenden Gewässern aus NW. einsetzen und dann auf W. und SW. übergehen, dürften Nordhälften von Cyclonen angehören, deren Bahn östlich verläuft. In der Nähe der Basstrasse mag manchmal die Bahn mehr nach NO. abweichen oder auch in Anbetracht des hohen Landes, dem der Sturm begegnet, eine Verzögerung der Geschwindigkeit der Cyclone in ihrer Bahnbewegung eintreten.

Im Theile des indischen Oceans zwischen Natal und der Südspitze Madagascars trifft man nach Piddington bisweilen auf Cyclonen mit westsüdwestlicher Bahn. Im Kanal von Mozambique ist nach den wenigen verfügbaren Daten die Bahnrichtung der Cyclonen WSW.

Im indischen Ocean südlich vom Gleicher zwischen der Ostküste von Madagascar und der West- und der Nordwestküste von Neuholland ist im Durchschnitt die Bahn der Cyclonen eine westsüdwestliche; in der Nähe der Mascarenen biegt dieselbe südwärts ab, um alsdann im Bereiche der gemässigten Zone einem östlichen bis ost-südöstlichen Course zu folgen. Ausnahmen von der Regel sind aber auch in den besagten Regionen nicht selten, zumal im östlichen Becken von 5—25° südl. Breite. Hier kommen Cyclonen vor, welche stationär sind oder doch eine sehr geringe Ortsveränderung zeigen. — Piddington bestimmte die Bahn einer Cyclone, welche sich anfangs von SO. nach NW. bewegte und sich erst dann nach SW. wendete. In der Timorsee ist die gewöhnliche Bahn ONO.—WSW.; doch Piddington verzeichnet auch eine Bahn, welche von S. ausgehend nach NW. verlief.

An der Westküste Neuhollands findet man auf der von Piddington entworfenen Sturmkarte des indischen Oceans die Bahn eines Orkans mit der Richtung SW. — vom Land seewärts — eingetragen; andere hingegen (südlich von ersterer) mit der Bahnrichtung östlich und ost-südöstlich — von der See landwärts.

Taf. I, Fig. 2.

Wenn man nun die Bahnen der Cyclonen im nördlichen Theil des indischen Oceans in Betracht zieht, so sind in der arabischen See zweierlei Hauptrichtungen zu unterscheiden: die eine nach WNW. und NW., die andere (bei den Laccadiven beginnend) nach NNW. Doch ist auch auf diese Regel mit völliger Sicherheit nicht zu bauen, und muss man auf mehr oder minder grosse Abweichungen gefasst sein. So bewegte sich beispielsweise im Monat April 1847 eine Cyclone mit NO.-Course gegen die Südküste von Malabar.

In der Bai von Bengalen, und zwar im nördlichen Theile derselben, sind die Bahnrichtungen: W., WNW., NW. und NNW. bis NzW., am häufigsten sind die Bahnrichtungen W. und NW.

Zwischen den Andamanen und der Küste Coromandel wechselt die Bahnrichtung zwischen W. und NW.; doch wenn Cyclonen in beiläufig 6 oder 8° nördl. Breite und östlich bis zu 90° Länge vorkommen, so scheinen sie zuerst nach NNW. oder NW. vorzurücken und dann eine westliche Richtung einzuschlagen. In den Gewässern des Andaman-Archipels mag man (nach Piddington) Drehorkane seltener begegnen; die Bahnrichtungen zweier Orkane, deren Bahnen bestimmt worden, waren WNW. und NWzN. Eine auffallende Ausnahme

bezüglich der Bahnrichtung bildet die Cyclone, welche der englische Dampfer »Pluto« im April 1854 im Golf von Martaban zu bestehen hatte: dieselbe bewegte sich von SW. nach NO.

Im chinesischen Meere haben die Cyclonen in der Regel eine Bahnrichtung, welche innerhalb der Grenzen NW. und SW. sich hält. Abweichungen bis NzW. und SzW. treten vornehmlich im Monat September, solche bis zu SzW. im Oktober auf.\* Abweichungen von der gewöhnlichen Bahnrichtung finden sich übrigens am häufigsten in der chinesischen See verzeichnet. So z. B. zeigt Piddington's Cyclonenkarte dieses Meeres Bahnen, welche verschieden gestaltete Curven verfolgen: ein Teifun (September 1803) bewegte sich anfangs nordwestlich, dann westlich, endlich nach WzN.; ein anderer (November 1837) westnordwestlich, dann südwestlich; ein dritter Teifun (November 1847) ging (wahrscheinlich aus dem grossen Ocean kommend) von der Westküste Luzons aus, bog zuerst nordwärts, dann ostwärts ab, um durch die Bashee-Strasse in das stille Meer zu verlaufen; ein vierter (September 1846) hatte anfänglich einen südwestlichen Curs und wendete sich dann nordwestlich gegen das Land.

Andere Teifune mit auffallend abnormer, wenn auch gerader Bahnrichtung sind auf der erwähnten Karte, einer mit NNO.-Curs gegen Formosa, ein zweiter mit beiläufig SWzS.-Curs gegen Cochinchina angegeben; ein dritter hingegen, mit der Richtung vom Lande kommend, tritt mit nordöstlichem Curs in den Kanal von Formosa. Cyclonen in niedereren Breiten als 9° nördl. sind jedenfalls selten, doch liegen Berichte aus der Anamba-, Banda-, Celebes- und Sulu-See vor, welche den Schluss gestatten, dass auch diese Gewässer von derartigen Stürmen nicht frei sind.

Im grossen Ocean ist ungefähr zwischen 8—30° nördl. Breite die Bahnrichtung eine nordwestliche. Je näher dem Wendekreise man sich befindet, desto eher sind Abweichungen von obiger Hauptrichtung zu erwarten. So wird von Cyclonen in 19—20° nördl. Breite berichtet, deren Bahnen, aus O. kommend, zuerst nord-, dann nordostwärts verliefen. Die französische Corvette »La Bayonnaise« hatte unter der Küste von Guam einen Teifun zu bestehen, für dessen Bahn sich eine nordöstliche Richtung ergibt. — In der Nähe des Landes erfahren die Bahnrichtungen häufig Abweichungen. Hierauf wird man auch in den westlichen wie östlichen, die Continente begrenzenden Gewässern des grossen Oceans zu achten haben. So ist an den Küsten Mexico's die nahe liegende Möglichkeit einer Abweichung in nordöstlicher, daher in der Richtung landwärts ins Auge zu fassen. — Im nördlichen Theile des grossen Oceans polwärts vom Wendekreise des Krebses kann als Durchschnittsrichtung der Cyclonenbahnen eine nordöstliche angenommen werden. Der Ursprung dieser Cyclonen ist zunächst innerhalb der Tropenregion zu suchen, aus welcher sie in die gemässigte Zone übertreten. Der Scheitel der Cyclonen liegt in denselben Breiten, wie im nordatlantischen Ocean. Auch die japanischen Gewässer sind übrigens des

Cyclonenbahnen  
im chinesischen  
Meere.  
Taf. I, Fig. 2.

Cyclonenbahnen  
im grossen Ocean  
nördlich vom  
Gleicher.

\* Nördlich von 20° nördl. Breite herrscht die Bahnrichtung zwischen W. und NW. vor; südlich von 20° nördl. Breite jene zwischen W. und SW. Am unregelmässigsten sind die Teifunbahnen nördlich von Formosa zwischen China und Japan. (Annalen der Hydrographie 1878.)

öfteren der Platz, wo die Wendung der Bahn aus der nordwestlichen in die nordöstliche Richtung vor sich geht. Diese letztere Richtung ist aber ebenfalls nur als Mittelrichtung anzusehen, und man hat Abweichungen von mehr oder minder grossem Belang zu gewärtigen. So z. B. verfolgte der Teifun, welcher die k. k. Fregatte »Donau« am 18. November 1869 in  $34^{\circ} 20'$  nördl. Breite und  $148^{\circ} 38'$  östl. Länge von Gr. erfasste, anfangs eine nordwestliche Richtung; später dürfte sich die Bahn nach SO. gewendet haben. Der Orkan, welchen die genannte Fregatte am 28. November desselben Jahres in  $36^{\circ}$  nördl. Breite und  $180^{\circ}$  östl. Länge zu bestehen hatte, verfolgte aber die normale Richtung NO. — Dass Drehorkane der gemässigten Breiten, gleichwie derartige Stürme des nordatlantischen Beckens, auch in dieser Zone selbst ihren Ursprung finden mögen, dürfte eine begründete Ansicht sein, und sowie Wirbelstürme, aus dem nordamerikanischen Festland kommend, sich über das nordatlantische Meer verbreiten, wird es sich auch ereignen, dass Cyclonen, welche das nördliche Becken des grossen Oceans durchziehen, innerhalb des asiatischen Continents entstanden sind.

Cyclonenbahnen  
im grossen Ocean  
südlich vom  
Aequator.

Bezüglich des Vorkommens von Cyclonen im grossen Ocean südlich vom Aequator berechtigten die vorhandenen Erfahrungen zum Schlusse, dass das ganze Gebiet der australischen Inseln von der Ostküste Neuhollands bis zum niedrigen Archipel nicht frei von Drehorkanen ist, und dass solche auch in den Gewässern auftreten, welche die Westküste Südamerika's bespülen.

So wird von Orkanen berichtet, welche — zweifellos Cyclonen — die Samoa- und Fidschi-Inselgruppe mit südwärts gerichteter Bahn durchstreifen. In den Gewässern zwischen den Schiffer- und Freundschaftsinseln wüthen nicht selten orkanartige Stürme.\* Dasselbe gilt von den Neu-Hebriden und Neu-Caledonien. Einzelne Stürme, welche über die letzterwähnten Eilande dahinrasten, dürften in krummer Bahn vorgeschritten sein.

Bei Neuseeland kommen Drehstürme vor, und ward z. B. die Bahn eines solchen mit der für diese Breiten abnormen Richtung NO. bestimmt. Bezüglich der Gewässer zwischen Vandiemensland und dem Cap Horn sind Nachrichten vorhanden, welche das Vorkommen von Cyclonen zu vermuthen gestatten. Endlich lassen die bisher gegebenen Daten betreffs der schweren Stürme, welche sich an der Westküste Südamerika's polwärts vom Wendekreise des Steinbocks ereignet haben, die Folgerung zu, dass sie mitunter Cyclonen sind, welche die Bahnrichtungen von W. nach O. oder von NW. nach SO., daher von See gegen Land einhalten.

Eine allgemeine Regel für die Orkanbahnen im Bereiche des in Rede stehenden Theiles des grossen Oceans lässt sich mit Sicherheit dernalen noch nicht aufstellen. Denn wenn auch die Annahme nicht unbegründet ist, dass bezüglich der Bahnrichtungen der Cyclonen im südindischen Ocean und im

---

\* So wurde z. B. vom Capt.-Lieutenant v. Ahlefeld des kais. deutschen Schiffes »Gazelle« die Bahn eines Drehorkanes bestimmt, welcher im November des Jahres 1875 Tongotabu berührte. Der Orkan verfolgte anfangs eine beiläufig südsüdwestliche Richtung bis gegen  $19^{\circ}$  südl. Breite und nahm dann bei seiner Annäherung an Tongatapu eine mehr östliche Richtung an. (Annalen der Hydrographie 1877.)

grossen Ocean derselben Breiten eine Analogie bestehe, so dürften doch die zahlreichen Archipele des letzteren Oceans nicht ohne Einfluss auf die Bahnrichtungen der Wirbelstürme desselben erscheinen.

Wenn man die Gestaltungen der Cyclonenbahnen überblickt und jene Regionen der Oeane ins Auge fasst, wo sie besonders häufig auftreten, so drängt sich die Wahrnehmung auf, dass der allgemeine Verlauf derselben jenem der oceanischen warmen Ströme folge, dass im Bereiche warmer Gewässer die Häufigkeit solcher Orkane grösser ist, als über relativ kalten Meeresflächen, dass endlich der Umfang und die Verbreiterung der Wirbelstürme mit der Breitenausdehnung und der räumlichen Erweiterung der warmen Meeresströme in einem Zusammenhange zu stehen scheint.

Die Cyclonenbahnen mit Rücksicht auf die warmen oceanischen Strömungen und die Verschiebung der Passatgrenzen.

Es mag weiters die Annahme nicht als grundlos gelten, dass die Verschiebung der Polargrenzen der Passate Einfluss auf die Oertlichkeit des Bahnscheitels übe, und dass die geographische Breite des Ursprungs der tropischen Orkane je nach der Lage der äquatorialen Grenzen der Passate eine Verschiebung erfahre.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Ortsveränderung der Cyclonen vor sich geht, ist bei verschiedenen Cyclonen verschieden und auch bei einer und derselben Cyclone nicht stets die gleiche. So wird die Geschwindigkeit der westindischen Orkane zu 14 bis 20 Seemeilen per Stunde angegeben. Die Orkane des atlantischen Oceans in höheren Breiten haben hingegen nach Reid bisweilen auch eine Geschwindigkeit von 50 Meilen erreicht. Nach Mohn's Untersuchungen ist die Geschwindigkeit der europäischen Wirbelstürme 24 bis 30 Seemeilen. Im indischen Ocean wechselt die Geschwindigkeit der Cyclonen zwischen 3 und 10 Meilen,\* im Golf von Bengalen zwischen 3 und 15 Meilen, im chinesischen Meere zwischen 7 und 24 Meilen. Im östlichen Becken des südindischen Oceans innerhalb der Tropen kommen Cyclonen vor, welche keine Ortsveränderung zeigen oder doch eine sehr unbedeutende Bahnbewegung haben. So z. B. ward die Geschwindigkeit einer Cyclone in den besagten Gewässern für den Verlauf eines Tages zu etwa 17 Seemeilen berechnet.

Geschwindigkeit der Fortbewegung der Cyclonen auf der Bahn.

\* Bridet gibt die Geschwindigkeit der Cyclonen auf ihrer Bahn im indischen Ocean an, wie folgt:

Von	1 bis	5 Meilen	zwischen	5 und	10°	südl. Breite,
»	5	» 10	»	»	15	» 25° »
»	12	» 18	»	in den höheren Breiten.		

Die gegebenen Erfahrungen lassen im allgemeinen den Schluss zu, dass die Vorrückung der Orkane auf ihrer Bahn innerhalb der Tropen langsamer erfolgt, als in den gemässigten Zonen, und dass an den Biegungsstellen — den Scheiteln — der Bahnen eine Abnahme der Geschwindigkeit des Vorschreitens stattfindet.

So hat Redfield ermittelt, dass der sogenannte C. Hatteras-Orkan vom August 1853 an der Biegungsstelle nur eine Geschwindigkeit von 13 Meilen hatte, während selbe innerhalb der Tropen 22 Meilen betrug und in den höheren Breiten 50 Meilen erreichte.

Die Geschwindigkeit des Windes innerhalb eines Wirbelsturmes beträgt 70 bis 100 und mehr Seemeilen per Stunde. Da der Orkan unten an der Meeresoberfläche den Widerstand riesenhafter Wellen zu überwinden hat, »deren Gipfel er zu Schaum peitscht und in deren Thälern er sich fängt«, so muss seine Geschwindigkeit an der Basis immerhin geringer sein, als in einer höheren Region, wo er diesen Widerstand nicht findet. — Infolge der Ortsveränderung der Orkane wird die Geschwindigkeit des Windes an der Seite der Bahn, an welcher die Rotation im Sinne der Bahnrichtung geschieht, grösser sein, als auf der entgegengesetzten Seite; im ersteren Falle wird selbe um den Betrag der Geschwindigkeit der Cyclone auf der Bahn vergrössert, im letzteren vermindert. — Die Geschwindigkeit und Heftigkeit des Windes wächst von aussen nach innen. Je mehr sich daher ein Schiff von der Orkanmitte entfernt, desto mehr nimmt der Wind an Stärke ab, bis es in Gegenden gelangt, in welchen allerdings eine Rotationsbewegung der Luftmassen noch stattfindet, die Geschwindigkeit derselben aber die volle Benützung der Segel gestattet.

Kleinere Wirbelstürme sind in der Regel heftiger als solche, die weit sich ausdehnen: die Cyclonen der Tropenregionen sind heftiger als jene der gemässigten Zonen.

Der Sturmwind in einer Cyclone bläst übrigens nicht gleichmässig stark, sondern meistens in heftigen Böen und Stössen, deren Richtung mehr oder weniger schwankt.

Reiye erklärt dieses stossweise Wehen des Windes dadurch, dass aufsteigende Luft die Regentropfen gleich nach ihrer Bildung zunächst mit sich emporträgt, bis sie in solcher Menge sich anhäufen, dass sie mit Gewalt sich einen Weg nach unten bahnen. Diese fallenden Wassermassen drängen unten die Luft nach allen Seiten, sie verstärken die Sturmgewalt an der einen Seite zu der eines plötzlichen Windstosses, während sie auf der entgegengesetzten Seite dieselbe mässigen, auf den übrigen Seiten aber die Richtung des Windes

Geschwindigkeit, beziehungsweise Heftigkeit des Windes innerhalb eines Wirbelsturmes. Ueber das Verhalten des Windes in einem Drehorkan.

mehr oder weniger ändern. Auf diese Weise erklärt es sich auch, wenn von kalten Windstößen und kalten Regen selbst in Berichten über Orkane die Rede ist, welche im Bereiche der Tropen vorgekommen sind.

In Nachrichten über bengalische Cyclonen geschieht auch geradezu heisser Windstöße Erwähnung. Diese hält Reye für einen Theil der Luftmassen, welche vom Lande her in die Cyclone einströmten. J. Elliot\* sagt bei Besprechung der Cyclonen von Vizapatam und Backergunge (1876) über das stossweise Wehen des Windes:

»Da die Condensation nicht beständig wirkt, sondern in unregelmässigen Intervallen auftritt und dann mit einer reissend schnellen Entbindung grosser Wärmemengen verbunden ist, so muss auch die begleitende mechanische Wirkung in ihrem Charakter der wirkenden Ursache ähnlich sein. Dies scheint der Grund für den übereinstimmenden Charakter der Cyclonen, in welchen auf die heftigsten Windstöße wieder Perioden der Ruhe folgen.«

Zum Theil mögen die Windstöße und die momentanen Stillen auch dadurch eine Erklärung finden, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Luftschichten um die Orkanmitte kreisen, eine verschiedene ist. Hieraus können Reibungen unter den Schichten entstehen, und mag ein gegenseitiges »Mitsichfortreissen« verursacht werden. Mehrere angrenzende Schichten mögen sich vereinen oder zusammenstossen und Störungen hervorrufen.

Nach Piddington hat es sich in Cyclonen des bengalischen Golfes und des chinesischen Meeres ereignet, dass der Wind völlig nachliess, um nach einer Frist von 1, 2 und mehr Stunden aus derselben Richtung, wie früher, mit erneuerter Kraft loszubrechen. Nicht selten, besonders in Winterstürmen und solchen, welche über Land oder längs einer Küste wehen, sind die Winde auf verschiedenen Seiten der Cyclonenaxe sehr ungleich an Heftigkeit und Ausdehnung. Andere Unregelmässigkeiten entstehen dadurch, dass manchmal zwei oder mehrere Stürme zugleich herrschen und dabei theilweise ineinander übergreifen und dieselbe Fläche bedecken oder überstreichen. So z. B. scheint das britische Truppentransportschiff »Golkonda« im September des Jahres 1840 in einem Orkan zu Grunde gegangen zu sein, in welchem zwei Teifune, der eine mit nordnordwestlicher, der andere mit westnordwestlicher Bahnrichtung, zusammentrafen.

Wengleich die Stärke des Windes ihr Maximum nahe der Orkanmitte erlangt, so herrschen doch im Centrum selbst entweder schwächere, unregelmässige Winde oder völlige Windstille. Eine völlige Windstille im Inneren von Drehorkanen scheint nur in niederen Breiten vorzukommen.

Windstille und unregelmässige Winde in der Orkanmitte.

\* Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie 1877.

Die Grösse des Raumes, wo ein solcher Wechsel in der Stärke und Richtung des Windes oder ein völliges Einlullen des Windes eintritt, ist bei verschiedenen Cyclonen verschieden. Die Dauer des erwähnten Zustandes der Atmosphäre hängt auch vom Grade der Geschwindigkeit ab, mit welcher der Orkan auf seiner Bahn vorschreitet. Redfield sagt, dass die innere Fläche, auf welcher eine Abnahme des Windes stattfindet, sich gewöhnlich stark vergrössert, während der Sturm zu höheren Breiten fortschreitet. In Cyclonen, welche sich sehr weit ausbreiten, soll diese Fläche schwächerer und unregelmässiger Winde, um welche der eigentliche Sturmwind mit aller Gewalt wüthet, bisweilen bis zu einem Durchmesser von mehreren hundert Seemeilen zunehmen. Auch wo in der Mitte des Wirbels gänzliche Windstille herrscht, scheint der Sturmwind in der Regel durch eine Abnahme der Windstärke oder auch durch häufige Windstösse in dieselbe überzugehen.

Was die räumliche Ausdehnung der Orkane, d. h. den Raumfang anbelangt, innerhalb dessen eine Cyclone die Stärke eines Orkans hat, so sagt darüber Piddington: »Wir mögen annehmen, dass die Verschiedenheiten in der Grösse der Cyclonen eine vollständige Kette bilden: von der Wasserhose, welche ein Wirbelwind wird, wenn sie das Ufer erreicht, zum Tornado von einigen 10 oder 100 Yards Durchmesser, und bis zu den grossen Orkanen des atlantischen oder indischen Oceans; und insofern ist dieses gewiss, als wir einerseits nicht sagen können, wie klein wahre Cyclonen sein mögen, da wir sie bis zu muthmasslich weniger als 100 Seemeilen und möglicherweise bis zu 50 Seemeilen Durchmesser herab in den indischen Meeren verfolgt haben. Wenn wir andererseits zu den kleinen, tornadogleichen Cyclonen unter etwa 50 Seemeilen Durchmesser kommen, so haben wir bis jetzt keinen guten Beweis dafür, dass sie sich unveränderlich in demselben Sinne drehen, wie die grösseren Stürme auf derselben Erdhälfte.

»Für den Seemann mag es genügen, zu wissen, dass man Cyclonen, welche sich nach dem gewöhnlichen Gesetze drehen, in allen Grössen, von 50 zu 500 und selbst bis zu 1000 Seemeilen im Durchmesser, erwarten kann, dass ferners Orkane von sehr grossem und sehr kleinem Umfang beziehungsweise selten — die letzteren oft plötzlich und heftig auftreten.«

Um nun die Grösse der Sturmcyclonen nach den bisherigen Erfahrungen für einzelne Theile der Erde näher anzugeben, so haben

Ausdehnung der  
Drehstürme im  
Sinne ihrer  
Durchmesser.

nach Redfield und Reid die Orkane in den westindischen Gewässern bei ihrer Annäherung an die Inseln und im Bereiche derselben manchmal Durchmesser zu nur 100 bis 150 Seemeilen, während sie sich im atlantischen Ocean nach Ueberschreitung des Wendekreises zu Durchmessern von 600 bis 1000 Seemeilen erweitern. Im indischen Ocean südlich vom Gleicher schreibt Thom den Orkanen bei ihrem ersten Auftreten einen Durchmesser von 400 bis 600 Seemeilen zu, während nach Piddington auch solche zu 150 Seemeilen Durchmesser vorkommen. — In der arabischen See mag der Durchmesser der Wirbelstürme selten mehr als 240 Seemeilen betragen; im Golf von Bengalen ist derselbe gewöhnlich 300 bis 350 Seemeilen, doch kommt oft eine Verkürzung des Diameters bis zu 150 Seemeilen vor, und selbst geringere Durchmesser wurden festgestellt. Die Durchmesser der Teifuns liegen zwischen 60 und 240 Seemeilen. Bei allen genauer untersuchten Cyclonen wurden übrigens Zusammenziehungen und Erweiterungen des Orkanumfangs im Verlaufe derselben constatirt. So ward z. B. von einem Orkan, welcher im Mai 1863 im indischen Ocean zwischen 8 und 15° südl. Breite und 87 bis 77° östl. Länge wüthete, jener Theil desselben, an dessen Umfang mindestens die Windstärke 9 nach Beaufort's Scala herrschte, für den 12. Mai auf 50, für den 14. auf 180, für den 16. und 18. auf 400 und für den 19. Mai wieder auf 150 Seemeilen Durchmesser angegeben, während der Durchmesser der ganzen Cyclone zu 1000 Seemeilen bestimmt worden ist.

In Anbetracht des Umstandes, dass die Cyclonen fortschreiten, lassen sich verschiedene Seiten — rechte, linke, vordere und hintere Seite — unterscheiden.

In beiden Hemisphären geschieht der Windwechsel im Sinne der Bewegung eines Uhrzeigers, wenn die rechte Seite einer Cyclone — im entgegengesetzten Sinne, wenn die linke Seite einer Cyclone über einen Ort hinwegfegt. In den Drehstürmen der nördlichen Erdhälfte ist die Richtung des Windes auf der rechten Seite mehr oder weniger dieselbe, wie jene der vorrückenden Orkanmitte, an der linken Seite aber mehr oder weniger die entgegengesetzte; die erstere Seite ist die gefährliche, die letztere die maniable Seite des Orkans. Auf der südlichen Erdhälfte ist der gefährliche Theil des Orkans links von der Bahn, der maniable rechts von derselben. Auf beiden Erdhälften fällt die gefährliche Seite innerhalb, die maniable ausserhalb der parabelähnlichen Bahncurve. Wenn man die äussere

Bezeichnung einzelner Theile eines Drehsturmes. Form der Sturmeyclonen. Taf. II, Fig. 8.

Gestalt der Cyclonen als kreisförmig annimmt und die Halbkreise rechts und links der Bahn in Quadranten theilt, so wird der vordere, innere Quadrant als der gefährlichste gelten müssen.

Die vordere Seite eines Drehsturmes soll von längerer Dauer, beziehungsweise von grösserer Ausdehnung sein als die hintere. So bestimmte Piddington die Entfernung des Focus vom vorderen Rande einer bengalischen Cyclone für den 12. und 13. Oktober 1848 zu 140 und 115 Seemeilen, die Entfernung des Focus vom hinteren Rande nur zu 90 und 65 Seemeilen.

In Bezug auf die rechte und linke Seite ward ebenfalls eine excentrische Lage der Axe von Wirbelstürmen festgestellt: der Antje-Orkan, welcher am 2. und 3. September 1842 auf den Bahama-Inseln wüthete, erstreckte sich nach Norden viel weiter als nach Süden.

Was soeben bezüglich der Verschiedenheiten der Ausdehnung von Cyclonen vor und hinter dem Focus derselben und zu den Seiten der Bahn gesagt worden ist, sowie auch, was früher über die Abweichung der Cyclonenwinde von der Kreislinie gegen die Mitte der Orkane Erwähnung gefunden, spricht entschieden dagegen, dass die Gestaltung des äusseren Umfanges solcher Stürme thatsächlich jene eines Kreises sei. Schon an und für sich bedingt das Fortschreiten der Orkane auf der Bahn eine Abweichung der Luftbewegung innerhalb der Drehstürme von der Kreisform. Denn die einzelnen Lufttheilchen rotiren um das Orkancentrum und nehmen zugleich Theil an dem Fortschreiten der Cyclone; ihre Bewegung wird daher je nach ihrer augenblicklichen Lage zum Focus durch die Vorwärtsbewegung desselben beeinflusst. Das Lufttheilchen  $x$  (Taf. II, Fig. 4) z. B. würde bei fixem Centrum in der Zeit  $t$  den Bogen  $ab$  durchlaufen. Nun hat aber das Centrum selbst eine Bewegung; das Lufttheilchen  $x$  wird daher um die Strecke  $cc'$ , um welche in derselben Zeit der Orkan seinen Ort verändert, vorschreiten, es wird sich demnach von  $a$  nach  $d$  bewegen. Demgemäss liegt auch der Focus nicht senkrecht zur jedesmaligen Windrichtung.

Es mag kaum bestritten werden, dass Inseln und Festland, zumal hohes Land, auf welches ein Orkan bei seinem Fortschreiten trifft, nicht nur auf die Geschwindigkeit der Bewegung in der Bahn, sondern auch auf die Gestaltung der Cyclone rückwirken. Entgegenstehendes Land mag erstere verringern, auf letztere aber insofern Einfluss äussern, als die dem Lande zugekehrte Seite der

Cyclone einer geraden Linie sich nähert und mehr oder weniger verflacht wird.

Allein wiederholte Untersuchungen verschiedener Orkane haben dargethan, dass die Luftbewegung in denselben in einer Art stattgefunden hat, welche in derartigen Einflüssen ihren Ursprung nicht haben kann und auch durch die cycloidale Bewegung der Orkane ihre Erklärung nicht findet.

Meldrum fand, dass der in den Gewässern der Mascarenen vom 6. bis 7. Februar 1860 wüthende Orkan eine mehr elliptische Form hatte, indem sich die nördlichen und südlichen Winde über viele Breitengrade erstreckten. Die Scheibe des Drehorkans, welcher vom 8. bis 22. Mai 1863 dieselben Regionen heimsuchte, war ein Wirbel, dessen westliche Seite sich der Kreisform näherte, während auf der östlichen der Wind mehr oder weniger direct gegen das Centrum blies. Die Westwinde bogen scharf und rasch nach N. und NO. ab, die östlichen Winde wehten gegen das Centrum.

Diese und die weiteren Ergebnisse seiner Untersuchungen bestimmten Meldrum zur Annahme, dass die Bewegung der Luftmassen in den Drehstürmen des südindischen Oceans in Spirallinien gegen das Centrum erfolge, indem die südlichen Winde vor dem Centrum nach Durchkreuzung der Bahn in kurzen Bogen nach W., N. und NO. gegen die Orkanmitte abbiegen, die östlichen Winde hinter dem Centrum aber in leichten Bogen diesem folgen. (Taf. II, Fig. 5.)

Meldrum ist jedoch der Ansicht, dass nahe dem Centrum der Wind, wenn nicht in einem Kreise, doch wenigstens annähernd in einem solchen wehe — eine Ansicht, welcher übrigens von Capt. Toynebee widersprochen wird, der bei seinen Untersuchungen des nordatlantischen Orkans vom August 1873 gefunden hat, dass je näher dem Centrum, desto mehr die Curven der atmosphärischen Strömungen von der Kreisform abweichen.

Meldrum seinerseits sagt: »Ein gutes Beispiel hievon ist durch den »Earl Dalhousic« geboten, welcher den Focus des Orkans vom Mai 1863 umkreiste. Am Mittag befand sich das genannte Schiff in 8° 55' südl. Breite und 84° 32' östl. Länge. Nachstehend ist ein Auszug aus dem Bordjournal desselben:

Um 1<sup>h</sup> a. m. schwerer Wind aus O., Curs W., 10 bis 11 Knoten. Um 2<sup>h</sup> Wind SO., Curs NW., 10 bis 11 Knoten, Regen in Strömen. Um 3<sup>h</sup> Wind S., Curs N., 10 Knoten, der Lärm des Windes ist etwas Grauenhaftes und die dichte Finsterniss wahrhaft erschreckend. Um 4<sup>h</sup> Wind SW., Curs NO., 10 Knoten, Barometer 29.70. Um 5<sup>h</sup> Wind WNW., Curs OSO., 10 bis 11 Knoten. Um 6<sup>h</sup> Wind NNW., Curs SSO., 10 Knoten. Um 7<sup>h</sup> Wind N., Curs S., 11 Knoten,

Bewegung der Luftmassen einer Cyclone in Spirallinien. Vertheilung der Winde auf dem Orkanfelde.

es bläst mit furchtbarer Wuth, Regen in Strömen, Barometer 29·45. Um 8<sup>h</sup> Wind NNO., Curs SSW., 11 Knoten. Um 9<sup>h</sup> Wind NOzO., Curs SWzW., 11 Knoten. Um 10<sup>h</sup> Wind O., Curs W., 11 Knoten, Barometer 29·35, dasselbe Wetter und gleiche See, immer lensend. Es scheint demnach, dass der »Earl Dalhousic« neun Stunden brauchte, um den Kreislauf um das Centrum zu vollenden, und da die durchlaufene Distanz 95 Meilen war, so würde unter der Voraussetzung, dass der Wind in einem Kreise wehte und dass der Sturm stationär war, der Durchmesser, innerhalb welchem sich der »Earl Dalhousic« bewegte (with the Earl Dalhousic), nahezu 30 Meilen betragen haben. Der Sturm war aber nicht stationär, sondern bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von 3·3 Meilen südwestwärts. Während der 2 Stunden, deren es bedurfte, um den Wind von O. nach S. zu bringen, wird demnach das Centrum annähernd 7 Meilen vorgeschritten sein und sich dem Schiffe genähert haben, wie dieses sich an der SW.-Seite des Sturmes befand. Doch als das Schiff an die Nord- und Ostseite herunkam, musste sich seine Entfernung vom Centrum vergrößern. Dies mag zum Theil die Thatsache erklären, dass in der westlichen Hälfte des Sturmes der Wind rasch wechselte, indem es nur 3½ Stunden beanspruchte, um den Uebergang von O. nach W. zu bewerkstelligen, hingegen 5½ Stunden, um den Wind von W. nach O. zu bringen. Allein es ist Grund zu vermuthen, dass selbst bei dieser geringen Distanz vom Centrum der Wind an der NO.-Seite des Sturmes gegen das Centrum einbog, denn es bedurfte nur einer Stunde, um den Wind von SW. nach WNW. umzusetzen, was offenbar, wie bereits bemerkt, ein scharfes Einbiegen in diesem Theile des Sturmes zeigt, während es eine ganze Stunde brauchte, um den Wind von WNW. nach NNW. zu bringen, und es ist zu ersehen, dass der Wind zwei Stunden zwischen N. und NOzO. verblieb, während er an der Westseite in einer Stunde um vier Strich sich veränderte. — Im Verlaufe dieser ganzen Zeit näherte sich das Schiff allmählich dem Centrum; denn mit den nordöstlichen und östlichen Winden gewann es mehr, als es früher verloren hatte.

»Der nächste Rundlauf um das Centrum wurde in etwas mehr als acht Stunden vollführt. Da der Gegenstand von Interesse erscheint, so mag es angezeigt sein, das Logbuch vollinhaltlich wiederzugeben, an der Stelle beginnend, wo wir mit dem Winde O. dasselbe unterbrochen haben.

»Um 11<sup>h</sup> a. m. Wind SOzO., Curs NWzW., 11 Knoten, das Schiff arbeitet schwer. Mittag Wind SzO., Curs NzW., 10 bis 11 Knoten, der Himmel dicht überzogen, derselbe furchtbare Orkan, Regen in Strömen, Barometer 29·25. Um 1<sup>h</sup> p. m. Wind SWzW., Curs NOzO., 10 bis 11 Knoten, dicke obere Wolken und leichte untere Sturmwolken nach verschiedenen Richtungen fliegend. Um 2<sup>h</sup> Wind WNW., Curs ONO., 10 bis 11 Knoten. Um 3<sup>h</sup> Wind NWzW., Curs SOzS., 10 Knoten, es bläst ein äusserst heftiger Sturm mit beständigem schweren Regen. Um 4<sup>h</sup> Wind N., Curs S., 11 Knoten, Barometer 29·20. Um 5<sup>h</sup> Wind NO., Curs SW., 11 Knoten. Um 6<sup>h</sup> Wind OzN., Curs WzS., 12 Knoten. Um 7<sup>h</sup> Wind OzS., Curs WzN., 12 Knoten.

»Von 10<sup>h</sup> a. m. bis ungefähr 6½<sup>h</sup> p. m. wechselte der Wind rund um den Compass, indem das Schiff hiebei 92 Meilen zurücklegte, und es ist zu entnehmen, dass, wie früher, der Wind scharf von SWzW. nach WNW. abbog, sehr langsam hingegen von WNW. zu NWzN.

»Es wäre ein Leichtes, viele andere Beispiele anzuführen, welche zeigen, dass wenigstens auf gewisse Entfernung vom Centrum die Form der Cyclonen im südindischen Ocean durch concentrische Kreise nicht richtig dargestellt wird und dass die gewöhnliche Regel zur Bestimmung der Peilung des Centrums oft unanwendbar ist. Doch wir müssen hier vorläufig einhalten und daran gehen, in Kürze die Schlüsse darzulegen, zu welchen wir gelangt sind.

»Wenn wir die Ergebnisse vergleichen, welche in den letzten 20 Jahren, insbesondere in den letzten 12 Jahren gewonnen worden, so stehen wir nicht an, zu sagen, dass im allgemeinen (wir sagen nicht immer) vollkommen entwickelte Cyclonen im südlichen indischen Ocean dieselbe Form haben, wie die Cyclonen vom 25. Februar 1860 und vom 16. Mai 1863.

»Die Formen dieser zwei Cyclonen sind daher als Beispiel dessen gegeben, was im allgemeinen zu erwarten ist. Man wird ersehen, wie bereits bemerkt, dass der SO.-Passat um die westliche Seite des Sturmes kreist, indem er demselben in diesem Theile ein mehr oder weniger kreisförmiges Aussehen verleiht, dass aber der Wind scharf abbiegt von W. zu NW. und N., und dass die östlichen Winde, besonders von ONO. bis zu OSO., nahezu direct gegen das Centrum blasen, ausgenommen nahe demselben.« — So weit Meldrum.

Bezüglich des besprochenen Orkans möge hier noch speciell bemerkt werden, dass beim ersten Kreislaufe, welcher 9 Stunden dauerte, die Winde für 4 Stunden als östliche angegeben werden, und dass beim zweiten Kreislauf, welcher 8 Stunden beanspruchte, auf 5 Stunden östliche Winde entfallen. Während des letzteren Kreislaufes kam auf 5 Stunden ein Windwechsel durch beiläufig 12 Strich, während für die übrigen 3 Stunden die Aenderung der Windrichtung 20 Striche betrug.

Es dürfte daher die Folgerung gestattet sein, dass im Bereiche des SO.-Passats innerhalb der Cyclonen die östlichen Winde gegenüber den westlichen vorherrschen, und dass in der östlichen Hälfte der Cyclonenscheibe ein mehr oder minder directes Einströmen der Luft gegen den Focus stattfindet. Die östliche Hälfte ist aber hier, d. h. innerhalb der Passatzone, bei gewöhnlichem Verlaufe der Bahn die Rückseite des Orkans, das fragliche Einströmen geschieht daher an der Rückseite der Cyclone. — Es fragt sich nun, ob dieses Vorherrschen der östlichen Winde und das mehr directe Einströmen an der Ostseite auch ausserhalb der Passatregion stattfindet oder nicht. Meldrum bekennt sich zu ersterer Ansicht. Es scheint mir jedoch die Annahme nicht völlig haltlos zu sein, dass im Bereiche der westlichen Luftströmungen bei südöstlicher Bahnrichtung abermals an der Rückseite, daher in der westlichen Hälfte, das eintrete, was früher an der Ostseite geschehen, dass nämlich in diesem Falle westliche Winde, zumal aus WNW. bis WSW., mehr direct gegen den Focus wehen. Im Scheitel der Bahn dürfte sich hingegen ein Uebergang vollziehen und mögen nördliche Winde vorherrschen. (Taf. I, Fig. 18.) Ueberträgt man die Spiraltheorie Meldrum's — von der Ansicht ausgehend, dass kaum ein Grund vorhanden sei, dasjenige, was für die Wirbelwinde des südindischen Oceans als richtig befunden worden, für die Cyclonen anderer Oceane als unrichtig zu betrachten! — auf die nördliche Erdhälfte, so würde sich für die Cyclonen dieser Erdhälfte — innerhalb der Tropen — ebenfalls ein Vorherrschen der östlichen Winde und ein

mehr directes Einströmen der Luft an der Ostseite, zumal aus OSO. bis ONO., ergeben, während die Westwinde in scharfem Bogen in südliche Winde übergehen.

Ist ferner die obige Annahme bezüglich der aussertropischen Cyclonen in der Südhemisphäre richtig, so würde selbe für die gleichen Regionen der Nordhemisphäre dahin lauten, dass in den Drehstürmen derselben westliche Winde vorherrschen, dass an der Westseite ein mehr directes Einströmen, zumal aus WNW. bis WSW., stattfindet, und dass die östlichen Winde in scharfem Bogen in Nordwinde übergehen. (Taf. I, Fig. 17.) Für beide Hemisphären würde alsdann das supponirte Gesetz allgemein wie folgt lauten:

In einem Orkan herrschen die östlichen oder westlichen Windrichtungen vor, jenachdem sich der Orkan in einer Zone bewegt, in welcher die eine oder andere der beiden Richtungen die herrschende ist. Ein mehr oder weniger directes Einströmen der Luft gegen die Orkanmitte findet an der Rückseite des Orkans statt. Die scharfen Abbiegungen aus einer Richtung in eine andere — die raschen Wechsel der Windrichtungen — kommen stets an der maniablen Seite der Orkane vor.

Capitän Toynbee hat gezeigt,\* dass auch im Orkan, welcher von Mitte bis Ende August 1873 im atlantischen Ocean wüthete, die Bewegung der Luftmassen in Spirallinien geschehen ist.

Auf Basis von 108, im Laufe des Vormittags des 24. und während des 25. August gemachten Beobachtungen — Ort des Orkans südlich von Neufundland — hat er eine Tabelle zusammengestellt, aus der herhorgeht, dass:

für die Orkanquadranten . . . . .	NO.,	SO.,	SW.,	NW.
und für die Winde . . . . .	SO.,	SW.,	NW.,	NO.
auf Grund von Beobachtungen . . .	25,	11,	41,	31.

der Winkel zwischen der Richtung des Windes und jener des Centrums . . 131°, 116°, 110°, 120°; daher im Mittel 118° betragen hat.

Toynbee weist demgemäss darauf hin, dass das Einströmen der Luft im NO.-Quadranten des Orkans stärker gewesen ist, als in den anderen Quadranten, und sagt — nachdem er Meldrum's Worte angeführt hat: »denn wir wissen jetzt, dass die nordöstlichen und östlichen Winde oft, wenn nicht immer, gegen das Centrum wehen«: — »man wird sich erinnern, dass die nordöstlichen Winde eines Orkans der Südhemisphäre den südöstlichen einer Cyclone der Nordhemisphäre entsprechen.« Demzufolge schliesst sich auch er, da sich der besagte Orkan in den erwähnten Tagen innerhalb der gemässigten Zone bewegte, der Ansicht Meldrum's an, dass in wie ausser dem Bereiche der Tropenregionen vornehmlich an der Ostseite der Orkane das Einströmen der Luftmassen gegen das Centrum vor sich gehe. (Taf. II, Fig. 6.)

Nach meinem Dafürhalten wird aber durch die Skizze, wie Toynbee selbe vom Orkan für den 25. August entworfen hat, eher angedeutet, dass dieses mehr directe Einströmen nördlich und nordwestlich vom Focus stattfindet. Jedenfalls zeigt diese Skizze, dass die westlichen Winde vorherrschen.

\* Nautical magazine 1877.

Linienschiffsleutenant W. Potocnik von Sr. M. Corvette »Fasana« hat eine Skizze des Teifuns geliefert, welcher am 25. August 1872 über Jokohama hinwegging. (Taf. II, Fig. 7.) Die Corvette befand sich in der Bahnlinie, deren Richtung ONO. war. Aus dieser Skizze ist ersichtlich, dass die Bewegung der Luftmassen vor dem Centrum nahezu kreisförmig geschah, dass die östlichen Winde scharf nach Nord abbogen und dass das mehr directe Einströmen der Luft gegen den Focus an der Westseite des Orkans stattfand.\*

Dies bestätigt daher die obige Annahme — zu der sich auch genannter Schiffsleutenant bekannte, — nämlich dass ausserhalb der Tropen im Bereiche der westlichen Winde das mehr directe Einströmen der Luft gegen den Focus an der Westseite der Orkane platzgreife.

Würde die Rotationsbewegung im Sinne eines Kreises geschehen, so würde die Vertheilung der verschiedenen Winde im Sturmfelde einer Cyclone eine gleichmässige sein; dies ist aber nicht der Fall, und wenn auch die Abweichung von der Kreisform nicht immer eine so bedeutende sein mag, als sie Meldrum bezüglich der Mauritius-Orkane und der Drehstürme des südindischen Oceans gefunden hat, so wird eine solche doch immer vorkommen, und zwar für die verschiedenen Drehstürme in ungleichem Grade; auch wird sich bei einem und demselben Orkan im Verlaufe seines Fortschreitens eine Aenderung in der fraglichen Beziehung ergeben. Es ist übrigens die Vermuthung erlaubt, dass besonders abnorme Erscheinungen in der Gestaltung der Orkane — wie bereits einmal gesagt worden — vornehmlich bei der Annäherung derselben an Inseln und Festland und in deren Bereiche auftreten werden; die Orkane dürften in mannigfacher Richtung durch den Charakter der Region, in der sie entstehen und in der sie sich bewegen, beeinflusst werden.

Es ist für die Praxis von höchstem Belang, dass die in Rede stehende Frage über die Vertheilung der Winde in den Cyclonen und ihr Einströmen gegen die Orkanmitte in einer Weise eine Lösung finde, welche dem Seemann eine thunlichst sichere Orientirung betreffs seiner Position zum Focus eines Orkans gestattet. Man kann an dieser Stelle nicht umhin, dem Ausdruck des Zweifels Raum zu geben, ob das bisherige Material von Thatsachen ausreiche, um die endgiltige Beantwortung der erwähnten Frage fest zu begründen. Es ist hiebei zu erwägen, dass der Beobachtungen und Angaben nicht nur möglichst viele zur Verfügung sein sollen, sondern dass diese vielen auch als durchaus vertrauenswerth und richtig gelten müssen. Nun erwachsen gerade bezüglich der

---

\* Die Annalen der Hydrographie vom Jahre 1876 enthalten die Darstellung eines Orkans, welcher im Mai desselben Jahres im westlichen Theile des nördlichen stillen Oceans wüthete. Selbe entspricht der vom Linienschiffsleutenant Potocnik gegebenen.

Daten, welche von Schiffen in See herrühren, Schwierigkeiten; denn es ist zu bedenken, dass die Beobachtungen unter den ungünstigsten Verhältnissen zu machen sind, und dass in kritischen Momenten, wie sie gerade in unseren Fällen vorkommen können, bei aller Gewissenhaftigkeit und Sachkenntniss der Seeleute, diesen doch unter dem Eindruck der unmittelbaren Gefahr die geistige Ruhe manchmal fehlen mag; dass ferner die Schiffsorte zur Zeit der verzeichneten Beobachtungen, sowie der Schiffsweg während und in einem Orkan sich in Anbetracht der einflussnehmenden Factoren, welche ihrerseits unberechenbar sind, in den seltensten Fällen mit der wünschenswerthen Genauigkeit bestimmen lassen.

Den Kriegsmarinern und Kriegsschiffen liegt es ob, diesem Gegenstande die vollste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Höhe der Sturm-  
cyclonen.

Bezüglich der Höhe, bis zu welcher sich Wirbelstürme erstrecken, sagt Redfield:

»Die gewöhnliche Höhe der grossen Schichtenwolke, welche einen Sturm deckt, in jenen Theilen der Vereinststaaten, welche nahe dem atlantischen Ocean liegen, kann nicht viel von einer Meile abweichen und ist vielleicht öfter unter als über dieser Erhöhung. Diese Schätzung, die auf vieler Beobachtung und Vergleichung beruht, scheint wenigstens die Grenze oder die Dicke des eigentlichen Orkans zu begreifen, welcher den kreisenden Sturmwind ausmacht.

»Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass diese scheibenähnliche Schichte des kreisenden Windes in ihrer ganzen Ausdehnung von gleicher Höhe sei, noch dass sie immer zum Haupttheil der Schichtenwolke reiche: sie ist wahrscheinlich höher mehr gegen die Mitte des Sturmes, als an seinen äusseren Grenzen, in den niederen Breiten, als in den höheren, und mag sich völlig verdünnen gegen die äussersten Enden, ausgenommen nach jenen Richtungen, wo sie mit einer gewöhnlichen Strömung zusammentrifft.«

Piddington meint, »dass die Höhe (Dicke ist ein zutreffenderes Wort) der Scheibe nie mehr als 10 Meilen beträgt und gewöhnlich unter diesem Ausmass bleibt.«

Oberst Reid gibt an: »Während eines Sturmes im nordatlantischen Ocean, beiläufig in 40° Breite, lag ein Schiff bei; nachdem die Wolken sich genügend weit zertheilt hatten, um durch die niederen durchblicken zu können, schienen die oberen leichten Wolken in einem Ruhezustande zu sein, als wenn der Sturm sich wenig über die Erdoberfläche erheben würde.«

Wie zu ersehen, ist ein Orkankörper mit Rücksicht auf das Verhältniss seines Durchmesser zur Höhe eher mit einer Scheibe, als mit einer Säule zu vergleichen. Diese Anschauung bleibt aufrecht, auch dann, wenn man mit Reye die Höhe bis zu 10—15 Seemeilen annimmt. Dieses Höhenausmass stimmt mit der Thatsache mehr überein, dass die den Orkan charakterisirende, denselben auf seiner Bahn begleitende Wolkenbank auf so grosse Entfernungen sichtbar ist.

Uebrigens wird die Höhe für verschiedene Orkane auch eine verschiedene sein. So z. B. scheint die Höhe der Cyclone von Backergunge (30. und 31. Oktober 1876) keine bedeutende gewesen zu sein, da die Tipperah-Hügel nicht allein den Wirbelsturm auflösten, sondern auch die allgemeine atmosphärische Störung selbst, von der die Cyclone nur die bemerkenswertheste Erscheinung war.

Es wurde oben gesagt, dass eine Schichtenwolke den Sturm begleitet.

Dichte Wolken und starke Regengüsse sind unzertrennliche Begleiter der Wirbelstürme. Nahezu alle Schiffstagebücher und andere Berichte, welche Reid über die Cyclonen zur Veröffentlichung gebracht hat, sprechen von starken Regengüssen. Thom sagt, dass die Cyclonen des indischen Oceans regelmässig von heftigem Regen begleitet sind, und dass die aus den bewegten Luftmassen niederstürzenden Wassermassen Erstaunen erregen müssen.

»Hunderte von Meilen weit auf allen Seiten des Wirbels lagert eine dichte Wolkenschicht, welche in Strömen und ohne Unterbrechung Regen ausgiesst. Dieser Process dauert Wochen lang und ist anscheinend charakteristisch für den Orkan in allen seinen Phasen. Das Nahen eines solchen Sturmes kann beinahe vorausgesagt werden an dem ununterbrochenen Wolkenlager, welches langsam den Himmel überzieht, zuerst in grosser Höhe, allmählich aber zu untern Schichten niedersteigend und von zunehmendem Dunkel begleitet, bis es zuletzt auf der Erde ruht und zu regnen anfängt. Diese Anzeichen werden auf eine Entfernung von 200 bis 300 Seemeilen von dem Wirbel wahrgenommen und dürften zu dem Schlusse führen, dass die Bewegung der Luft in den oberen Regionen ausgedehnter ist, als in den unteren.« Thom bemerkt überdies an anderer Stelle, dass der Niederschlag viel weiter über die vordere, als über die hintere Seite der Cyclonen sich verbreite.

Was Thom von den Orkanen des indischen Oceans sagt, gilt auch von jenen des westatlantischen Oceans: auch in diesen erstreckt sich der Regen- oder Schneefall häufig in irgend welcher Richtung weit über die beobachteten Grenzen des Sturmes hinaus; nicht selten jedoch kommt nur in einem Theile dieser Cyclonen Niederschlag vor, während in einem anderen schönes, heiteres Wetter herrscht. Redfield bemerkte schon 1833, dass in höheren Breiten die letzte Hälfte dieser Stürme meistens von gebrochenem oder klarem Wetter begleitet ist. Die graue Wolkenschichte, welche den Theil des Orkans überdeckt, wo Regen herrscht, steigt bei Annäherung des Orkans als düstere Wolkenbank am Horizonte auf. Zwischen dieser grossen Schichtenwolke, welche den Sturm überdeckt, und der Erdoberfläche bewegen sich in verhältnissmässig geringer Höhe — Redfield schätzt sie auf 500 bis 2500 Fuss (150—760 Meter) — die eigenthümlichen fliegenden Wolken (sturm scuds), und zwar nach Redfield's Beobachtungen nach aussen hin, daher im entgegengesetzten Sinne, als die Winde an der Basis des Wirbels. Redfield gibt auf Grund von 60 Beobachtungen den Grad der Abweichung nach aussen auf beiläufig zwei Striche an. Hieraus ergibt sich, dass, während unten der Wind spiralförmig nach innen strömt, er oben die Sturmwolken in Spiralwindungen nach aussen jagt und von der Cyclonenaxe entfernt. Hiedurch ist die Erklärung des Umstandes nahe gelegt, dass in der Wolkenregion die Anzeichen des Sturmes oft viele Stunden früher wahrgenommen werden, als unten an der Erde ein Wechsel im Zustande der Luft ihm ankündet. Auch dürfte in der eben beschriebenen Bewegung der oberen Luftmassen die Ursache zu finden sein, warum manchmal im Centrum eines

Wolkenbildung und Niederschlag, elektrische Erscheinungen in Drehstürmen.

Wirbelsturmes der Himmel sich aufklärt, während ringsherum schwere Wolken sich aufthürmen.

Blitz und Donner begleiten meistens Drehstürme; nicht selten kommen auch eigenthümliche elektrische Erscheinungen vor.

Letzteres war z. B. beim Orkan von Barbados am 10. und 11. August 1831 der Fall. Reid erzählt: »Feurige Meteore fielen vom Himmel, eines besonders von Kugelform und tiefrother Farbe senkrecht aus einer bedeutenden Höhe. Als sie mit beschleunigter Geschwindigkeit sich der Erde näherte, wurde sie blendend weiss und von länglicher Gestalt. Kaum hatte sie in Beckwirth square den Boden berührt, spritzte sie ringsumher, wie schmelzendes Metall, und verlöschte augenblicklich.

»Während bei der Cyclone von Barbados und bei manchen anderen eine ungemaine Menge von Electricität sich entwickelte, scheint dieselbe bei den meisten Wirbelstürmen auf offener See nur in Form gewöhnlicher Blitze sich zu äussern. Die Seeleute notiren solche Blitze oft nur, wenn sie auffallend stark sind, und der Donner ist ohnehin im heftigsten Theile einer Cyclone schwerlich hörbar. Thom bemerkt, dass in Mauritius während der Orkane Donner und Blitz so selten seien, dass manche ihr Vorhandensein gänzlich leugnen; doch treten gemeiniglich an der Aequatorseite der dortigen Orkane elektrische Erscheinungen auf. Auch bei den Cyclonen der Bai von Bengalen und der chinesischen Meere geschieht, wie Piddington hervorhebt, des Blitzes und Donners selten Erwähnung. Bei der äusserst heftigen Cyclone vom Juni 1842, deren Centrum über Calcutta hinwegschritt, war selbst während der Nacht nichts von Blitz und Donner zu bemerken. Bei der bengalischen Cyclone vom 12. bis 14. Oktober 1848 waren in der Vorderhälfte Donner und Blitz nicht der Rede werth, aber in der hinteren gab es schwere elektrische Entladungen. Dagegen herrschte in der Mauritius-Cyclone vom Jahre 1786 Donner und Blitz »beinahe unaufhörlich überall in diesem schrecklichen Sturm«, auch zeigte sich eine Feuerkugel von der halben Grösse des Mondes. In Santa Cruz wurden während des grossen westindischen Orkans von 1772 ähnliche Feuerkugeln wahrgenommen, welche allein die »zehnfache Dunkelheit« unterbrachen.«

Nicht unerwähnt darf schliesslich bleiben, was Piddington über die Rückwirkung von Sturmcyclonen auf die Compassen sagt. Er führt eine Anzahl Fälle an, in welchen während der Dauer des Orkans die Compassen infolge heftiger Schwankungen den Dienst versagten.

Aus der Bewegung der Sturmwolken lässt sich, wie schon bemerkt worden, auf ein Uebergreifen des Sturmes in den oberen Regionen schliessen. Dies wird auch durch das Barometer angezeigt, welches gewöhnlich, nicht immer,\* zu fallen beginnt, ehe noch andere Vorerscheinungen eines herankommenden Orkans bemerkbar

\* Teifune treten oft plötzlich auf. Besonders schönes Wetter mit sehr klarer Luft, anhaltende Windstille bei übergrosser Hitze und ein ungewöhnlich hoher Barometerstand bei südwestlichem Monsun sind in der Regel sichere Anzeichen eines herannahenden Teifuns. (Annalen der Hydrographie 1878.)

sind. Ein ungewöhnlich niedriger Barometerstand wird in allen Drehstürmen beobachtet, und zwar fällt das Barometer desto mehr, je näher man dem Centrum des Orkans kommt. Während gegen den luftdünnen Focus des Wirbels ein Einströmen der umgebenden Luftschichten stattfindet, ergibt sich in den oberen Regionen eine centrifugale Bewegung der spiralförmig aufsteigenden Luftmassen. Demgemäß nimmt der Luftdruck von dem Umfang eines Orkans gegen dessen Mitte ab und muss das Uebergreifen des Sturmes in den höheren Schichten weithinaus den Stand des Barometers im Sinne einer Depression afficiren. Hiezu kommt noch, dass in jedem Orkan eine ausserordentliche Condensation, daher Ausscheidung von Wasserdampf platzgreift. Der Einfluss des letzteren Factors zeigt sich deutlich darin, dass nach Mohn's Untersuchungen über die europäischen Cyclonen das Maximum der Feuchtigkeit und der Wolkenbildung mit dem Minimum des Luftdrucks zusammenfällt, welches auch nach Redfield's und Thom's Bemerkungen etwas vor der Mitte liegt.

Bezüglich des Verhaltens des Barometers vor und während eines Orkans ist noch Folgendes nicht ausseracht zu lassen.

Das Uebergreifen des Orkans in den höheren Regionen findet nach allen Seiten statt; während in der Wirkungssphäre des Orkans dies ein Fallen des Barometers erzeugt, wird es ausserhalb derselben ein Steigen des Barometers zur Folge haben, und so wie häufig Stürmen Kalmwetter vorausgeht, so tritt oft nahe dem Sturmfeld, insbesondere vor einem Orkan (vor im Sinne der Bahnrichtung) oder je nach der Richtung und Stärke der ausserhalb der Orkanwirkung herrschenden Luftströmung, eine Erhöhung des Barometerstandes ein — weil eine Erhöhung der Luftsäule, eine Stauung der Luftmassen erzeugt wird. Eine auffallende Erhöhung des Barometerstandes mag manchmal auch ihre Ursache in dem Umstande haben, dass zwei Orkane sich in kreuzenden oder entgegengesetzten Bahnrichtungen begegnen. Desgleichen wurde ein Steigen des Barometers gemeldet innerhalb des Orkans, ehe die Gewalt des Sturmes abgenommen hat. Dies erklärt Redfield durch ein Ueberneigen des Wirbels nach der Seite der Bahnrichtung, indem die Basis der Sturmscheibe in ihrem Vorschreiten auf der Bahn an der Erdoberfläche gegenüber dem oberen Theile derselben eine Verzögerung erfährt.\*

---

\* Cl. Ley hingegen ist der Ansicht, dass die Cyclonenaxen nach rückwärts geneigt sind, da ihm Beobachtungen gezeigt hatten, dass in der Mehrzahl

Ein starkes Schwanken des Barometers vor und während eines Orkans wurde nicht selten beobachtet. Dies lässt sich zurückführen auf die Bewegung der Luftwellen, welche eine Veränderung des Luftdruckes bedingen. Solche Schwankungen des Barometers wurden völlig unabhängig von den Bewegungen des Schiffes constatirt. Selbe dürften insbesondere häufig in grösserem Masstabe dann vorkommen, wenn Orkane sich gegen Land oder über Land bewegen. So wurde z. B. zu Key West während des Orkans vom 5. Oktober 1844, welcher über Cuba hinwegging, von 6 Uhr früh bis 11 Uhr vormittags abwechselnd ein beträchtliches Steigen und Fallen des Barometers beobachtet.

Der Seemann hat daher stets Vorsicht walten zu lassen, und während er einerseits stets das Verhalten des Barometers im Auge hat, muss er andererseits alle andern Anzeichen mit in Rechnung bringen. Wenn auch ein Steigen des Barometers sich bemerklich macht, so darf dies den Seemann nicht bestimmen, alsbald Segel beizusetzen und die Gefahr als beseitigt zu betrachten, sondern er wird den Zustand der Atmosphäre und See zu Rathe ziehen; denn dem Steigen des Barometers kann in kürzester Frist wieder ein Fallen desselben folgen, und man kann nicht sicher sein, dass nicht dem überstandenen Orkan ein zweiter nachkomme oder dass eine Aenderung in der Bahnrichtung denselben Orkan wieder dem Schiffe näher bringt.

Das Fallen des Barometers in einem Orkan findet nicht immer im Verhältniss zur Annäherung des Centrums, beziehungsweise zur Stärke des Windes, statt.

Dies wird besonders dann sich ereignen, wenn das Centrum des Orkans seitlich vom Beobachtungsort passirt, da die Abnahme der Entfernung des ersteren vom letzteren anfangs rascher erfolgt als später, wenn die Orkanmitte auf Nahdistanz vom Observationspunkt gelangt ist.

Bei verschiedenen Drehstürmen kann der stündliche Barometerfall ein verschiedener sein, selbst insofern, als in der einen Cyclone

---

der Fälle über den Depressionscentren Strömungen vorkommen, welche nahezu mit jenen übereinstimmen, die früher an der Erdoberfläche geherrscht haben. Er führt zugleich die Ergebnisse von Beobachtungen an, welche in Nordamerika gemacht worden sind und nach welchen die Passage der Luftdruck-Minima in höher gelegenen Orten später eintrete, als in tiefer situirten. Ley ist zugleich der Anschauung, dass die Bewegung der Luftdruck-Minima nach Osten hin ihre Ursache darin habe, dass die Depression sich beständig selbst erzeuge, und zwar in den unteren Schichten der Atmosphäre und ostwärts von ihrer früheren Lage. (Quarterly Journal of the meteorol. Society.)

bei grösserer Windstärke ein geringerer Barometerfall, in der anderen bei geringerer Windstärke ein grösserer Barometerfall eintritt.

Solches wird beispielsweise von den zwei Orkanen berichtet, welche Sr. M. Fregatte »Donau« im grossen Ocean betroffen haben. Bezüglich der Bewegung der Quecksilbersäule des Barometers sind als einflussnehmende Factoren zu berücksichtigen: die Intensität des Sturmes, bei gleichem Totalbetrag des Barometerfalls die Verschiedenheit der Ausdehnung der Cyclone, ausserdem die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Wirbelwind auf der Bahn bewegt. Es ist in Anschlag zu bringen: der ursprüngliche Barometerstand,\* die Zeit, innerhalb welcher das Fallen des Barometers erfolgt, endlich bei Schiffen die Position derselben zum Centrum mit Rücksicht auf die Richtung der Bahnbewegung und des Wechsels des Schiffsortes im Verlaufe des Orkans. Die Position der Schiffe zum Centrum mit Rücksicht auf die Richtung der Bahnbewegung mag ebenfalls von Einfluss sein, insofern als, wie Piddington meint, das Sinken des Barometers in einer Lage vor dem Centrum bedeutender sein mag, als hinter demselben. Dies würde vielleicht auch das Verhalten des Barometers auf der Fregatte »Donau« während der zwei Orkane einigermassen erklären. Im Orkan vom 18. November 1869 war der Wind stärker, der Barometerfall aber geringer als in jenem vom 28. November. Im letzteren Orkan, der beiläufig ostnordöstlich fortschritt, befand sich anfangs bei Südwind die Fregatte in der vorderen Hälfte desselben. Der erstere Drehsturm wechselte aus einer nordwestlichen Bahnrichtung in eine beiläufig östliche, und die Fregatte befand sich mit Rücksicht auf die Bahn des Orkans in der Einbuchtung ihres Scheitels und beiläufig seitlich vom Centrum. Im ersteren Falle kam der Orkan auf die Fregatte zu, im letzteren bewegte er sich um dieselbe herum.

Damit das Verhalten des Barometers vom Moment des Eintrittes des Orkans bis zum Focus desselben und dann wieder bis zum Ende des Sturmes mit Sicherheit festgestellt werden könne, um einen Schluss auf eine Gesetzmässigkeit zu begründen, sind Beobachtungen in fixer Position, daher auf dem Festlande nothwendig, wobei die Orkanmitte über den Observationsposten hinweggegangen sein muss. Piddington hat nun die Ergebnisse der Barometerbeobachtungen während sieben Orkanen (vier Orkane des bengalischen Golfes, ein Mauritius-Orkan, zwei westindische Orkane), bei welchen die eben erwähnten Bedingungen erfüllt waren, gesammelt und die Barometercurven auf einer Karte verzeichnet. (Taf. I, Fig. 9).\*\* Die Entfer-

\* Wichtig erscheint es, dass der mittlere Barometerstand für die verschiedenen Erdregionen bestimmt sei. Dann wird im gegebenen Falle ein Anhaltspunkt mehr für ein richtiges Urtheil geboten sein.

\*\* Erklärung zu Taf. I, Fig. 9:

Curve 1: Madras, Oktober 1836.

» 2: Mauritius, März 1836.

» 3: Calcutta, Juni 1842.

nungen vom Focus in Zeit geben die Abscissen, die Barometerstände die Ordinaten. Aus dieser Karte ist nun ersichtlich, dass der Verlauf der besagten Curven in der Nähe des Centrums auffallende Unterschiede zeigt, indem bei drei der fraglichen Orkane die Curven nächst dem Centrum sich scharf abbiegen und tief senken, bei den vier übrigen aber eine relativ sanfte Einbuchtung bilden. Dieser Umstand veranlasste Piddington, zwei Classen von Drehorkanen zu unterscheiden: solche mit extremen Fall des Barometers in und nahe dem Centrum und solche, in welchen das Fallen des Barometers mehr oder weniger allmählig erfolgt. Weiters ergab sich, dass das rasche Fallen des Barometers 3 bis 6 Stunden vor der Passage des Centrums zu beginnen scheint, und dass vor dieser Zeit in allen Cyclonen das Fallen des Barometers mehr gleichmässig vor sich geht.\*

Diese letztere Gleichmässigkeit führte Piddington zum Schluss, dass auf gewisse Entfernungen vom Centrum, und zwar solche Entfernungen, wo der Seemann noch thatsächlich sein Schiff zu manövriren vermag, der Barometerfall als Distanzmesser dienen kann.

Indem nun Piddington den Entfernungen vom Centrum in Zeit solche in Seemeilen nach annähernder Schätzung substituirte, entwarf er eine Tabelle, welche zur Beurtheilung der Distanz vom Centrum einen Anhaltspunkt bieten soll; denn er ist fern davon, für selbe eine Richtigkeit für jeden Fall zu beanspruchen.

Mittlerer Fall des Barometers per Stunde.	Distanz des Centrums vom Schiff in See- meilen.
Von $0\cdot020''$ ( $0\cdot5\frac{m}{m}$ ) zu $0\cdot060''$ ( $1\cdot52\frac{m}{m}$ )	Von 250 zu 150
» $0\cdot060''$ ( $1\cdot52\frac{m}{m}$ ) » $0\cdot080''$ ( $2\frac{m}{m}$ )	» 150 » 100
» $0\cdot080''$ ( $2\frac{m}{m}$ ) » $0\cdot120''$ ( $3\frac{m}{m}$ )	» 100 » 80
» $0\cdot120''$ ( $3\frac{m}{m}$ ) » $0\cdot150''$ ( $3\cdot8\frac{m}{m}$ )	» 80 » 50

Die höhere Anzahl Meilen mag für die Zeit des Beginns, die niederere für die letzte Zeit der Beobachtungen als geltend an-

Curve 4: Madras, Mai 1841.

» 5: St. Thomas, August 1837.

» 6: Havanna, Oktober 1846.

» 7: Duke of York, Kedgeriee Hoogly-Mündung, 1833.

\* Als ungefährer Masstab für die Annäherung des Centrums kann angenommen werden, dass das Barometer für jede 4 Seemeilen Annäherung  $1\frac{m}{m}$  fällt. Dies würde jedoch nur bis zu einem Abstände von 50—60 Seemeilen vom Centrum gelten können, da alsdann die Unterschiede bedeutend grösser werden. (Annalen der Hydrographie 1878.)

genommen werden. Der stündliche Fall wird um so eher eine richtige Schätzung ermöglichen, je geringer die Zahl der Stunden ist, für welche derselbe bestimmt wurde.

Nachstehend mögen auch Bridet's barometrische Tabellen Raum finden. Bridet gibt zwei Distanztabelle: Tabelle I je nach dem Barometerstand, Tabelle II je nach dem Barometerfall.

Die erstere Tabelle ist nach Beobachtungen von drei Orkanen sehr verschiedenen Durchmessers entworfen. Selbe gibt daher eine Idee über die Art und Weise, wie der Barometerstand wechselt, je nachdem der Sturm eine geringe oder grosse Ausdehnung hat.

Die letztere Tabelle kann als Anhalt zur Beurtheilung der Distanz vom Orkancentrum nur dann dienen, wenn man sich auf oder nahe der Bahn einer Cyclone befindet, und ist überdies der in ihr gegebene Schätzungswert nur dann annähernd richtig, wenn der Drehsturm äusserst heftig ist.

Es ist schliesslich zu bemerken, dass der Gebrauch der fraglichen Distanztabelle beschränkt erscheint, insofern, als selbe auf Grund von Beobachtungen in Orkanen der Tropenregionen zusammengestellt sind, daher auch nur auf solche anwendbar sein mögen.

Tabelle I.

Bei grossem Durchmesser des Orkans. Distanz vom Centrum in		Für eine Barometerhöhe in Millimetern	Bei geringem Durchmesser des Orkans. Distanz vom Centrum in	
Stunden	Meilen		Meilen	Stunden
72	540	759·0	270	36
66	493	758·5	247	33
60	450	758·0	225	30
54	405	757·0	202	27
48	360	756·0	180	24
42	315	754·5	157	21
36	270	753·0	135	18
30	225	751·0	112	15
24	180	748·0	90	12
18	135	744·0	67	9
12	90	738·0	45	6
6	45	729·0	22	3
0	6	713·0	0	0

Tabelle II.

Fall per Stunde Millimeter	Distanz vom Centrum Stunden	Fall per Stunde Millimeter	Distanz vom Centrum Stunden
0·3	24	1·5	9
0·5	21	2·0	6
0·6	18	3·0	3
0·7	15	4·5	0
1·0	12	—	—

Piddington gibt bezüglich der Barometerbeobachtungen in einer Sturmcyclone nachstehende Regeln:

1.) Beim Hereinbrechen schlechten Wetters soll das Barometer sorgfältig jede Stunde beobachtet werden, insbesondere bei Nacht. Wenn es möglich ist, jede halbe Stunde zu beobachten, desto besser. Der Stand ist jedesmal ins Logbuch einzutragen.

2.) Nach Verlauf von je 2—3 Stunden ist der stündliche Fall des Barometers thunlichst genau zu bestimmen.

3.) Es ist Rücksicht zu nehmen auf die gewöhnlichen Wendestunden des Barometerstandes, insofern hienach der Betrag des Falles als bedeutender oder geringer zu veranschlagen ist.

4.) Es ist im Auge zu behalten, ob sich das Schiff vermöge seines Courses dem Centrum nähert oder entfernt.

5.) So wie das Barometer einen bedeutenderen Fall hat, als der bisher beobachtete stündliche Fall beträgt, so ist anzunehmen, dass man sich dem Centrum näher befindet, als man bisher vorausgesetzt hat.

6.) Die Nähe des Landes afficirt die Barometeranzeigen. Dies ist ebenfalls nicht ausseracht zu lassen.

7.) Es scheint, dass Passat und Monsune auf den Barometerstand Einfluss nehmen, wenigstens an jener Seite des Sturmfeldes, auf welcher sie, entweder in gleicher oder entgegengesetzter Richtung zu jener der Sturmbahn, wehen.

Die Rückwirkungen der Wirbelstürme auf den Zustand der See sind dreifacher Natur: *a)* hoher Wellengang, *b)* Erzeugung von Strömungen, *c)* Erhöhung des Wasserstandes innerhalb des Orkans — Cyclonenwelle.

Die Natur der Orkanbewegung bedingt das Entstehen einer schweren Kreuzsee, welche besonders im Bereiche des windstillen Centrums den Schiffen furchtbar werden kann. Die Wogen erzeugen sich unter dem Impulse des Windes, welcher eben zur Stelle die See aufwühlt. Da nun aber die Windrichtungen in einem Drehsturm so mannigfache sind, so ergiebt sich eine Kreuzung der Wellen, welche den Wogengang um so verwickelter gestaltet, je näher man dem Focus des Orkans kommt. (Taf. II, Fig. 10.) Während aber in jenen Theilen des Orkans, in welchen der Sturmwind mit der vollsten Kraft wüthet, die Wellenkämme in Wasserstaub sich auflösen, kann sich im Centrum der Wellenschlag in seiner vollen Höhe und Mächtigkeit entfalten. Die Ortsveränderung des Orkans auf seiner Bahn ist endlich wieder ein Factor, welcher nicht ohne Einfluss auf die Wellenbildung sein kann, indem an einer und derselben Stelle die Impulse, durch welche die Wellen verursacht werden, in ihrer Richtung wechseln, während die vorhandene Wogenbewegung in der bisherigen Richtung zu verharren sucht.

a) Wellenbewegung.

Thom sagt gelegentlich des Rodriguez-Orkans: »In rotirenden Stürmen ist am meisten die See zu fürchten. Sie wird geschildert als fürchterlich, sich kreuzend, wirr, unmässig, vom Winde aus jeder Himmelsgegend in pyramidalen Massen gehoben, und ist mit der Brandung an Felsenriffen verglichen worden. In der Nähe des Centrums ist ein Schiff immer unlenkbar.«

Die Wellenbewegung eines Orkans pflanzt sich über den Bereich desselben hinaus fort, nach Thom's Angaben sogar 300 bis 400 Seemeilen weit. Die vom Orkan erzeugte Dünung mit ihren Rollern und ihrer Brandung macht sich manchmal 24 Stunden vor dem Eintreten des Sturmes fühlbar. Reid hörte sogar drei volle Tage, bevor der Orkan vom September 1839 die Bermudas-Inseln erreichte, die Wogen laut an den südlichen Ufern sich brechen.

Starke Strömungen begleiten die Orkane. Sie bewegen sich unter der Einwirkung der Winde im Sinne der Rotation des Drehsturmes. Innerhalb der parabelförmigen Bahn der Cyclonen ist daher ihre Mittelrichtung im Sinne der Bahnrichtung des Wirbels, ausserhalb derselben im entgegengesetzten Sinne, vor und hinter dem Orkan mehr oder weniger senkrecht zur Bahn. Tagelang nach dem Sturm machen sich diese Strömungen noch fühlbar.

b) Strömungen.

Während die Strömungen der Rotationsrichtung des Orkans sich fügen, folgt die Cyclonenwelle dem Orkan in der Richtung, in welcher er auf der Bahn vorschreitet.

c) Cyclonen-  
welle.

Von den Wogen, welche der Sturmwind innerhalb einer Cyclone erzeugt, ist die meilenbreite Cyclonenwelle zu unterscheiden, welche infolge der Verminderung des Luftdruckes über der ganzen vom Wirbelsturme bedeckten Meeresfläche sich erhebt. Für jeden Zoll ( $25 \frac{c}{m}$ ), welchen das Barometer fällt, steigt das Wasser an der betreffenden Stelle um etwas mehr als 0·3 Meter; selten mag daher auf dem offenen Ocean die Höhe der eigentlichen Cyclonenwelle mehr als 0·6 Meter betragen. Doch bei ihrer Breite von mehreren hundert Seemeilen enthält sie eine ungeheuere Wassermasse. Wenn nun das Orkancentrum in eine allmählich sich verengende Bucht eintritt, so kann sie daselbst eine verheerende Sturmflut von mehreren Metern Höhe verursachen. Zahlreiche Thatsachen zeigen von gewaltigen Verheerungen, welche sie an Küsten speciell unter den angeführten Umständen anzurichten vermag. Unter den zahlreichen Beispielen möge hier nur eines Platz finden. Die Cyclonenwelle des Orkans von Backergunge ( $22^{\circ} 29'$  nördl. Breite,  $90^{\circ} 18'$  östl. v. Gr.)\* überschwemmte am 31. Oktober 1876 im Bereiche der Mündungen des Brahmaputra und Ganges ein Areal von 3000 englischen Quadratmeilen, und verloren nach Schätzung mehr als 200,000 Menschen ihr Leben.\*\*

Jahreszeiten, in  
denen Wirbel-  
stürme beson-  
ders häufig ein-  
treten.

In der Nordhälfte der Erde ist es die Zeit vom Juni bis November, in der Südhälfte der Erde die Zeit vom Dezember bis Mai, in welcher Orkane am häufigsten vorkommen. Im nördlichen indischen Ocean sind übrigens Orkane besonders häufig zur Zeit der Monsunwechsel. Im allgemeinen fällt die Zeit der Orkane in die heißen Monate des Jahres. Nachstehende Tabelle ist Reye's Werke über Wirbelstürme entnommen.

\* Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie 1867.

\*\* »Nicht selten hat man auch erlebt, dass, während eine Cyclone mit niedrigem Luftdruck über die Erde hinging, unterirdische Kräfte frei wurden und Erderschütterungen veranlassten.« — »Ein Phänomen, welches bisweilen das Erdbeben begleitet, wenn dieses seinen Mittelpunkt im offenen Meer hat, ist die grosse Meereswelle, welche mit der Geschwindigkeit der Flut von dem Herde der Erschütterung nach allen Seiten hin sich ausbreitet. Trifft diese Welle das Land, so sind ihre zerstörenden Wirkungen ausserordentlich. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist geringer, als die des eigentlichen Erdbebens, und sie trifft daher auch später ein als dieses.« — »Diese Erdbebenwelle, welche bisweilen den Orkan begleitet, darf nicht mit den Wellen, welche der Sturm aufpeitscht, verwechselt werden; am meisten Aehnlichkeit hat sie, wenigstens ihren Wirkungen nach, mit der Sturmflut.« (Grundzüge der Meteorologie von Moh.)

Ort und Beobachtungsjahre	Autorität	Anzahl der Orkane im Monat											Gesamtzahl d. Orkane	
		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.		Dez.
Westindien, nordatlantischer Ocean, 1493—1855	Poey, Chronological table	5	7	11	6	5	10	42	96	80	69	17	7	355
Nördlicher indischer Ocean	Dove, Gesetz der Stürme	1	2	4	9	14	6	3	5	11	17	11	5	88
Chinesisches Meer, 1780—1845	Piddington, Hornbook	—	—	—	—	—	2	5	5	18	10	6	46	
Südlicher indischer Ocean, 1809—1848	Piddington Hornbook	9	13	10	8	4	—	—	—	1	1	4	3	53
Mauritius, 1820—1844	Labutte, Trans. Roy. Soc. of Mauritius 1849	9	15	15	8	—	—	—	—	—	—	—	6	53

Teifune treten vorzugsweise zur Zeit des SW.-Monsuns auf, kommen aber auch noch häufig in den ersten Monaten des NO.-Monsuns vor. Die gefährlichsten Monate sind jene, in welchen der Wechsel der Monsune im Herbst stattfindet, also September und Oktober. Im Golf von Bengalen sind Cyclonen ebenfalls häufiger am Schluss des Sommer-Monsuns — zu einer Zeit, wo im Golf ein niedriger Luftdruck herrscht, — als bei seinem Anfang, wo der Luftdruck höher ist. (Annalen der Hydrographie 1878.)

In Bezug auf die Anzahl der Orkane in verschiedenen Jahren ergeben Meldrum's Untersuchungen, dass die Jahre der Sonnenflecken-maxima durch die Häufigkeit der Cyclonen sich auszeichnen.\*

Um das Bild eines Orkans zu vervollständigen, möge nachfolgend der Beschreibung des grossen Orkans vom Jahre 1780 und jener des Teifuns, welcher am 18. November 1869 die Fregatte »Donau« traf, endlich den Berechnungen Reye's bezüglich der mechanischen Wirkung der Orkane ein Platz eingeräumt werden.

Der sogenannte grosse Orkan im Oktober 1780, der alle Schrecken dieser grossartigen Naturerscheinung in sich vereinigt zu haben scheint, umfasste die äussersten Grenzen der Antillen, Trinidad und Antigua, während sein Centrum über Barbados am 10. nach St. Lucia fortrückte, wo Admiral Hotham mit »Vengeance«, »Montagu«, »Egmont«, »Ajax«, »Alkmene« und »Amazone« lag. Darauf traf er an der Südküste von Martinique den französischen Convoi, der unter Führung der Fregatten »Ceres« und »La Constante« aus 50 Kauffahrern und Transportschiffen mit 5000 Mann Truppen an Bord bestand. Nur sechs oder sieben Schiffe retteten sich hier; »les bâtiments du convoi disparurent« heisst es lakonisch im Berichte des Intendanten von Martinique. Von hier ging das

Schilderung von Orkanen. Mechanische Wirkungen derselben.

Der grosse Orkan vom Jahre 1780.\*\*

\* Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie 1873.

\*\* Die hier gegebene Schilderung dieses Orkans ist von Dove.

Centrum des Orkanes über Portorico, wo der »Deal Castle« scheiterte, nach der Insel Mona und traf hier am 15. morgens den englischen Convoi unter dem »Ulysses« und der »Pomona«, der davon hart mitgenommen wurde. Darauf rückte er nach den Silver Keys, wo der »Stirling Castle« unterging. An welcher Stelle der von St. Lucia nach Jamaica segelnde »Thunderer«, auf welchem der Commodore Walsingham seine Flagge führte, verloren gegangen, ist nie ermittelt worden. Nun wendete der Orkan sich unter 26 Grad Breite nach NO. und traf die durch den Savanna la mar-Orkan entmasteten Schiffe des Geschwaders unter Admiral Rowley, bestehend aus dem »Trident«, »Ruby«, »Bristol«, »Hector« und »Grafton«, die unglücklicherweise gerade von der Westseite des Sturmes in seine Mitte hineinsteuerten. Hierauf wandte er sich nach den Bermudas, in seiner grössten Breite wohl beide Küsten des atlantischen Oceans umfassend, und holte den vom ersten Sturm unbrauchbar gewordenen »Berwick« auf seinem Rückwege nach England ein. 50 Fahrzeuge wurden hier am 18. Oktober auf den Strand getrieben.

Nicht minder verderblich wüthete der Orkan auf den Inseln. In Martinique kamen 9000 Menschen um, 1000 allein in St. Pierre, wo kein Haus stehen blieb, da das Meer gegen 8 Meter hoch anschwell, 150 Häuser am Ufer in einem Augenblicke zerstörte und die hintenstehenden grösstentheils eindrückte. Auch das 120jährige Fort St. Pierre wurde zerstört, mit Ausnahme der Magazine. Im Fort Royal wurden die Kathedrale, 7 Kirchen und 1400 Häuser umgestürzt und unter den Ruinen des Hospitals 1600 Kranke und Verwundete begraben, so dass nur wenige sich retteten. In Domenica wurden fast alle am Ufer stehenden Häuser weggerissen, die königliche Bäckerei, die Magazine und ein Theil der Kasernen zerstört. In St. Eustach wurden 7 Schiffe an dem Felsen von Northpoint zerschellt, und von 19 vom Anker gerissenen Schiffen kehrte nur eines zurück. In St. Lucia, wo 6000 Menschen ihren Tod fanden, wurden die festesten Gebäude bis in ihre Fundamente verwüstet; die See schwell so hoch an, dass sie das Fort zerstörte und die grossen Kanonen viele Yards weit von der Plattform fortriss. Der Kopf des Molo wurde fortgeschwemmt und die Korallendecke des Meeresbodens, dieses Werk von Jahrhunderten, wurde aufgerissen und Grate von Korallenfelsen aufgeworfen, die nachher über dem Wasser sichtbar blieben. Der Hafen selbst wurde bis zu zwei Meter, an manchen Stellen noch mehr, ausgetieft. Von 600 Häusern in Kingstown auf St. Vincent blieben nur 14 übrig; die anderen waren rasirt. Die französische Fregatte »Juno« scheiterte dort. »Unmöglich ist die grässliche Scene zu schildern, welche Barbados darbietet«, sagt Sir George Rodney in seinem amtlichen Berichte. »Nur meine eigene Anschauung hat mich von der Möglichkeit überzeugen können, dass der Wind eine so gänzliche Zerstörung einer so blühenden Insel hervorbringen kann. Ich bin fest überzeugt, dass die Heftigkeit des Sturmes die Einwohner verhindert hat, das Erdbeben zu fühlen, welches ohne Zweifel den Sturm begleitet hat; denn nur ein Erdbeben vermag die massivsten Gebäude bis in ihre Grundvesten zu zerstören. So vollständig ist die Verwüstung, dass keine Kirche, kein Haus ihr entgangen ist.«

In Barbados war noch der Abend des 9. Oktober merkwürdig ruhig, aber der Himmel erstaunlich roth und feurig. Während der Nacht fiel reichlicher Regen, auch am Morgen des 10. viel Regen mit Wind aus NW. Um 10 Uhr morgens nahm das Unwetter sehr zu, und schon um 1 Uhr nachmittags kamen

die Schiffe in der Bai ins Treiben. Um 4 Uhr gingen alle Schiffe in See; um 6 Uhr hatte der Wind schon viele Bäume ausgerissen und niedergeweht. Im Gouverneurs-hause wurden Thüren und Fenster verharricadirt ohne sonderlichen Erfolg; denn um 10 Uhr Abends brach der Wind aus NNW. durch das Haus. Die Familie flüchtet in die durch  $\frac{9}{10}$  Meter dicke Mauern geschützte Mitte des Gebäudes unter wachsendem Sturme; um 11 $\frac{1}{2}$  Uhr treibt der Wind, der überallhin sich Bahn gebrochen und das Dach grösstentheils abgerissen hat, sie in den Keller. Bald verjagt sie auch hier das um mehr als einen Meter gestiegene Wasser. Ueberall stürzen Trümmer auf sie herab. Der Gouverneur sucht unter den Kanonen Zuflucht: eine traurige Situation, da viele Kanonen sich bewegten und sie fürchten mussten, dass die sie schützende aufgehoben werde und sie im Fall zerdrücke, oder dass die umherfliegenden Trümmer ihrem Leben ein Ende machen. Auch das Arsenal war dem Boden gleich gemacht und die Waffen umhergestreut. Bei Tagesanbruch stand kein Gebäude mehr; die Bäume waren, wenn nicht ausgerissen, ihrer Blätter und Zweige beraubt und der üppigste Frühling in dieser einen Nacht in den schrecklichsten Winter verwandelt. Die Anzahl der Umgekommenen wurde in Barbados auf einige Tausend geschätzt.

»Solcher Aufregung der Elemente gegenüber — sagt Dove — verstummt der Kampf der Menschen. Als die »Laured« und »Andromeda« bei Martinique scheiterten, schickte der Marquis de Bouillé die 25 Engländer, welche dem Tode entronnen waren, dem englischen Gouverneur von St. Lucia mit dem Bemerkten, er könne diese Opfer einer allgemeinen Katastrophe nicht als Gefangene behalten.«

Das k. k. Commando der ostasiatischen Expedition beschreibt den Orkan, welcher Sr. M. Fregatte »Donau« in 34° 20' nördl. Breite, 148° 38' östl. Länge am 18. November 1869 erfasst hatte, in nachstehender Weise:

Der Orkan  
Sr. M. Fregatte  
»Donau«  
am 18. Nov. 1869.

»Den 17. hatte das Wetter schon ein sehr drohendes Aussehen angenommen, der SO. wurde im Verlaufe des Nachmittags zum Sturme; das Grossmarssegel musste um 3 Uhr nachmittags, das Vormarssegel um 5 Uhr nachmittags geschlossen werden. Da das Fallen des Barometers und die steigende See für den nächsten Tag noch mehr versprachen, so liess ich die Bramstengen streichen, was, wiewohl mit einiger Mühe, noch vor Dunkelheit zuwege gebracht wurde. Das Schiff lag jetzt unter dicht gereefften Gaffelsegeln bei, der Sturm hatte nachts etwas abgenommen, das Barometer fiel jedoch langsam. Um 4 Uhr morgens den 18. begann der Wind über Süd zu drehen; das dreifach gereeffte Vormarssegel ward gesetzt und wir steuerten wieder im Curse. Um 8 Uhr morgens war der Wind westlich in der Stärke 8—9, die See hoch, der Himmel heiter, nur im Norden etwas düster, das Barometer fiel noch immer sehr langsam. Ich wollte eben um halb 9 Uhr vormittags das Focksegel setzen lassen, um die günstige Kühle zu benützen, als in einigen rasch aufeinander folgenden Böen der West zum wüthenden Sturme ward, welcher schon um 9 Uhr die unwiderstehliche Gewalt eines Orkans angenommen hatte. Das Vormarssegel und der Sturmklüver flogen mit kanonendonnerähnlichen Schlägen in Fetzen weg, das schnell gehisste Fockstagegel war in wenigen Sekunden aus den Leiken geblasen; die Gefahr, dass die sehr luvwierige Fregatte in den Wind schiesse, war augenscheinlich; das dicht gereeffte Vorgaffelsegel ward zwar augenblicklich gesetzt, doch stand zu befürchten, dass es kein anderes Schicksal, als die früher gesetzten Segel erfahren werde. Die doppelte Gaffelgeerdung riss sogleich; das

Segel, in Jokohama neu erzeugt, legte sich jedoch in die Wanten und hielt vorderhand; es reichte zusammen mit dem hart in Lee befindlichen Ruder hin, das Schiff etwas vom Winde zu halten. Mittlerweile hatte der Orkan seine volle Stärke erreicht. Es konnte nicht mehr von Böen die Rede sein; eine einzige, zusammenhängende, wüthende Böe raste daher. Das Getöse des Windes übertraf jede Vorstellung; nur mit grosser Mühe konnte man sich von Mund zu Ohr verständlich machen. Die Luft war derart von Gischt und Sprühtregen erfüllt, dass zeitweilig vom Quarterdeck aus das Vordercastell nicht gesehen werden konnte. Die Masten bogen sich wie Gerten, die Leewanten wehten in Bogen hinaus; das beschlagene, ganz neue Focksegel flog in Fetzen weg, den ganzen Mast erschütternd, für welchen, wie für die Vormarsstenge, die ernstlichsten Befürchtungen gehegt wurden.

»Die Richtung des Windes veränderte sich langsam gegen N. und war um 10 Uhr vormittags WNW.

»Das Barometer fiel rasch; so viel man durch den dichten Gischt erkennen konnte, war der Himmel in nördlicher Richtung viel schwärzer und drohender, als gegen Süden, alles ebenso viele Anzeichen dafür, dass sich die Fregatte in einer Cyclone befinde; die ersten Böen hatten die Fregatte nach Backbord anluven lassen, und sie lag jetzt mit Backbordhalsen bei, was verderblich werden konnte, da sie sich gegen das Centrum der nach unbekannter Richtung reisenden Cyclone bewegte, anstatt sich von diesem zu entfernen; gleichzeitig entbehrte man aber ganz und gar der Manörfähigkeit, denn die vorderen Stagssegel waren weggeblasen, und neue anzuschlagen war ein Ding der Unmöglichkeit. — Die Fregatte lag zwar gut bei, arbeitete wie gewöhnlich sehr tief, aber nicht besonders schwer, wozu wohl auch der Umstand beitragen mochte, dass die See durch die Gewalt des Orkans niedergedrückt und verhindert wurde, eine gewisse Höhe zu überschreiten; aber es konnte der Fall eintreten, dass abgefallen werden musste. Das Barometer fiel, das Centrum konnte sich, obgleich es südöstlich zu gehen schien, auf uns zu bewegen; das Vorgaffelsegel, welches nach und nach vom Maste und theilweise von der Gaffel gerissen war und nur noch in Fetzen in den Wanten lag, konnte ganz wegfliegen. Der Fockmast oder wenigstens die Stenge konnte über Bord gehen, und in jedem dieser Fälle wäre Abfallen unbedingt geboten gewesen: ich liess daher alles bereiten, um den Kreuzmast sogleich kappen zu können, und ein Kabel auf Deck bringen und bereiten, um durch Nachschleppen desselben die Wirkung des Steuers zu unterstützen. Dieses war bisher verlässlich gewesen, und ich konnte hoffen, mit Zuhilfenahme der oben erwähnten Massregeln jeder Eventualität begegnen zu können. Spätere Ereignisse haben an den Tag gelegt, dass dem nicht so gewesen wäre und dass das Schiff sein Heil dem zähen Lappen des Vorgaffelsegels zu verdanken hatte. — Es war 11 Uhr vormittags und noch immer nicht die geringste Abnahme in der Wuth des Orkans zu bemerken. Das Barometer stand seit 10 Uhr vormittags auf 29.17 (740.9  $m_{mm}$ ) corrigirt, und es konnte ein Fallen oder Steigen folgen. Die Richtung des Windes war NW., das Centrum hatte sich bisher ost-südöstlich bewegt, convergirend zwar mit der Richtung des NO. anliegenden Schiffes, aber bei der viel grösseren Geschwindigkeit der Cyclone stand zu hoffen, dass sich deren Entfernung von der Fregatte stets vergrössern und eine baldige Abnahme der Heftigkeit des Windes resultiren werde. In der That begann das Barometer

gegen Mittag zuerst langsam, dann immer rascher zu steigen. Das Firmament wurde in der dem Centrum entgegengesetzten Richtung, in SW., heller, und obzwar noch immer wüthende Böen die Fregatte auf die Seite warfen, so waren diese doch durch etwas ruhigere Momente getrennt; ein Nachlassen des Orkans war unverkennbar. Es war hiezu höchste Zeit, denn die Bemastung hatte durch den ungeheuren Druck gelitten.«

Reye schreibt: »Wir haben gelegentlich des Cuba-Orkans darauf hingewiesen, dass im allgemeinen die Windrichtungen nach innen zu von den Tangenten der Kreise abweichen, also ein Einströmen der Luft in dieser Cyclone gleichwie in anderen stattfindet, und dass Redfield jene Abweichung wohl etwas zu niedrig auf durchschnittlich fünf bis zehn Grade schätze für drei volle Tage. Den Durchmesser des orkanartigen inneren Theiles dieser Cyclone bestimmte Redfield zu mehr als 500 englischen Meilen. Wir wollen einen noch kleineren inneren Theil von nur 100 englischen Meilen Halbmesser ins Auge fassen, dann sind wir gewiss berechtigt, die Windgeschwindigkeit am Umfange desselben mindestens zu 90 englischen Meilen in der Stunde oder zu 40 Meter per Sekunde anzunehmen. Wir wollen ferner annehmen, die Windrichtung sei am Umfange jenes inneren Theiles durchschnittlich nur um sechs Grad gegen die Tangente oder um 96 Grad gegen den verlängerten Radius nach innen zu geneigt, und zwar innerhalb der ersten 100 Meter über der Meeresfläche, was sicher viel zu wenig ist. Berechnen wir dann die Luftmasse, welche in diesen Sturmcyylinder von 100 Meter Höhe und 100 engl. Meilen Radius von aussen hereintritt, so ergeben sich nicht weniger als  $369\frac{1}{2}$  engl. Kubikmeilen in der Stunde oder  $420\frac{1}{3}$  Millionen Cubikmeter in der Sekunde. Trotz des geringen Neigungswinkels von nur 6 Grad ist die einströmende Luftmasse so bedeutend, dass 5 Stunden und 19 Minuten hinreichen, um jenen ungeheueren Sturmcyylinder, der selbst  $1963\frac{1}{2}$  Cubikmeilen Inhalt hat, neu zu füllen!

»Das Gewicht der Luft hängt ein wenig von der Temperatur und dem Barometerstande ab; gering gerechnet wiegt die während einer Sekunde eintretende Luftmasse mindestens 490 Millionen Kilogramm oder beinahe 10 Millionen Centner. Und diese gewaltige Luftmenge ist in jeder Sekunde während drei voller Tage und wahrscheinlich noch viel länger von aussen gegen das Innere geströmt!

»Durch sie wurde die Luft in unserem Sturmcyylinder am 5., 6. und 7. Oktober 1844 mehr als dreizehnmal vollständig erneuert! Woher kam diese Luft? In den orkanartigen Theil der Cyclone strömte sie aus dem mehr aussen gelegenen, wo nur ein gewöhnlicher Sturmwind herrschte, in diesen aber aus den umgebenden Gegenden der Erdoberfläche, wo das Wetter nur ein stürmisches Aussehen hatte, u. s. w. Der einströmenden Luft wurde also allmählich die Geschwindigkeit eines Orkans ertheilt, und dazu ist ein kolossaler Aufwand von mechanischer Arbeit erforderlich. Bei einer Geschwindigkeit von 40 Meter per Sekunde besitzen die 490 Kilogramm Luft, welche in jeder Sekunde in den Sturmcyylinder eintreten, eine lebendige Kraft von 39,950 Millionen Meterkilogramm. Ebenso gross ist die mechanische Arbeit, durch welche diese lebendige Kraft erzeugt wird, für jede Sekunde; dieselbe beträgt also nicht weniger als  $532\frac{2}{3}$  Millionen Pferdestärken. Wenn wir jedoch annehmen, dass die eintretende Luft grösstentheils von Passatwinden herrührt und deshalb schon eine Geschwindig-

Reye's Berechnungen behufs Darstellung der mechanischen Arbeit des Cuba-Orkans vom 5. bis 7. Oktober 1844.

keit von 30 engl. Meilen per Stunde besass, ehe sie in den Bereich der Cyclone eintrat, so müssen wir jenen Betrag um seinen neunten Theil vermindern und finden so folgendes Resultat: Der Cuba-Orkan hat allein zur Bewegung der einströmenden Luft allermindestens eine Arbeit von  $473\frac{1}{2}$  Millionen Pferdestärken während drei voller Tage angewendet, d. h. mindestens 15mal soviel, als alle Windmühlen, Wasserräder, Dampfmaschinen und Locomotiven, Menschen- und Thierkräfte der ganzen Erde in der gleichen Zeit leisten!«

Thom fügt den Angaben betreffs der Regenmengen und der Barometerhöhen in vier Mauritiusorkanen aus den Jahren 1786, 1789, 1836, 1840 nebst anderem Folgendes hinzu: »Nehmen wir an, die Condensationssphäre sei auf einen Kreis von 300 engl. Meilen Durchmesser begrenzt und auf diesen fallen acht Zoll ( $203\frac{m}{m}$ ) Regen in 48 Stunden, so würde die ganze in diesen isolirten Raum fallende Regenmenge während 20 Tagen 90 engl. Cubikmeilen Wasser betragen und hinreichen, um die Oberfläche von Grossbritannien 5 Fuss 4 Zoll ( $1\cdot6\frac{m}{m}$ ) hoch zu bedecken.«

Reye knüpft hieran folgende Berechnung: »Neun englische Cubikmeilen Regen in 48 Stunden geben 213,333 Cubikmeter oder  $213\frac{1}{3}$  Millionen Kilogramm in jeder Sekunde. Nehmen wir an, dieser Regen falle nur 300 Meter hoch herab, so werden bei seinem Sturze fortwährend nicht weniger als 850 Millionen Pferdestärken von der Schwerkraft geleistet und zur Beschleunigung der Regentropfen sowie zur Ueberwindung des Luftwiderstandes aufgewendet. Aber noch mehr: bei der Condensation von  $213\frac{1}{3}$  Millionen Kilogramm Wasserdampf zu Regen werden in jeder Sekunde 128 Milliarden Calorien latente Wärme frei und an die Luft abgegeben. In mechanische Arbeit umgesetzt, was durch Expansion der Luft leicht geschehen kann, würde der tausendste Theil dieser Wärmemenge hinreichen, um der von aussen in den Wirbelsturm einströmenden Luft eine solche lebendige Kraft zu ertheilen, wie wir sie vorhin für den Cuba-Orkan berechnet haben.«

Bezüglich der atmosphärischen Zustände unmittelbar vor Entstehung einer Cyclone gibt Piddington Auszüge aus den Logbüchern zweier Schiffe, welche allem Anscheine nach sich zur Stelle befanden, wo Cyclonen in ihrer Bildung begriffen waren. — Ueber den Zustand von Luft und See wird in dem einen Fall (Brig »Algerine«) in folgender Weise berichtet:

Dichte dunkle Wolkenmassen bilden sich, Sturmwolken (scuds) laufen nach verschiedenen Richtungen NO., SO., WSW., Wind ist leicht, die See hebt sich in Blasen, als wenn der Wind von allen Seiten wehen würde. Ausserordentliches Sinken des Barometers.

Im zweiten Fall (Schiff »Vernon«) wird der Zustand von Luft und See in ähnlicher Weise angegeben, doch auch von Windstössen aus NO. und O. gesprochen. In Peltier's Buch über die Tromben wird ein Sturm beschrieben, der am 2. September 1804 in der Nähe von Gambia einen französischen Kreuzer überfiel. Der Tag vorher

war sehr heiss; am Morgen des Sturmtages bedeckte sich der Himmel mit zahlreichen dicken Wolken, es herrschte völlige Windstille. Da erhob sich eine Trombe und der Sturm war entfesselt. Der grosse Antigua-Orkan vom August 1837 scheint, nach dem Berichte des Capitäns Seymour zu schliessen, der sich mit dem Schiffe »Judith und Esther« den gegebenen Anzeichen gemäss am Entstehungsorte der besagten Cyclone befand, ebenfalls aus einer grossen Wasserhose entstanden zu sein.

Nach J. Elliot\* war im Golf von Bengalen vor Entstehung der Cyclone von Backergunge vom 20. bis 23. Oktober eine fast gleichförmige Druckvertheilung über der Bai und Nordindien. »... Der Druck nahm zu nach Norden und war wahrscheinlich hoch im Süden. Der SW.-Monsun, statt nach Süden zurückzuweichen, fuhr fort über der See nahe dem Eingange des Golfes zu herrschen. Die Windrichtungen waren nördlich und nordöstlich an der Westseite der Bai und westlich bis südlich an deren südlichen und östlichen Grenzen. Ein Gebiet verminderten Luftdruckes begann sich am 23. zu bilden. Anhaltender Regenfall begleitete auf der SO.-Seite diesen Vorgang und nahm an Stärke allmählich zu. Das Depressionsgebiet verbreitete sich nordwärts, und am 26. und 27. liessen die Winde in der Umgebung dieser Depression eine Wirbelbewegung erkennen und waren von beträchtlicher Intensität. Das Gebiet verminderten Druckes verbreitete sich während der folgenden zwei Tage weiter nordwärts, während zu gleicher Zeit die Wirbelbewegung in gleicher Richtung langsam vorrückte. Mit der Fortdauer dieses cyclonischen Witterungscharakters breitete sich die Area verminderten Druckes nicht allein weiter aus, sondern auch die Grösse der Depression im Centrum nahm zu, und am Abend des 29. hatte der Sturm schon den Charakter einer Cyclone und nahm rasch an Heftigkeit zu, so dass er mit der Zeit eine Cyclone von grösster Intensität darstellte.«

Nach Meldrum's Untersuchungen entstehen die Cyclonen gewöhnlich zwischen östlichen und westlichen Luftströmen und enden zwischen nördlichen und südlichen. Bei ihrem Beginne sei die Nord- und Südseite des Sturmfeldes, bei ihrem Ende die Ost- und Westseite desselben verflacht.

An die Erscheinungen in der Atmosphäre vor und beim Entstehen einer Cyclone dürfte folgerichtig sich die Erklärung der Ursachen anschliessen, welche Drehstürme erzeugen und ihre Bewegungen bestimmen.

Piddington neigt sich entschieden den Ansichten Peltier's zu, wonach die Wettersäulen und ebenso die Stürme durch Elektrizität hervorgerufen werden, während Thom (bezüglich der südindischen Orkane) die ununterbrochene Rotation und die fortschreitende Bewegung dem Einflusse des SO.-Passats und des NW.-Monsuns

Erklärung der Entstehung und der Dauer der Wirbelstürme.

\* Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie 1877.

beimisst, welche in entgegengesetzten Richtungen an den gegenüberliegenden Seiten der in den Sturm verwickelten Luftmasse wehen.

Dove erklärt die Drehstürme durch das Hereinbrechen äquatorialer Luftströme in polare. Der aus SW. (in der Südhemisphäre aus NW.) kommende Aequatorialstrom trifft auf den Widerstand des NO.-Passats (beziehungsweise SO.-Passats) — des Polarstroms. Der erstere erfährt dadurch an seinem östlichen Rande eine Ablenkung nach N., beziehungsweise S., während die inneren und westlichen Theile des Stromes die frühere Tendenz behalten. Es ergibt sich daher für die nördliche Erdhälfte eine Rotation im entgegengesetzten Sinne eines Uhrzeigers, in der südlichen eine Drehung im gleichen Sinne eines Uhrzeigers.

Innerhalb der Tropen werden die so entstandenen Cyclonen nach NW., beziehungsweise SW. fortschreiten, ausserhalb der Tropen aber nach NO., beziehungsweise SO., weil alsdann auf der Ostseite der Widerstand in Wegfall kommt. — Was speciell die westindischen Orkane betrifft, so ist Dove der Ansicht, dass die über dem afrikanischen Continent in die Höhe gestiegene heisse Luft, nach Westen abfliessend, dem oberen Passat seinen Rückweg nach den Wendekreisen versperrt und ihn zwingt, nach unten zu gehen, wo dann die Wirbelstürme auf die oben beschriebene Weise entstehen.

Diese Erklärung verschafft, abgesehen von anderen Bedenken, keinen Aufschluss darüber, woher die ausserordentlichen mechanischen Wirkungen der Drehstürme rühren; hingegen entspricht die Hypothese von Rey den gestellten Anforderungen.

Durch grosse Hitze können die unteren Schichten weniger dicht werden als die oberen. Darüber lagern nun die oberen kälteren, schwereren Schichten in labilem Gleichgewicht, d. h. eine geringfügige Störung reicht hin, die warme Luft zu raschem Aufsteigen zu bringen. Da sie zugleich mit Dampf gesättigt ist, der in den höheren Regionen sich verdichtet und seine gebundene Wärme abgibt, so hält auch in den höheren Regionen die Erwärmung und damit die aufsteigende Bewegung an. Auf diese Weise entsteht unter dem aufsteigenden Strome ein Gebiet geringen Luftdruckes — ein barometrisches Minimum. Nach diesem Gebiete strömt die Luft der Umgebung infolge der Erdrotation in wirbelnder Bewegung ein. Hiedurch wird der Process im Inneren des Orkans fortwährend genährt, indem sich die einströmenden Luftmassen ihres Dampfgehaltes entledigen, andererseits

tritt zugleich mit der wirbelnden Bewegung die Wirkung der Centrifugalkraft ein: die Verdünnung im Centrum hält an. Im Anfange ist also das barometrische Minimum Ursache des Wirbels, hernach der Wirbel Ursache des barometrischen Minimums.

Im Nachstehenden findet die Ansicht Reye's eine ausführlichere Darlegung. Es ward schon früher bemerkt, dass nicht blos von den Wirbelwinden und Wasserhosen bis zu den grösseren Tornados, sondern auch von diesen bis zu den eigentlichen Wirbelstürmen eine vollständige Reihenfolge bezüglich ihrer Grösse sich aufstellen lässt. Wirbelwinde und Wettersäulen haben ihren Ursprung in einem labilen Gleichgewicht der Luft, indem vom erwärmten Boden aus an windstillen, sonnigen Tagen den unteren Luftschichten ganz allmählich eine höhere Temperatur mitgetheilt wird, so dass sie sich langsam ausdehnen. Unter günstigen Verhältnissen können die untersten Luftschichten örtlich so stark erwärmt werden, dass sie trotz des auf ihnen lastenden grösseren Luftdruckes sogar specifisch leichter werden, als die über ihnen befindlichen Luftschichten. Beweis hiefür sind die Luftspiegelungen in den Sandwüsten. Bei einer zufälligen Störung des Gleichgewichtes setzt sich dann die allmählich angesammelte Wärmemenge plötzlich in Bewegung um, und in heftigem Auftrieb steigt die heisse Luft empor. Wie in den Wirbelwinden und Wettersäulen der verticale, in den meisten Fällen aufsteigende Luftstrom das Ursprüngliche ist, indem er das Heranströmen der Luft zum Fusse, die Abnahme des Luftdruckes, die rasche Bildung von Regen- und Gewitterwolken verursacht und die grössten mechanischen Wirkungen hervorruft, so auch in den Wirbelstürmen. Doch wenn man bei ersteren von der Voraussetzung eines labilen Gleichgewichtszustandes in der Atmosphäre ausgehen durfte und musste, so wird diese Voraussetzung für die vielen tausend Quadratseemeilen der Meeresfläche, welche zugleich oder nach und nach von einem grossen Wirbelsturme betroffen werden, nicht ausreichen. Hingegen ist die weitere Voraussetzung zutreffend, dass die untersten Luftschichten in einem Wirbelsturme und rings um denselben stark mit Wasserdämpfen geschwängert und in den Sommermonaten auch verhältnissmässig stark erwärmt sind. Wenn man nun den Process, wie er sich in einem Orkan entwickelt, näher ins Auge fasst und von der Thatsache ausgeht, dass im Inneren der Wirbelstürme ein sehr umfangreicher und starker Luftstrom gegen Himmel steigt, so ergibt sich, dass die Luft bei diesem Aufsteigen, weil sie zugleich um die Cyclonenaxe rotirt, mehr oder weniger steile Schraubenwindungen beschreiben muss.

»Da der Luftdruck nach oben hin abnimmt, so dehnen diese Luftmassen sich allmählich aus und kühlen sich zugleich ab; ihr Wasserdampf muss daher, sobald der Sättigungspunkt erreicht ist, sich nach und nach zu Nebel und Wolken verdichten. Wahrscheinlich zeigen uns die losen fliegenden Sturmwolken unten die zuerst gebildeten nebelartigen Niederschläge, weiter oben aber verdichten sich immer grössere Mengen des mitgerissenen Wasserdampfes zu compacten Wolkenmassen, welche selbst in grosser Ferne wie eine düstere, unheilvolle Bank erscheinen. Die zugleich frei werdende latente Wärme des Dampfes verlangsamt die Abkühlung der aufsteigenden Luft, dehnt diese aus und beschleunigt hiedurch ihr Emporsteigen. Zugleich erweitert sich der schon unten breite Luftstrom nach allen Seiten, wie auch aus der Thatsache hervorgeht, dass die fliegenden Sturmwolken (scuds)

sich in Spiralwindungen von der Cyclonenaxe entfernen. In einer uns unbekanntem Höhe fliessen diese aufsteigenden Luftmassen nach Verlust des grössten Theils ihres Dampfgehaltes, der als Regen zu Boden fällt, seitlich ab und breiten so den durch sie gebildeten und stets erneuerten Wolkenteppich aus bis weit über die Grenzen der Cyclone. An der Meeresoberfläche unter der emporsteigenden Luftsäule, in welcher durch die freigewordene Wärme des verdichteten Wasserdampfes eine höhere Temperatur herrscht, als in ihrer Umgebung, muss der Luftdruck niedriger sein als ringsherum. Zu dieser Verdünnungsstelle strömt von allen Seiten, jedoch den vorhandenen Spiralwindungen des Sturmwindes folgend, die Luft heran, anfangs langsam, dann immer schneller, weil von aussen her der höhere Luftdruck sie treibt. Die Thatsache, dass der Sturmwind um so stärker wüthet, je näher man dem luftdünnen Centralraum kommt, wird hiedurch verständlich. Zugleich dehnt die einströmende Luft allmählich sich aus, z. B. bis um ein Zwanzigstel ihres anfänglichen Volumens, wenn das Barometer in der Cyclone um  $1\frac{1}{2}$  Zoll ( $38\frac{m}{m}$ ) gefallen ist. So kommt es, dass ihr Dampfgehalt manchmal schon an der Meeresfläche anfängt, sich zu verdichten; die Wolken hängen im Inneren der Cyclonen tief auf das Meer hernieder, »Meer und Wolken scheinen sich zu verschlingen.« Diese Ausdehnung der Luft und die mit ihrer Geschwindigkeit und Annäherung an das Centrum doppelt rasch wachsende Centrifugalkraft bewirken, dass die einströmende Luft, noch ehe sie die Cyclonenaxe wirklich erreicht hat, aufzusteigen beginnt, so einen windstillen oder nur von schwächeren Winden erfüllten Centralraum sturmfrei lassend. Ueber einer weiten ringförmigen Fläche, nicht über einer vollen Kreisfläche steigt die Cyclonenluft allmählich, durch ihre Dampfwärme beschleunigt, empor. Die rings um das stille Centrum aufsteigenden Luftströme werden so lange fort dauern, als genügende Mengen Wasserdampf mitgerissen werden, um bei ihrer Verdichtung die Luft zu erwärmen und so emporzutreiben. Denn die bewegende Kraft in den Wirbelstürmen ist diejenige der Wärme, welche durch Condensation atmosphärischen Wasserdampfes frei wird. Alle Thatsachen sprechen für diese Erklärung der Cyclonen, durch welche vor allem die rasende Gewalt der Orkane und die ungeheuren Regenmengen, die in ihnen zur Erde fallen, unserem Verständnisse näher rücken. Sie macht auch begreiflich, weshalb die Cyclonen vorzugsweise in den Sommermonaten und am heftigsten über Oceanen und in der heissen Zone auftreten; denn hier und in jenen Monaten enthalten die unteren Luftschichten die grösste Menge Wasserdampf. Die Abnahme des Luftdruckes und die Zunahme der Windgeschwindigkeit nach innen hin, sowie die centrale Windstille sind erklärt.

J. Elliot sagt über das Entstehen der Cyclonen im Golf von Bengalen\* bei Gelegenheit der Besprechung der Orkane von Vizapatam und Backergunge: »Die entgegengesetzten Winde an den gegenüberliegenden Seiten der Bai zugleich mit den variablen Winden und Calmen in der Mitte derselben zeigen eine Periode des Uebergangs an, einen Durchgang durch den Zustand eines labilen Gleichgewichts. Während einer solchen Periode beginnt über der ungeheuren Fläche der Bai von Bengalen bei hoher Temperatur eine enorme Verdampfung

\* Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie 1877.

des Wassers. Die Windvertheilung ist zugleich eine derartige, dass die gebildeten Wasserdämpfe nicht horizontal durch Luftströmungen weggeführt werden. Die Folge dieser Ansammlung von Wasserdämpfen über einem gleichsam geschlossenen Becken muss der Beginn einer Condensation in höheren Schichten sein, weil der Wasserdampf sich nicht in das natürliche Gleichgewicht setzen kann infolge der Wärmeabnahme mit der Höhe. Diese Condensation beginnt zuerst im südöstlichen Theil der Bai, weil hier vom indischen Ocean her noch ein separater Zufluss von Wasserdampf besteht, und verbreitet sich dann allmählich nordwärts.

»Der feuchte Südwest und die starken Niederschläge im südöstlichen Theil der Bai sind daher nach Elliot nicht die wahre erste Ursache der Entstehung einer localen Depression, sondern selbst wieder die natürliche Folge der oben geschilderten Verhältnisse. Bei dem Condensationsprocess wird eine enorme Menge Wärme frei, vollständig äquivalent, sei es als Temperatursteigerung oder mechanische Energie der Sonnenwärme, welche während des Processes der Verdampfung absorbiert worden ist.

»Das Resultat davon ist eine weitere Expansion nach aufwärts jener Schichten, in und über welchen die Condensation begonnen hat, eine Steigerung des Regenfalles und ein continuirlicher Zufluss von den umgebenden unteren Schichten der Atmosphäre gegen die Stelle, wo der aufsteigende Luftstrom sich nun ausgebildet hat. Dieser Zufluss erzeugt dann einen Luftwirbel, begünstigt und gesteigert durch die schon früher bestandene Vertheilung der Winde rings um die Küsten. Die grosse Wärmemenge, welche während der Condensation frei wird, liefert die zur Bewegung der Luft der Umgebung in den unteren Schichten nöthige mechanische Kraft. Diese Wirkung, ein secundärer Effect der Verdampfung und Condensation, muss eine Grösse derselben Ordnung sein mit der mechanischen Energie der Sonnenwärme über der grossen centralen Area der Bai von Bengalen.

»Der niedere Luftdruck im Centrum der Cyclone wird hervorgebracht durch folgende Ursachen: Die vorausgehende Barometerdepression, die Bildung einer relativ kleinen cylindrischen Säule von emporsteigender Luft und Wasserdampf und endlich durch den Umstand, dass der Druck der bewegten Luft stets geringer ist, als der Druck der ruhenden Luft unter ähnlichen Bedingungen der Temperatur und der Dichte.«

Wenn man nun das Gesetz in Betracht zieht, nach welchem Drehstürme je nach der Erdhälfte, in der sie auftreten, rotiren, so liegt die Quelle desselben in der Drehung unseres Erdkörpers.

Erklärung des  
Drehungs-  
gesetzes der  
Drehstürme.

»Zur Erläuterung gelte beispielsweise die Annahme, dass die Luft allseitig aus einer Entfernung von 120 Seemeilen oder zwei Graden des Erdmeridians zur Verdünnungsstelle heranströme, und zwar anfangs centripetal. Befindet sich dieser luftdünne Centralraum auf der nördlichen Erdhälfte, so ist er der Erdaxe näher, als die aus Süden, und weniger nahe, als die aus Norden heranströmenden Luftmassen, und die Geschwindigkeit, mit der er um die Erdaxe

rotirt, ist folglich kleiner, als diejenige der südlichen, und grösser, als die der nördlichen Luftströme. Die südlichen müssen deshalb dem Centrum nach Osten zu voraneilen und die nördlichen hinter demselben nach Westen hin zurückbleiben; und trotz ihrer anfänglichen centralen Bewegung werden diese Luftströme nicht in Radien dem Centrum sich nähern, sondern in Spiralen, welche von N. über W. nach S. und O., also gegen die Sonne sich winden. Die nachrückenden Luftmassen folgen diesen Windungen, haben aber wegen ihrer Centrifugalkraft und weil der Einfluss der Erdrotation fortdauert, beständig die Tendenz, sie der Kreisform zu nähern, so dass es begreiflich ist, wenn bei ausgedehnten Cyclonen die centripetale Bewegung sehr zurücktritt gegen die um das Centrum kreisende. Befindet sich das Verdünnungscentrum auf der südlichen Erdhälfte, so müssen die allseitig anströmenden Luftmassen aus gleichen Gründen im Sinne N., O., S., W. oder wie ein Uhrzeiger das Centrum umkreisen.«

»Die von der Erdrotation herrührenden Geschwindigkeitscomponenten der zuströmenden Luft sind übrigens von vornherein gar nicht so unbedeutend, wie man vielleicht annehmen möchte. Befindet sich z. B. das Verdünnungscentrum in 20° nördl. Breite, so hat in 120 Seemeilen Entfernung die Luft im Süden eine um 10 Seemeilen grössere und im Norden eine um 11 Seemeilen kleinere Geschwindigkeit nach Osten hin, als das Centrum; jene Geschwindigkeitsunterschiede betragen sogar 20 und 21 Seemeilen per Stunde, wenn das Centrum auf dem vierzigsten Breitengrade sich befindet. Ohne Zweifel befördert die so entstehende Wirbelbewegung das Andauern und Wachsen der centralen Luftverdünnung und damit zugleich die oft wochenlange Dauer der Cyclonen. Könnte die Luft ohne Wirbelbewegung direct von allen Seiten der Verdünnungsstelle zuströmen, so würde daselbst ein bis zu 2 Zoll (25—51  $\frac{m}{m}$ ) niedrigerer Barometerstand sich wohl nicht lange erhalten können; auch würden die feuchten unteren Luftschichten bis auf grosse Entfernungen hin bald erschöpft sein und die latente Wärme des Dampfes würde aufhören, in Wirksamkeit zu treten. Die amerikanischen Tornados und wohl auch die kleinen Seetornados bieten uns Beispiele von derartigen, wenn auch heftigen, doch nach wenigen Seemeilen Weges endenden kleineren Orkanen, in denen die Drehbewegung weit weniger merklich ist, als in grossen Cyclonen. Dass sie schwächer ist, rührt daher, dass der Einfluss der Erdrotation auf die Bewegung der zuströmenden Luft um so geringer wird, je kleiner der Durchmesser der Verdünnungsstelle ist. Die Seetornados treten zudem vornehmlich in der Nähe des Aequators auf, wo jener Einfluss ohnehin schwächer ist. Denn befände sich z. B. das Centrum der Verdünnung auf dem Aequator selbst, so würde in den zuströmenden Luftmassen gar keine Tendenz zur Drehung vorhanden sein, vielmehr würden die sowol von Norden als auch die von Süden aus 120 Seemeilen Entfernung zuströmenden Luftmassen nach Westen zu hinter dem Centrum zurückbleiben, jedoch nur mit der unbedeu-

tenden Geschwindigkeitsdifferenz von  $\frac{4}{7}$  Seemeilen per Stunde. Auch die bekannte Thatsache, dass innerhalb der ersten fünf Grade nördlicher wie südlicher Breite kaum jemals Cyclonen, sondern nur Wasserhosen und allenfalls Tornados beobachtet worden sind, findet in diesem mangelnden Antrieb zur Drehbewegung eine ebenso einfache wie ausreichende Erklärung.«

Ein Orkan wird nach jener Richtung fortschreiten, nach welcher jedesmal das Minimum des Luftdruckes fällt. Dies wird innerhalb der Tropen in jenen Theil des Wirbelsturmes fallen, wo die Rotationsrichtung des Orkans mit der Richtung des ausserhalb der Cyclone herrschenden Windes zusammentrifft, daher bei Orkanen der Nordhälfte der Erde innerhalb des NO.-Passats in den nordwestlichen Theil des Wirbels — die Bahnrichtung ist daher eine nordwestliche; bei Orkanen der Südhälfte der Erde innerhalb des SO.-Passats in den südwestlichen Theil des Drehsturmes — die Bahnrichtung ist daher eine südwestliche. Auf der SO.-Seite, beziehungsweise NO.-Seite der Wirbelstürme der Tropen ist hingegen die Drehrichtung der Orkane der Richtung der herrschenden Winde (NO.- und SO.-Passat) entgegen; dies erzeugt eine Erhöhung des Barometerstandes, eine Anstauung und Verdichtung der Luftmassen. Auf die obige Art dürften sich auch die Abweichungen der Bahnen von der normalen NW.-, beziehungsweise SW.-Richtung erklären lassen.

Ursachen, welche die Richtung des Vorschreitens der Orkane auf ihrer Bahn bestimmen.

An den Polargrenzen der Passate, wo in der Region variabler Brisen und Calmen der Einfluss der die Cyclone umgebenden Luftmassen zurücktritt, sowie im Bereiche der westlichen Winde wird das Minimum des Luftdrucks — der Ort der grössten Verdünnung — dort sich befinden, wo der bedeutendste Niederschlag erfolgt. Die Grösse des Niederschlags in einer Cyclone wird aber vornehmlich vom Dampfgehalt der äquatorialen Luftströme bedingt, und diese werden ihren Dampfgehalt desto früher abgeben, je mehr sich die Cyclone, aus den Tropen kommend, polwärts bewegt. Der Ort grösster Luftverdünnung wird demzufolge im Scheitel der Bahn mehr polwärts vom Centrum fallen, im Bereiche der westlichen Winde — beim weiteren Fortschreiten der Orkane gegen den betreffenden Pol, demnach in kältere Breiten — mehr und mehr gegen NO., beziehungsweise SO., daher nach jenem Theile des Orkans, wo die dampfhaltigen äquatorialen Winde — in der Nordhälfte der Erde die südlichen, in der Südhälfte der Erde die nördlichen — das Sturmfeld einnehmen.

Reye, dessen auf Mohn's Untersuchungen gestützte Anschauung über die Bahnrichtung der Drehstürme in höheren Breiten hier oben wiedergegeben ist, glaubt bezüglich der westindischen Orkane das Umbiegen derselben an der Polargrenze des Passats dem Einfluss des Golfstromes zuschreiben zu dürfen, während die nordwestliche Bahnrichtung innerhalb der Tropen sich dadurch ergäbe, dass die südliche, daher wärmste und feuchteste Luft des Orkans, um das Sturmcentrum wirbelnd, erst im nordwestlichen Theil desselben aufsteigt. »Sowie aber der Wirbel ganz in die Nähe des Golfstroms gelangt, dürfte dieser demselben noch feuchtere Luft aus Westen zuführen, und diese wird dann schon an seiner nordöstlichen Seite emporsteigen.« — Dass die grossen warmen Strömungen der Oeane von Einfluss auf die Richtungen der Sturmbahnen sein mögen, wurde bereits früher bemerkt; eine Analogie im Verlaufe der gedachten Strömungen und der Orkanbahnen ist wohl unverkennbar. Ebenso dürfte nicht zu verkennen sein, dass der Einfluss des Landes, bei Annäherung einer Cyclone an dasselbe, bestimmend auf dessen Bahn einwirken könne. Der Scheitel der Bahnen der grossen oceanischen Drehstürme liegt meistens nicht ferne von einer Küste.

Elliot in seiner Untersuchung der Cyclonen von Vizapatam und Backergunge\* erklärt »das Fortschreiten derselben nach NW. und N. durch die stärkere Condensation im südlichen Quadranten der bengalischen Drehstürme, weil hier ein Zufluss an Wasserdampf reicherer Luftmassen stattfindet. Der stärkste Regenfall erfolgt in der Regel im südlichen und östlichen Quadranten des Wirbelsturmes.

»Wie die Cyclone vorrückt, so bildet sie den Focus, gegen welchen die im Süden gebildeten Wasserdämpfe hinstreben; dieser Focus ist der natürliche Abfluss für sie; daher das vergleichsweise schöne Wetter, welches dem Vorübergange einer Cyclone folgt, und das Vorrücken des feuchten Luftstromes nach Norden.«

Es dürfte gestattet sein, hier noch nachstehende kurze Betrachtung anzuschliessen.

Es ist nach der Gesammtheit dessen, was zur Erklärung der Cyclonen gesagt worden, nicht zu zweifeln, dass die Condensation von Wasserdämpfen dabei eine Hauptrolle spielt. Ist dies unbedingt richtig, so ist es auch zulässig, dem nach dem Ort des minimalen Luftdruckes hinstrebenden äquatorialen Luftstromen ebenfalls eine hervorragende Rolle, ein Ueberwiegen gegenüber dem polaren Luftstromen zuzusprechen. Wenn daher auch innerhalb der Passate, als einer Region, wo der polare Luftstrom an der Erdoberfläche sich ausbreitet, der Einfluss desselben sich in einer westlichen Bahnrichtung äussert, so kommt doch die polwärts gekehrte Richtung des äquatorialen Luftstroms in den Cyclonen

\* Zeitschrift der österr. Gesellschaft für Meteorologie 1877.

zur Geltung, indem die Bahn des Orkans eine nordwestliche, beziehungsweise südwestliche Richtung erhält. Wenn nun bei den von Elliot untersuchten Cyclonen der Bai von Bengalen die Bahnrichtung NNW. und N. ist, so mag dies die Ursache darin haben, dass diese Cyclonen zur Zeit des Monsunwechsels vorgekommen sind und der NO.-Monsun schwache Fortschritte gemacht hatte.

Der Grund, warum die Cyclonen in den heissen Zonen heftiger sind, als in den gemässigten, liegt wohl darin, dass über den Meeren der heissen Zone die Luft wärmer ist und deshalb reicher an Dampfgehalt sein kann, wogegen über den Meeren der gemässigten Zonen die kühlere Luft trotz ihres geringeren Dampfgehaltes gewöhnlich dem Sättigungspunkte näher ist. Je mehr Wasserdampf in dem emporsteigenden Luftstrom sich befindet, desto mehr Wärme wird bei seiner Verdichtung frei und desto heftiger wird auch die Luft aufwärts gerissen; die nachdringende untere Luft muss aber, wenn sie weit von ihrem Sättigungspunkte entfernt ist, diesem Strome einfach folgen. Gelangt aber der Orkan in die gemässigte Zone und fliesst ihm unten nahezu gesättigte Luft zu, so wird diese, noch ehe sie in die Gegend des tiefsten Barometerstandes kommt, sich infolge des geringen Luftdruckes so weit ausgedehnt haben, dass ihr Wasserdampf sich zu verdichten und sie demnach aufzusteigen beginnt: die Kraft der Dampfwärme, welche sie emportreibt, ist weniger gross, wird aber früher wirksam, als in der heissen Zone. Die Drehstürme der höheren Breiten werden daher an Umfang gewinnen, an localer Gewalt aber einbüssen.

Warum sind die Cyclonen in den heissen Zonen heftiger, als in gemässigten Zonen?

## Schiffahrtsregeln in Sturmeyclonen.

Anzeichen eines nahenden Orkans sind:

1.) Starkes Fallen des Barometers, selbst bei schönem Wetter; unruhig schwankender Stand des Barometers.

a) Anzeichen eines Orkans.

2.) Bildung von schweren Wolkenbänken; auffallende Gestaltung, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit einzelner Wolken; nicht selten eigenthümliche, auffallende — besonders häufig röthliche — Färbung der Wolken. Die Sonne erscheint manchmal roth oder auch blass wie der Vollmond. Starkes Funkeln der Sterne.

Alle ungewöhnlichen Erscheinungen am Himmel und in der Wolkenregion werden zu beachten sein, zumal in Gewässern, wo Orkane zu den häufigen Gästen gehören.

3.) Seegang bei ruhigem Wetter oder ungewöhnlicher Seegang in Bezug auf die Gestaltung der Wellen (z. B. Pyramidalform), in Bezug auf Stärke oder Richtung der eben wehenden Brise. Auffallendes starkes Steigen des Wassers am Strande. Grosse Verstärkung oder völliger Wechsel regelmässiger Strömungen u. s. w.

Die Beobachtungen von Wind, Wellen und Himmel dürfen neben jenen des Barometers nicht vernachlässigt werden; denn auf solche

Art kann ein Versagen des einen Wetterzeichens in der richtigen Function des anderen einen Ersatz finden und der Schiffer vor fatalen Ueberraschungen bewahrt werden. Es ward z. B. bereits früher einmal bemerkt, dass Umstände eintreten können, welche die Angaben des Barometers als trüglich erscheinen lassen, während umgekehrt in anderen Fällen das Barometer sich als Warner erweist, Zustand der Luft und der Wolken hingegen den Seemann täuschen würden.

b) Bestimmung  
der Lage des  
Orkancentrums  
zum Schiffsort.

Sind die Anzeichen eines Orkans vorhanden oder ist bereits kein Zweifel mehr übrig, dass man sich in einem solchen befinde, so handelt es sich vor allem darum, festzustellen, nach welcher Richtung vom Schiffe aus das Centrum desselben liege. Der Einfachheit wegen wird vorerst von der Annahme ausgegangen, dass die Luft in einer Cyclone sich in einem wirklichen Kreise bewege.

Diesen Standpunkt festhaltend, wird die Senkrechte zur Richtung des Windes, welcher eben am Schiffsorte weht, die Richtung des Centrums anzeigen, und zwar ergibt sich aus der Natur der Rotationsrichtung in den beiden Hemisphären wohl von selbst, nach welcher Seite die Senkrechte zum Winde als Peilung des Centrums aufzufassen ist.

Uebrigens wird die Regel: dass der Focus des Wirbelsturmes, wenn man dem Winde den Rücken zuwendet, in der Nordhälfte der Erde nach links, in der Südhälfte der Erde nach rechts falle, jedes Missverständniss und jeden Irrthum hintanhaltend.

Piddingtons in Tafel II, Figur 11, dargestellten, durchsichtigen Cyclonenrosen aus Horn (auch Papier, doch ist dieses beim Gebrauch mit Terpentinöl durchscheinend zu machen) lassen die Richtung des Centrums einfach dadurch finden, dass man die der Erdhälfte entsprechende Rose auf die Karte über den Schiffsort in der Weise legt, dass einerseits die Nordsüdrichtung der Rose mit dem Meridian der Karte übereinstimmt, andererseits die Windrichtung der Rose auch jene sei, welche auf dem Schiff beobachtet wird. Die blosse Einsicht in die Rose für die Erdhälfte, in welcher man sich aufhält, dürfte übrigens schon die gewünschte Aufklärung verschaffen. Tabellen, in welchen für die verschiedenen Windrichtungen je nach der Erdhälfte die Richtung des Centrums eingetragen ist, werden denselben Zweck erfüllen. Mittelst Tabellen die Richtung der Orkanmitte anzugeben, dürfte besonders dann angezeigt sein, wenn man auf das Einströmen der Luft nach innen Rücksicht nehmen will, indem für diesen Fall die Tabellen für die verschiedenen Windrich-

tungen die Grenzpeilungen zu enthalten hätten, innerhalb welchen die Richtung des Centrums fallen mag. Reye gibt für jene, welche das Einströmen der Luft nach innen in Rechnung bringen wollen, als Regel an: dass in beiden Erdhälften das Centrum um einen halben bis zu einem ganzen Strich von der Senkrechten zur Windrichtung weiter nach vorne (vorne im Sinne der Windrichtung) liege; die von Reye angegebenen Winkel scheinen aber zu gering zu sein. Capitän Toynbee zieht aus den Ergebnissen seiner Untersuchungen bezüglich des nordatlantischen Orkans vom August 1873 nachstehende Folgerungen:

»Hieraus können wir schliessen, dass ein Schiff, platt vor dem Winde laufend, in diesem Orkan sicher sein mochte, das Centrum des Sturmes mehrere Grade vor der Dwarlinie des Schiffes nach vorne, und zwar an Backbord zu haben, da der mittlere Winkel 28° oder 2½ Striche ausmachte; es würde daher am Ende ins Centrum gerathen sein. Diese Thatsachen zusammen mit den Untersuchungen Meldrum's, Clement Ley's und anderer lassen die folgende Tabelle der Peilungen des Orkancentrums für die Nordhemisphäre wahrscheinlicher erscheinen, als die von der Kreistheorie abgeleitete.

Wind.	Peilung des Centrums.
N. . . .	OSO. oder mehr S.
O. . . .	SSW. » » W.
S. . . .	WNW. » » N.
W. . . .	NNO. » » O.*

\* Für die Bestimmung der Peilung des Centrums mit Rücksicht auf die eben herrschende Windrichtung würde sich für die Südhemisphäre nachstehende Tabelle ergeben:

Wind.	Peilung des Centrums.
N. . . . .	WSW. oder mehr S.
O. . . . .	NNW. » » W.
S. . . . .	ONO. » » N.
W. . . . .	SSO. » » O.

W. G. Willson, Director des meteorol. Amtes in Calcutta, gibt folgende Regel für die Bestimmung des Orkancentrums in der Norderdhälfte, wenn der Barometer rasch zu fallen und der Wind mit der Kraft eines starken Sturmes zu wehen beginnt. »Um auf der nördlichen Hemisphäre das Sturmcentrum zu finden, stelle man sich mit dem Gesicht gegen den Wind und messe zur Rechten (nach der weiter oben gegebenen Regel mit dem Rücken gegen den Wind zur Linken) einen Winkel von 10 bis 11 Compassstrichen ab« (von der Richtung ausgehend, aus welcher der Wind weht).

Solche Angaben sind ihrer Natur nach nur beiläufige, und müssen weitere Untersuchungen die in Rede stehenden Peilungslinien in engeren und bestimmteren Grenzen für die Orkane der verschiedenen Erdhälften und Zonen feststellen. Erst eine nähere Kenntniss über die Form der Bewegung der Luftmassen innerhalb der Drehstürme wird auch in der fraglichen Richtung bestimmte Anhaltspunkte bieten. Genau die Richtung anzugeben, in welcher das Centrum des Orkans sich befindet, ist wohl kaum möglich, da die Grösse der Abweichung der Windbewegung innerhalb eines Wirbelsturmes von der Kreisform nicht alsbald bestimmbar und nicht für alle Orkane und auch für einen und denselben Orkan nicht constant dieselbe sein wird.

Es wird gut sein, wenn man sich über die allfälligen Eigentümlichkeiten der Orkane in den Gewässern, welche man zu befahren hat, rechtzeitig unterrichtet.

Geht man von der Kreisform aus, so lässt sich, wenn ein Windwechsel vorgekommen, die Bahn eines Orkans aus diesem Windwechsel erkennen.

Piddington's Cyclonenrosen können hiebei Verwendung finden, indem man den Punkt der Rose, welcher der Richtung des Windes entspricht, der zuerst geweht hat, mit jenem verbindet, welcher die Windrichtung anzeigt, wie sie später eingetreten ist; die durch das Centrum der Rose zur gedachten Verbindungslinie parallel gezogene Linie gibt alsdann die Richtung der Bahn an. (Taf. II, Fig. 12.) In Ermangelung der Cyclonenrose Piddington's kann man einen Kreis ziehen, auf selben die Striche der Compassrose, soweit als nothwendig, auftragen und für diese je nach der Erdhälfte die entsprechenden Windrichtungen verzeichnen.\*

Ein anderer Vorgang, die Bahn eines Orkans zu bestimmen, ist weiters folgender: Man verzeichnet auf der Karte zur Stelle

---

\* Die ungefähre Richtung, nach welcher der Orkan vorschreitet, lässt sich aus der Veränderung der Windrichtung auch auf folgende Weise erkennen: Kehrt man in der Nordhemisphäre dem Winde die linke Seite zu, so hat man das Centrum vor sich. Wechselt der Wind, so wird man ebenfalls eine andere Stellung nehmen müssen, um dem Winde die linke Seite zuzukehren. Hat sich nun der Beobachter nach links drehen müssen, so ist das Centrum auch nach links gerückt; hat er sich nach rechts drehen müssen, so ist auch das Centrum nach rechts gerückt. In der Südhemisphäre gilt dasselbe, wenn man dem Winde die rechte Seite zukehrt.

des Schiffsortes die Windrichtung, welche eben herrscht, und zieht auf diese eine Senkrechte nach der Seite des Centrums. Die abgeschätzte Distanz von der Orkanmitte wird auf der Senkrechten aufgetragen. Die in Rede stehende Abschätzung kann auf Basis der früher angeführten, auf der Grösse des stündlichen Barometerfalles beruhenden Scala geschehen. Bezüglich Abschätzung der fraglichen Entfernung gibt übrigens Piddington noch eine andere Regel an, welche allerdings ebenfalls nur sehr beiläufig richtige Ergebnisse liefern kann. Piddington sagt: »Für eine steife Kühle (strong gale), welche einem guten Kauffahrteischiffe gestattet, dichtgereefte Marssegel und Focksegel zu führen, können wir die Entfernung zu 200 Meilen annehmen; für eine harte Kühle (hard gale), in welcher man kaum das Focksegel halten kann, eine Entfernung von 150—100 Meilen, und für eine sehr heftige Kühle (severe gale) eine noch geringere Distanz.«

An einem zweiten Schiffsort bestimmt man auf gleiche Weise Richtung und Distanz des Orkancentrums. Die Linie, welche die für dieses gefundenen Punkte verbindet, wird alsdann die Bahn des Drehsturmes darstellen. Im eben beschriebenen Vorgang ward von der Kreistheorie ausgegangen. Richtigere Resultate werden sich herausstellen, wenn man auf die spiralförmige Bewegung der Luftmassen in einem Orkan Rücksicht nimmt und bei Bestimmung der Richtung des Sturmcentrums sich an die Regeln hält, welche hier oben angeführt worden sind. Derlei Bestimmungen der Sturmbahn können selbstverständlich nur beiläufige sein, immerhin erscheinen selbe von hoher Wichtigkeit und sind in Anbetracht des Umstandes, dass die Cyclonenbahnen selbst dort, wo sie im allgemeinen innerhalb eines geringen Spielraumes gewissen Richtungen folgen, dennoch diese nicht immer einhalten, nicht zu unterlassen, umsoweniger aber in jenen Meeren, wo Abweichungen von den normalen Richtungen häufig oder wo die Cyclonenbahnen noch völlig unbestimmt sind.

Ist die Bahn bestimmt, so ergibt sich von selbst die Seite der Cyclone, an welcher sich das Schiff befindet. — Sollte diese Bestimmung nicht gemacht worden sein, so ist Nachstehendes zu beachten, um die fragliche Seite der Cyclone zu erkennen: Bleibt die Windrichtung die gleiche und nimmt die Windstärke bei fallendem Barometer zu, so kann man schliessen, dass man sich in oder nächst der Cyclonenbahn befindet; derselbe Schluss wird zu ziehen sein, wenn die Windrichtung andauert, die Windstärke aber abnimmt, während das Barometer steigt;

d) Bestimmung der Seite der Cyclone, an welcher man sich befindet.

im ersteren Fall nähert man sich dem Centrum, im letzteren entfernt man sich von demselben.

Wechselt der Wind im Sinne eines Zeigers einer Uhr, so ist das Schiff auf der rechten Seite der Sturmbahn; erfolgt der Windwechsel im entgegengesetzten Sinne, so ist das Schiff auf der linken Seite der Sturmbahn. (Taf. II, Fig. 3.) Ist der Schiffsort in der Nordhälfte der Erde und geschieht die Aenderung der Windrichtung im Sinne eines Zeigers einer Uhr, so ist das Schiff im gefährlichen Theil des Orkans; ist hingegen der Schiffsort in der Südhälfte der Erde, so befindet sich das Schiff dann im gefährlichen Theile des Orkans, wenn die Windrichtung sich im entgegengesetzten Sinne ändert, als die Drehung eines Uhrzeigers vor sich geht.

Vor allem gilt es, das Orkancentrum und die Nähe desselben zu vermeiden. (Taf. II, Fig. 13.)

Hat man rechtzeitig erkannt, dass ein Drehsturm herankommt oder dass man sich in einem solchen befinde, und ist die Gewalt des Windes noch nicht derart, dass sie die Führung von entsprechenden Segeln unmöglich macht, ist überhaupt das Schiff noch völlig in der Hand des Manövrirenden, so kann es gelingen, das Centrum des Orkans zu vermeiden oder ganz aus dem stürmischen Theil einer Cyclone hinauszusegeln, wenn man in der Nordhälfte der Erde den Wind von Steuerbord, in der Südhälfte den Wind von Backbord nimmt. Ob man hiebei am Winde zu halten oder mit raumer Schoote zu fahren hat, wird davon abhängen, in welchem Theile des Orkans sich ein Schiff befindet. Ist das Schiff im gefährlichen Theil des Orkans, was aus der Windrichtung oder dem Windwechsel, sowie aus der Bahnrichtung zu erkennen ist, so wird das Schiff am Winde halten. Je näher man sich der Rückseite des Orkans befindet, desto eher kann es gestattet sein, von dieser Regel abzugehen.

Z. B.: Ein Schiff befinde sich in einem westindischen Orkan, Windrichtung NO. oder O. In diesem Falle wird das Schiff am Winde halten; ist jedoch die Windrichtung SO., so kann es einen nordöstlichen oder nordnordöstlichen Cours einschlagen.

Ist das Schiff im maniablen Theil des Orkans, so kann es mit raumen Winde segeln. Wäre z. B. in einem westindischen Wirbelsturm die Windrichtung NW. oder W., so befände sich das Schiff im maniablen Theil der Cyclone und ein südlicher Cours wird es aus dem Sturme herausführen.

e) Manöverregeln,  
um aus einer  
Sturmcyclone  
heraus  
zu kommen.

In diesem Falle wird man bei entsprechender Segelführung sich an den Wind legen, und zwar, dem Obigen zufolge, mit Steuerbordhalsen in der Nordhemisphäre, mit Backbordhalsen in der Südhemisphäre. Der eintretende Windwechsel oder die Zu- oder Abnahme des Windes bei gleicher Richtung und die Aenderung des Barometerstandes werden dann die erwartete Orientirung geben, welcher gemäss man weiter vorgehen wird.

Sind alle Anzeichen vorhanden, dass man sich in einem Orkan, und zwar vor demselben und in der Bahnrichtung des Centrums oder nahe derselben befinde, was aus der Andauer der Windrichtung, aus dem Wachsen der Windstärke und aus dem raschen Fallen des Barometers geschlossen werden kann, so wird man, wenn es die Heftigkeit des Windes noch zulässt, genügende Segel zu führen, es versuchen, mit raumer Schoote (den Wind fast achter) oder vor dem Winde die Bahn zu durchschneiden, um in den maniablen Theil des Orkans zu gelangen. Bei raumen Winde fahrend ist die oben gegebene Regel im Auge zu behalten, von welcher Schiffsseite der Wind zu nehmen ist.

Um das fragliche Manöver mit einiger Sicherheit auszuführen, ist es von hohem Belang, die Geschwindigkeit der Cyclone auf ihrer Bahn zu kennen.

Ist keine Aussicht vorhanden, die Bahn rechtzeitig zu durchkreuzen, so wird man beiliegen.

Es dient zur allgemeinen Richtschnur, dass man an der rechten Seite der Bahn mit Steuerbordhalsen, an der linken Seite der Bahn mit Backbordhalsen beizuliegen hat. Dies hat seinen Grund darin, dass man es vermeiden muss, den Wind back zu bekommen. Hält man sich an obige Regel, so wird der Wind, wie er wechselt, zugleich raumen. Ueberdies wird auf diese Weise die Gefahr hintangehalten, dass man die See noch achter hat, während der Wind von vorne auftrifft, wie es geschehen kann, wenn bei falschen Halsen der Wind plötzlich schralt, während die See vermöge ihrer Trägheit noch in ihrer früheren Richtung verharret. Man hat sich hiebei zu erinnern, dass der Wind innerhalb der Cyclonen in Böen weht. Wenn z. B. ein Schiff im nordatlantischen Ocean in den Bereich eines Orkans gerathen und die Windrichtung SO. ist, so befindet sich der Schiffsort bei ostnordöstlicher Bahnrichtung an der linken Seite der Bahn. Legt das Schiff mit Backbordhalsen auf 7 Strich vom Winde bei, demnach mit der Cursrichtung SWzS., so geschieht der Wechsel

f) Manöverregeln, wenn ein Schiff über die Natur des Sturmes oder über seine Lage innerhalb der Cyclone im Ungewissen ist.

g) Manöverregeln, wenn ein Schiff vor einem Orkan oder nicht dessen Bahn sich befindet.  
Taf. II, Fig. 14.

h) Regeln bezüglich des Beiliegens, wenn man dem stürmischen Theil einer Cyclone nicht mehr entgegenkommen kann.  
Taf. II, Fig. 16.

des Windes immer raumend, nämlich nach OSO., O., ONO., NO. Würde das Schiff mit Steuerbordhalsen Curs NOZO. beiliegen, so würde der Wind schralen, und da der Wind stossweise bläst und die Manövrirfähigkeit des Schiffes unter solchen Umständen eine sehr geringe ist, so ist auch die Gefahr naheliegend, dass das Schiff back bekommt. Diese Gefahr wird desto grösser sein, je näher das Schiff der Orkanmitte ist, da die Windwechsel hier rascher einander folgen, als am Rande der Cyclone. Hier mag es vorkommen, dass der Wellengang noch aus S. und SO. ist, während die Windrichtung bereits nach NO. und N. gewechselt hat. — Die vorstehende Regel bezüglich des Beiliegens in einem Orkan bedingt nun allerdings, dass in der Nordhälfte der Erde die Schiffe auf der linken Seite, in der Südhälfte auf der rechten Seite der Bahn in einem Course beizuliegen haben, welcher nach der Orkanmitte weist; es ist daher die Gefahr einer Annäherung an dasselbe vorhanden, doch darf diese Gefahr in Anbetracht des Umstandes, dass die Bewegung des Schiffes im Sinne des Curses nur eine geringe sein kann, nicht zu hoch veranschlagt werden gegenüber den Gefahren, welche durch Einhaltung der Regel vermieden werden. In einem Orkan beiliegende Schiffe dürften überhaupt vornehmlich durch die starke Abtrift in Gefahr kommen, dem Centrum in unheilvolle Nähe gebracht zu werden, wenn man erwägt, dass ein Einströmen der Luft gegen den Focus stattfindet. Dies wird besonders bezüglich solcher Orkane zur Geltung kommen, welche keine oder eine geringe Bewegung im Sinne einer Bahn haben.

Der falschen Wahl der Halsen dürfte hauptsächlich der grosse Verlust zuzuschreiben sein, welcher am 17. September 1782 eine englische Flotte betroffen hat. Am 16. September wurden die britischen Kriegsschiffe »Ramilies«, »Canada« und »Centaur« zu 74 Kanonen, ferner die Prisenschiffe »Pallas« und »Ville des Paris« zu 110 Kanonen, »Glorieux« und »Hector« zu 74 Kanonen, »Ardent« und »Caton« zu 64 Kanonen, sowie endlich eine Handelsflotte von 92—93 Segeln im nordatlantischen Ocean von einem Wirbelsturm ereilt, der aus OSO. blies und rasch zunahm. Die Flotte legte bei mit Steuerbordhalsen. Am 17. September um 2 Uhr früh bekam die ganze Flotte back, der Wind war offenbar mit schrecklicher Gewalt plötzlich nach NNW. umgesprungen und tobte sodann längere Zeit aus NW. (Dieser rasche Windwechsel auf der Seite der Bahn, welche hier in Rede steht, entspricht völlig der Art und Weise, wie nach der Spiraltheorie an dieser Stelle die Aenderung der Windrichtung vor sich gehen muss.) Als der Sturm zu Ende, waren sämmtliche Kriegsschiffe, mit Ausnahme des »Canada«, gesunken oder aufgegeben und zerstört, desgleichen ein grosser Theil der Kauffahrer. Es ist dies einer der grössten zur See vorgekommenen Unglücksfälle. Der Verlust an Menschen ward auf 3000 Mann geschätzt.

Für Schiffe, welche im südindischen Ocean einen Orkan zu bestehen haben, stellte 1863 Meldrum mit Berücksichtigung der Spiraltheorie folgende Manöverregeln auf:

i) Die Manöverregeln in einem Orkan mit Rücksicht auf die Spiraltheorie.

»Es scheint nicht sehr schwierig, einem Drehsturme auszuweichen, wenn das Schiff sich in der nördlichen Hälfte befindet und den Wind aus irgend einem Compasstrich von S. durch W. bis N. oder sogar von S. durch W. bis NO. hat.\* Wenn der Wind zwischen S. und W. ist, soll das Schiff nordwestwärts laufen; wenn der Wind zwischen W. und N. ist, so soll dasselbe nordöstlich halten; wenn der Wind nordöstlich ist, so soll es nach O. Weg zu gewinnen suchen so viel als möglich, oder je nach dem Zustand von See und Wetter soll es mit den geeigneten Halsen beiliegen, bis das Barometer steigt und das Wetter sich bessert. Wenn der Wind aus irgend einem Compasstrich von S. durch W. bis N. weht, ist thatsächlich keine Gefahr vorhanden. Alles, was zu machen ist, besteht darin, entweder vom Centrum weg Curs zu nehmen, indem man westwärts, nordwestwärts, nordwärts, nordostwärts oder ostwärts, je nach der Richtung des Windes läuft, oder beizuliegen. Es ist leicht nachzuweisen, dass alle heimwärts bestimmten Schiffe, welche hierher (Mauritius) kommen, um reparirt zu werden, nachdem sie Havarien in einer Cyclone erlitten, in welche sie von N. her hineingesegelt sind, die schweren Auslagen und den langen Aufenthalt sich dadurch zugezogen haben, dass sie südwärts oder südwestwärts gelaufen sind, anstatt zu rechter Zeit beizuliegen oder vom Centrum weg abzuhalten, bis das Barometer steigen und das Wetter sich bessern würde. Es ist für solche Schiffe eine starke Versuchung, mit günstiger Brise den Curs zu halten; doch ein sich steigernder nördlicher oder nordöstlicher Wind bei fallendem Barometer und schlechten Anzeichen sollte sie vor der äussersten Gefahr warnen, mit einer Fahrt von vielleicht 9 Knoten per Stunde südwestwärts zu laufen. Viele Schiffe, vermeintlichen Vortheil aus diesen nördlichen Winden ziehend, sind in Front eines Sturmes gerathen, wurden entmastet und gezwungen, für Monate zu Mauritius zu bleiben, während andere seeunfähig erklärt wurden! Ein Aufenthalt von 24 oder 48 Stunden hätte fast in jedem Falle Schiff und Ladung erhalten!

»Für Schiffe andererseits mit dem Winde zwischen S. und O. oder ONO., besonders zwischen SSO. und O., gestaltet sich die Sache ganz anders, denn der Sturm bewegt sich gegen irgend einen Punkt zwischen WSW. und SO., und dieser Punkt kann nicht immer bekannt sein, weil der Wind zur Zeit, als das Barometer fällt und der Wind zunimmt, nicht, wie bisher angenommen, rund um das Centrum des Sturmes in einem Kreise wehen mag.

»Für Schiffe in dieser Lage wird es am besten sein, beizuliegen und auf Wind und Barometer zu achten.

»Wenn der Wind entschieden entweder nach O. oder S. wechselt, so kann die Bewegung des Centrums mit Rücksicht auf den Schiffsort annäherungsweise bestimmt werden.

»Wenn das Barometer  $\frac{1}{10}$  Zoll engl. ( $10^m/m$ ) — zehn Jahre später corrigirte Meldrum diesen Ansatz auf  $\frac{6}{10}$  ( $15^m/m$ ) — gefallen ist, so kann

\* Eine beiläufig südwestliche Bahnrichtung vorausgesetzt.

die Windrichtung als annähernd senkrecht zur Richtung des Centrums angenommen werden.

»Wenn dann ein Schiff den Wind von SO. hat, so soll es versuchen, westwärts zu laufen, um die Sturmbahn zu kreuzen. Wenn es westwärts läuft, bevor das Barometer mehr als  $\frac{1}{10}$  Zoll ( $2\cdot5 \frac{m}{m}$ ) oder beiläufig so viel gefallen ist, kann es sich dem Sturmcentrum nähern, wie es der »Louisa« geschehen ist, als sie am 2. Februar 1863 den Wind südostwärts hatte.

»Bei südöstlichem Winde zeigt sich dieselbe Schwierigkeit für Schiffe, welche bei Mauritius und bei Reunion vor Anker liegen, nämlich die Peilung des Centrums zu kennen, da beim Beginn der Wind nicht in einer Richtung senkrecht zu jener des Centrums wehen dürfte. Wenn das Centrum nordwärts oder nordnordwestwärts statt nordostwärts liegen sollte und ein Schiff läuft gegen NW., so kann es, diesen Curs haltend, in das Herz des Sturmes gerathen, wie es häufig mit Schiffen der Fall gewesen ist, welche St. Denis verlassen haben, und wie es wahrscheinlich dem »Shah Allam« geschehen ist, nachdem er Bellbuoy im Jänner 1863 verlassen hatte.

»Das Beste mag es vielleicht sein (wenn die Schiffe nicht in den Hafen gebracht werden können), in See zu stechen bei dem ersten sicheren Anzeichen vom Herankommen des Sturmes und, nachdem genügend Seeraum gewonnen, beizuliegen, auf Wind und Barometer zu achten und sich von selbst leiten zu lassen. Wenn das Barometer  $\frac{3}{10}$  oder  $\frac{4}{10}$  Zoll ( $7\cdot6$  oder  $10 \frac{m}{m}$ ) bei Wind zwischen SO. und S. gefallen ist, ist nicht anzustehen, nach W. oder NW. zu laufen; wenn jedoch der Wind von SO. nach O. oder NO. wechselt, hat man darauf bedacht zu sein, das Schiff mit Backbordhalsen beizulegen, nachdem man, soweit möglich, nach ostwärts gelangt ist.« —

»Nach zehnjähriger weiterer Erfahrung haben wir dem wenig beizufügen, was 1863 gesagt worden ist. Die thatsächlich gefährliche Lage für ein Schiff ist jene mit Wind aus NO. bis SSO. und insbesondere aus SO.

»Wenn der Wind zwischen NO. und OSO. ist, würde unser Rath einzig dahin gehen, beizuliegen.

»Mit Wind von SO. und immer noch hohem, doch fallendem Barometer würden wir ebenfalls beiliegen, weil die Peilung des Centrums nicht bekannt sein kann. Wenn der Wind entschieden nach südwärts gewechselt hat und bis südlich von SSO. gegangen ist (passed to the South of SSE.), würden wir ohne Zeitverlust nordwestwärts halten; wenn jedoch der Wind nach O. geht, so würden wir entweder mit Backbordhalsen beiliegen, oder Raum nach O. zu gewinnen suchen.

»In keinem Falle würden wir nach S. oder südwestwärts laufen, wenn der Wind aus irgend einem Compasstrich zwischen N. und O. weht, sondern so viel als möglich ostwärts zu gelangen suchen.

»Der gefährlichste Fall ist jener, wenn der Wind ständig aus SO. weht, das Barometer fällt und der Wind nach und nach zunimmt. Was hat ein Schiff unter diesen Umständen zu thun? Wenn es nach NW. läuft, kann es geraden Weges ins Centrum gerathen.

»Wir glauben, es kann nichts Besseres thun, als beizuliegen und auf Wind und Barometer zu achten. Die Chancen sind, dass der Wind wechseln und das Schiff, ehe es zu spät ist, wissen wird, ob es nach NW. zu laufen, ob es zu

bleiben hat, wo es ist, oder ob es ostwärts halten soll. Wenn aber der Wind sich nicht ändert und das Barometer vom Anfang her volle  $\frac{6}{10}$  Zoll ( $15 \frac{m}{m}$ ) gefallen ist, so würden wir als letztes Auskunftsmittel, wenn möglich, nordwestwärts laufen. Wir sagen  $\frac{6}{10}$  ( $15 \frac{m}{m}$ ), weil  $\frac{4}{10}$  ( $10 \frac{m}{m}$ ), welchen Betrag des Barometerfalles wir 1863 angeführt hatten, zu gering ist. (Im Centrum der heftigsten Cyclonen in diesen Gewässern fällt das Barometer stets unter 28 Zoll [ $711 \frac{m}{m}$ ].)

»Die obigen Bemerkungen beziehen sich vornehmlich auf Schiffe, welche Cyclonen begegnen, die noch nicht nach S. und SO. abzubiegen begonnen haben.

»Wenn ein Sturm südwärts oder südostwärts sich bewegt, würde ich noch immer mit einem Winde aus irgend einem Compassstriche zwischen N. und O. soviel als möglich nach ostwärts zu kommen suchen und nicht, wie 1863 empfohlen, südwestwärts laufen; denn wir wissen jetzt, dass die nordöstlichen und östlichen Winde oft, wenn nicht immer, gegen das Centrum wehen.

»Stürme biegen nicht immer gegen S. und SO. ab, und jene, welche es thun, schreiten in diesen Richtungen selten weit vor. Wenn man aber gefunden hat, dass ein Sturm gegen S. oder SO. sich bewegt, so soll ein Schiff mit Wind aus OSO. bis S. sich westwärts halten.« —

Es dürfte pflichtgemäss erscheinen, die oben gegebenen Rathschläge Meldrum's einer Besprechung zu unterziehen.

Was die Verhaltensregeln für Schiffe betrifft, welche in einem Orkan des südindischen Oceans sich nördlich der Bahn befinden, so ist wohl an denselben nichts auszusetzen. Ein Schiff, welches den Wind NO. hat, wird in der Regel beiliegen; bei diesem Winde Weg ostwärts zu machen, wird nur dann möglich sein, wenn, nach der Stärke des Windes und dem Stande des Barometers zu schliessen, das Orkancentrum sehr fern ist. Was aber Schiffe anbelangt, welche südlich der Bahn sind, so dürfte es zweifelhaft sein, ob denselben ein Versuch, nach O. Raum zu gewinnen, zu empfehlen wäre. Dies mag in Bezug auf Dampfer eher richtig und eher anwendbar sein, für Schiffe aber, welche auf ihre Segel angewiesen sind, ist dies nur unter günstigen, früher angedeuteten Umständen möglich. Der Ostwind ist für die Richtung, nach der man Weg gewinnen will, gerade Gegenwind. Gegen O. Raum zu gewinnen, könnte eher bei südöstlicher oder nordöstlicher Windrichtung gelingen; denn bei SO. kann das Schiff nordöstlich anliegen, doch hiebei nähert es sich dem Centrum; überdies ist die starke Abtrift und der weitere Umstand in Rechnung zu bringen, dass — vorausgesetzt, dass das Schiff wirklich gegen O. Raum gewinnt — der Wind schralen wird; ist der Wind nordöstlich und das Schiff liegt südöstlich an, so ist, besonders bei Berücksichtigung des Leeweges, immerhin noch zu bedenken, dass der Wind nach ONO. und O. wechseln, daher das Schiff in Winde gerathen kann, welche noch directer gegen die Orkanmitte wehen oder selbes vor das Sturmcentrum bringen mögen.

Was endlich Meldrum betrifft des Falles erwähnt, als der Orkan bereits eine südliche oder südöstliche Bahnrichtung eingeschlagen hat, so mag es noch nicht als festgestellt anzuerkennen sein, dass auch in diesem Theile der Bahn die östlichen Winde es sind, welche mehr oder weniger direct gegen den Focus wehen; man dürfte vielmehr, nach dem seinerzeit Gesagten, sich zur Annahme verleiten lassen, dass hier die östlichen Winde mehr oder weniger kreisförmig um das Centrum blasen, die westlichen Winde hingegen in ihrem Verlaufe dem

Centrum zustreben. Wenn man daher auf diesen Umstand Rücksicht nimmt, mag es sich für Schiffe mit OSO.- und SO.-Wind empfehlen, sich südwestwärts zu halten; bei S.-Wind wird man beiliegen; gestattet die Stärke des Windes, es mit Vortheil zu thun, so wird man westwärts segeln; sowie aber der Wind nach SSW. schralt und an Heftigkeit zunimmt, wird es gut erscheinen — wenn noch rechts der Bahn — mit Steuerbordhalsen beizuliegen, bis das Wetter sich bessert.

Wie zu ersehen, sind die eben angeführten Regeln unter der Voraussetzung gegeben, dass die Bewegung des Orkans in der Bahn die normale ist.

Wenn man nun die Spiraltheorie auch in ihrer Rückwirkung auf die Manöverregeln innerhalb der Orkane der Nordhemisphäre in Betracht zieht, so werden diesbezüglich einerseits die Weisungen des Linienschiffsleutenants W. Potocnik, wie er sie aus der Spiraltheorie gefolgert hat, andererseits jene des Capitäns Toynbee zur Richtschnur dienen, wie er selbe aus seinen Untersuchungen des nordatlantischen Orkans vom August 1873 geschöpft hat.

Die Regeln beider stimmen überein.

Capitän Toynbee sagt: »Die einzige durch diese Thatsachen veranlasste Abänderung der Instructionen, wie selbe auf der Kreistheorie beruhen, besteht darin, dass in den Fällen, in welchen die Kreistheorie lehrt, dass ein Schiff vor dem Winde laufen soll, die beschriebenen wirklichen Verhältnisse es fordern, dass ein Schiff, wenn möglich, in der Nordhälfte der Erde den Wind gut an der Steuerbordwindviering, in der Südhälfte der Erde an der Backbordwindviering halten soll, dies aus dem Grunde, weil platt vor dem Winde sich ein Schiff dem Centrum nähern würde. Diese Abänderung bietet umsomehr Sicherheit, als selbst dann, wenn die Kreistheorie in manchen Fällen als wahr befunden wird, sie doch die gute Tendenz hat, die Distanz des Schiffes vom Centrum zu vergrössern. Bekanntlich ist zwar in äusserst schweren Stürmen die Gefahr vorhanden, in den Wind zu drehen, wenn man den Wind seitlich achter bringt: die obigen Weisungen können daher nur befolgt werden, ehe der Wind zu stark wird.«

Zur Erläuterung dieser von Toynbee gegebenen Regeln mag Folgendes beigefügt werden:

Im gefährlichen Theile eines Wirbelsturmes der einen wie der anderen Hemisphäre sind constantere Windrichtungen zu erwarten, als im maniablen Theile desselben. Dies gilt aber auch, wenn ein Schiff sich auf der Bahn eines Orkans befindet. Es ist daher die Gefahr nahegelegt, dass man sich in dieser letzteren Position glaubt und lensend die Bahn zu durchkreuzen sucht, während man doch im gefährlichen Theile des Drehsturmes ist und beiliegen sollte. Es ist demnach grosse Vorsicht anzuwenden, und man hat wohl darauf

zu achten, ob das Barometer rasch fällt, der Wind augenscheinlich an Stärke gewinnt, ob er in seiner Richtung völlig constant bleibt oder nicht. Treten alle diese Anzeichen ein, so kann man daraus schliessen, dass man auf oder nächst der Bahn sich befinde, und man kann versuchen, die Bahn zu durchkreuzen, indem man jedoch nicht senkrecht zur Bahnrichtung Curs nimmt, d. h. vor dem Winde läuft, sondern mit raumer Schoote, in der Nordhemisphäre den Wind von Steuerbord, in der Südhemisphäre von Backbord, die Bahn in schiefer Richtung durchschneidet.

Könnte man mit Sicherheit in gewissen Breiten bestimmte Bahnrichtungen annehmen, so würde die Windrichtung darüber einen Aufschluss geben, ob man sich auf der Bahn befinde, da auf der Bahn auch bestimmte Windrichtungen herrschen würden. Doch die eben berührte Annahme ist selbst bei den atlantischen und südindischen Orkanen nicht zulässig, noch viel weniger bei den Drehstürmen in engeren Gewässern, wie z. B. im Golf von Bengalen oder im chinesischen Meere.

Der französische Fregattencapitän Roux gibt für Dampfer folgende besondere Regel:

»Vor allem ist die Richtung des ersten Cyclonenwindes zu bestimmen, und dann soll man 40 bis 60 Meilen mit voller Schnelligkeit laufen unter Segel und Dampf, indem man sich stets auf 7 Strich vom Winde hält, und zwar mit Steuerbordhalsen in der Nordhemisphäre, mit Backbordhalsen in der Südhemisphäre.«

Die angegebenen Halsen bedingen, wie schon früher erläutert worden, Cursrichtungen vom Centrum weg; die Anwendung der vollen Schnelligkeit setzt aber des ehesten in Stand, sich dem Centrum so weit entfernt zu halten, um nach stattgehabtem Windwechsel noch die Möglichkeit zu haben, jene Manöver auszuführen, welche die durch den Windwechsel constatirte Lage des Schiffes mit Rücksicht auf den Theil des Sturmfeldes erheischt, in welchem es sich befindet. Auch hier wird es übrigens darauf ankommen, ob man es nicht zu spät erkannt hat, dass man in eine Cyclone gerathen sei.

Z. B. ein Dampfer gerathe in den Bereich eines Orkans in der Nordhemisphäre im Punkte  $m$  und fahre mit Vollkraft und die Gaffelsegel beigesetzt 7 Strich vom Winde in der Richtung  $mn$ ; die Schnelligkeit der Fahrt sei gleich jener des Orkans auf der Bahn. Während der Orkan von  $o$  nach  $o'$  vorschreitet, wird der Dampfer von  $m$  nach  $m'$  gelangt sein, ausser dem Bereich des Sturmfeldes.

*h)* Besondere Manöverregeln in einem Orkan für Dampfer. Taf. II, Fig. 16.

Ist aber z. B. die Schnelligkeit des Schiffes geringer, als jene des Orkans auf der Bahn, so wird doch die Annäherung des Schiffes an die Orkanmitte geringer (z. B. *o'n*) sein, als es der Fall gewesen wäre, wenn dasselbe beigelegen oder mit reducirter Geschwindigkeit gefahren wäre; hingegen wird ein Windwechsel unter solchen Umständen sich in kürzerer Frist bemerkbar machen, es wird daher doch noch die Möglichkeit geboten sein, auf relativ grosse Entfernung vom Focus jene Bewegungen mit dem Schiffe auszuführen, welche dessen Lage verlangt.

Capitän Roux empfiehlt, um die Windrichtung gleich anfangs, ehe man sich auf 7 Strich mit den entsprechenden Halsen an den Wind legt und mit Vollkraft läuft, genau zu bestimmen, das Schiff bei sehr mässiger Geschwindigkeit in einem vollen Kreise zu drehen. Die Mittelrichtung des Windes, welche sich aus den Beobachtungen ergibt, wenn das Schiff vor und gerade entgegen dem Winde und dwars demselben gelegen war, kann dann als die wahre Richtung angenommen werden.

Während man die 40 bis 60 Meilen zurücklegt, wird man stets 7 Strich vom Winde zu bleiben suchen, daher allen Windwechseln folgen und auf diese Art zur Kenntniss der eigenen Position zum Centrum und zur Bahn gelangen.

Selbstverständlich wird man sich an die obigen Grenzen von 40 bis 60 Meilen nicht binden, wenn sich der Windwechsel in dem einen oder andern Sinn früher deutlich ausspricht, oder wenn bei auffallend starkem Barometerfall der Wind an Stärke zunimmt, ohne die Richtung in bemerkbarer Weise zu ändern, während zugleich der Seegang heftiger wird.

Eine Cyclone kann unter Umständen auch benützt werden, um rasche Fahrt nach seinem Bestimmungsort zu machen.

Ist die Windrichtung in Bezug auf das Ziel der Reise günstig, so wird man selbe ausnützen, vorausgesetzt, dass man im Stande ist, sich dem Centrum fern und am äusseren Rande der Cyclone zu erhalten, wo man das Schiff noch in voller Gewalt hat.

Die Bahn durchkreuzen wird man nur dann, wenn es noch mit voller Sicherheit geschehen kann, was allerdings häufig schwer zu bestimmen sein mag, da dies von der Geschwindigkeit des Fortschreitens der Cyclone auf ihrer Bahn abhängt. Diese Geschwindigkeit, sowie selbstverständlich die Bahnrichtung, müssen daher

1) Ueber Ausnutzung von Cyclonen zur Beschleunigung der Reise.

wenigstens annähernd genau bekannt sein, ehe man das fragliche Manöver versucht. Befindet man sich an der gefährlichen Seite des Orkans, so ist Sorge zu tragen, dass man dem Orkan nicht voraneilt und gegen die Bahn und Mitte desselben getrieben wird. Man wird überhaupt auf das Barometer und die Aenderungen des Windes in Richtung und Stärke ein scharfes Augenmerk haben; sowie das Barometer fällt, der Wind zunimmt, wird man beiliegen oder den Curs derart wählen, um sich dem Rande des Orkans zu nähern.

In der besprochenen Weise wurden schon zu wiederholtenmalen Orkane zur günstigen Fahrt benützt. Man nennt dies: einen Cyclonenritt machen.

Ein bemerkenswerthes Beispiel eines solchen Cyclonenrittes ist die Reise der »Lady Clifford«, Capitän Miller, von Nagore nach Madras im Oktober 1842.

Am 24. Oktober des erwähnten Jahres ging das Centrum einer Cyclone von O. nach W. über Pondichery hin, mit der nördlichen Seite Madras, mit der südlichen Nagore streifend. Die »Lady Clifford« lag in Nagore vor Anker und war nach Madras bestimmt. Am Abend des 23. zog sich eine dicke Wolke in NO. zusammen und ein hohler Seegang begann aus jener Richtung. Um Mitternacht trat leichter Wind ein; derselbe drehte sich nach NW., während die Dünung aus NO. zunahm und der Himmel bei fallendem Barometer sich überzog. Bei Tagesanbruch am 24. fiel das Barometer noch immer, die dicke Wolkenbank in NO. wurde grösser und düsterer und der Seegang von dorthier nahm noch mehr zu. Um 7 Uhr lichtete Capitän Miller die Anker und ging in See, und zwar nach NO. hin. So segelte er gegen den Sturm zu und kürzte Segel, je näher er ihm kam, bis er gerade noch vor dem SW.-Winde steuern konnte mit dichtgereefften Marssegeln, die Bramstengen auf Deck. Geleitet von seinem Barometer und seiner genauen Kenntniss der Wirbelstürme, ankerte er am 26. Oktober 6 Uhr abends auf der Rhede von Madras. Auf diese Weise segelte er um die östliche, hintere Hälfte der Cyclone herum, wobei der Wind von WNW. durch W. und S. nach SO. drehte. Diese Fahrt wurde zur Zeit des NO.-Monsuns ausgeführt, und unter gewöhnlichen Umständen wäre sie sehr langwierig gewesen.

Selbstverständlich haben alle Manöverregeln in Cyclonen zur Voraussetzung, dass Seeraum vorhanden ist, um sie in Anwendung zu bringen.

Im Nachstehenden sind die oben erläuterten Schiffahrtsregeln zur besseren Uebersicht kurz zusammengefasst.

#### 1.) Bestimmung der Lage des Centrums.

Keht man dem Winde den Rücken, so liegt in der Nordhälfte der Erde das Orkancentrum beiläufig in der Richtung des seitwärts ausgestreckten linken Armes, in der Südhälfte der Erde in der

Richtung des seitwärts ausgestreckten rechten Armes, und zwar im Sinne der eigenen Körperstellung in beiden Fällen etwas nach vorne.

2.) Bestimmung des Schiffsortes mit Rücksicht auf die Sturmbahn.

Wechselt die Windrichtung im Sinne des Zeigers einer Uhr, so ist man rechts von der Bahn; wechselt die Windrichtung im entgegengesetzten Sinne, so ist man links von der Bahn; bleibt die Windrichtung bei stark fallendem Barometer constant, und nimmt der Wind zu, so ist man in Front des Orkans auf oder nächst der Bahn.

3.) Bestimmung der Bahnrichtung.

Hat die Windrichtung gewechselt, so wird auf einem, eine Cyclone darstellenden Kreise die Richtung der Linie, welche die den gegebenen Windrichtungen entsprechenden Punkte dieses Kreises verbindet, die beiläufige Richtung der Bahn anzeigen.

Eine andere Art der Bestimmung der Bahnrichtung besteht darin, dass man für zwei Schiffsorte die Richtung (siehe Punkt 1) und Entfernung (siehe Tabelle von Piddington und Bridet) des Sturmcentrums annähernd bestimmt. Die Linie, welche die für die Centren gefundenen Positionen verbindet, gibt die Richtung der Sturmbahn.

4.) Heraussegeln aus einem Orkan.

In der Nordhemisphäre nehme den Wind von Steuerbord, in der Südhemisphäre von Backbord. Im gefährlichen Quadranten einer Cyclone halte zugleich am Winde.

5.) Wenn man über die Natur des Sturmes oder über die eigene Lage im Bereiche desselben im Ungewissen ist.

Nehme den Wind von der Seite, wie unter Punkt 4 gesagt worden, und halte am Wind — wenn unter Dampf, fahre zugleich womöglich mit voller Kraft, — bis die nöthige Orientirung erlangt ist.

6.) Ein Schiff vor dem Centrum auf oder nächst der Bahn des Orkans.

Nehme den Wind von der Seite, wie unter Punkt 4 angegeben, und segle mit raumer Schoote, um in den maniablen Halbkreis der Cyclone zu gelangen. Ist der Wind zu heftig und scheint das Centrum zu nahe, oder ist die Geschwindigkeit der Bewegung des Orkans im Sinne der Bahn gross, so lege bei.

7.) Schiffe, welche beiliegen müssen.

Rechts von der Bahn lege mit Steuerbordhalsen, links von der Bahn mit Backbordhalsen bei.

Taf. I, Fig. 17  
und 18.

Taf. II, Fig. 17  
und 18.

Taf. II, Fig. 17  
und 18.

## 8.) Eine Cyclone zu einer günstigen Reise zu benützen.

Man halte sich fern genug vom Centrum, damit das Schiff vollkommen manövrirfähig bleibt, und an jener Seite der Bahn, auf welcher die Windrichtungen günstig sind, und achte dabei auf das Barometer. Sowie dieses zu fallen beginnt, nehme Curs, um (siehe Punkt 4) den äusseren Grenzen der Cyclone näher zu kommen. Setzt eine vortheilhafte Ausnützung einer Cyclone ein Durchkreuzen der Bahn in Front des Orkans voraus, so wage solches nur, wenn es noch mit voller Sicherheit geschehen kann. Ist der einzuhaltende Curs gleich oder nahezu gleich der Richtung des fortschreitenden Sturmes, überhole nie das Sturmcentrum.

Befindet man sich an einer offenen Küste vor Anker, so wird man, wenn die Anzeichen eines herankommenden Drehorkans vorliegen und nicht besondere Umstände zum Verbleiben bestimmen, in See gehen. Es handelt sich nun darum, nach welcher Richtung man Seeraum zu gewinnen suchen soll; denn es genügt nicht, so weit als möglich sich von der Küste zu entfernen, sondern es gilt dies nach einer Richtung zu thun, nach welcher man hoffen darf, rechtzeitig in einen Theil des Orkans zu gelangen, wo die Windrichtung und deren voraussichtlicher Wechsel es gestattet, sich vom Lande freizuhalten. Der directeste Weg, um Seeraum zu gewinnen, kann oft, wenn auch möglich einzuhalten, doch einen Curs bedingen, welcher das Schiff in den Focus des Orkans führt oder doch demselben nahe bringt. Piddington gibt in einigen Beispielen eine klare Darstellung der eben gegebenen Regel.

Es sei ein Schiff an der Südküste von Jamaica zwischen Portland und Southpoint Negril vor Anker oder becalmt. Es treten alle Anzeichen eines Orkans ein und der Wind beginne frisch aus NO. zu wehen. Die Bahnrichtung der Orkane in diesen Gewässern ist meistens von OzS. oder OSO. nach WzN. oder WNW. — Wenn demnach das Schiff vor Anker bleibt, so hat es zu erwarten, dass im Verlaufe des Sturmes die Windrichtung nach SW. wechseln wird. Obwohl der eben wehende Landwind aus NO. dahin bestimmen würde, vor Anker zu bleiben, so fordert es doch, da später der Sturm von der See her einsetzen wird, die Sicherheit des Schiffes, in See zu gehen. Würde man hiebei platt vor dem Winde laufen, so wird dieser nach N., dann nach NW. wechseln; man würde daher in gefährliche Nähe der Cays der Pedrobank gerathen. Man wird also westwärts Raum zu gewinnen trachten und dann südwärts

Verhaltensregeln, wenn man beim Herannahen einer Sturmcyclone an einer offenen Küste oder in einem Strom vor Anker ist.

steuern, bevor man beilegt. Dieser letztere Vorgang setzt allerdings voraus, dass man rechtzeitig gewarnt ist und die Geschwindigkeit des Schiffes im Vergleich zu jener des Orkans auf der Bahn es noch gestattet, die Sturmbahn zu durchkreuzen.

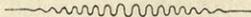
Ist die Bahnrichtung mehr westwärts, so kann man auf der rechten Seite der Bahn verbleiben, indem man versucht, in W. von Point Negril zu gelangen. Man hat dann Seeraum, während der Wind nach O. und SO. übergeht.

Die Küste bei Madras läuft Nord—Süd. Die Bahn der Orkane ist von O. und SO. nach W. und NW.; die Winde setzen gewöhnlich ein aus NO., NNO., bisweilen aus N.

Es sei der Durchmesser der Cyclone 200 Meilen, und auf diese Distanz nach OSO. sei das Centrum im Momente, in welchem das Schiff in See geht. Nun galt als gewöhnliche Regel, den Curs OSO. zu halten; dieser Curs führt aber das Schiff dem Focus des Sturmes entgegen. Wählt man aber den Curs SO., so wird nach zurückgelegten 16 bis 18 Meilen in etwa zwei Stunden der Wind NzO. oder mehr nördlich sein und in ein oder zwei Stunden darauf bereits westwärts von N. Das Barometer wird noch immer im Fallen sein, doch ein mehr südlicher Curs wird es alsdann bald zum Steigen bringen und, am Rande der Cyclone segelnd, kann man schliesslich, wie die »Lady Clifford«, den alten Ankerplatz wieder aufsuchen. Muss man früher beilegen, so geschieht dies doch auf jener Seite der Sturmbahn, wo der Wind vom Lande, nicht gegen das Land weht.

In breiten Strömen wird daran liegen, zu wissen, in welchem Sinne beim Eintreten von Cyclonen der Windwechsel über dem Schiffsorte gewöhnlich vor sich gehe, denn in Kenntniss dessen kann man beim Beginn eines Orkans einen Ankerplatz wählen, welcher für die ganze Dauer desselben Schutz bietet, oder man kann, wenn am Ufer vertäut, welches bisher Luvküste war, vom Einlullen des Windes Nutzen ziehen, indem man das andere Ufer gewinnt, ehe der Windwechsel eintritt, welcher die frühere Luvküste zur gefährlichen Leeküste macht. Z. B.: Es kreuze von O. nach W. ein Orkan den Hoogly oder Canton river. Ist der Wind östlich von N., so wird das Centrum südlich vom Schiffsort passiren und das Ostufer Schutz bieten. Ist der Wind westlich von N., so wird das Centrum nördlich vom Schiffsort passiren und das Westufer wird Deckung gewähren. Die Wirkungen der Sturmwellen in Flüssen sind bei den zu nehmenden Sicherheitsmassnahmen nicht ausseracht zu lassen.

In Rheden und Häfen, wo Cyclonen nicht selten vorkommen, sollen, wenn man sich vor zwei Anker legt, diese so ausgebracht sein, um beim Wechsel des Windes die Ketten von einander klar zu erhalten; dies setzt jedoch voraus, dass man in der fraglichen Richtung Localkenntnisse besitze oder in der Lage sei, sich selbe zu verschaffen. Man wird es daher — mit Ausnahme in engen Ankerplätzen — häufig vorziehen, vor einem Anker bei langem Ausstich zu liegen, während ein zweiter Anker klar gehalten wird.





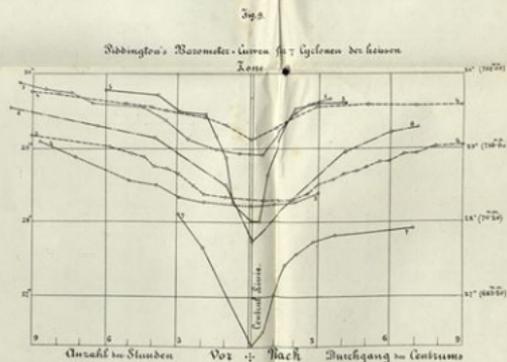
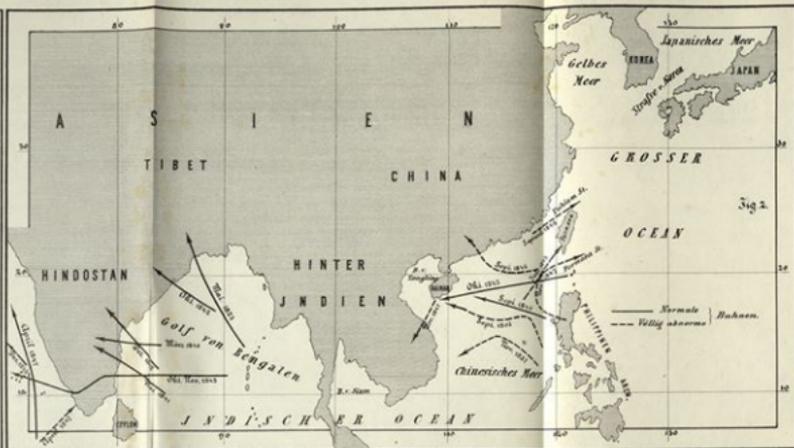
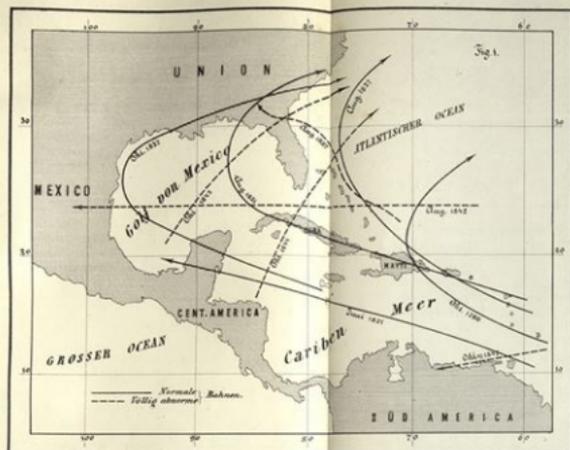
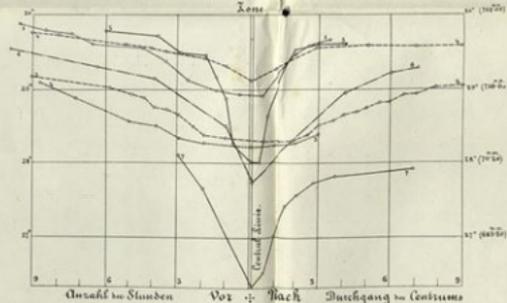


Fig. 3.  
Biddington's Barometrische Curven für Cyclonen der letzten  
Jahre.



a) Kurve die Bahn von dem Centrum *b* zeigt aus der Cyclone *c* liegt bei rechts von der Bahn *d* liegt bei links von der Cyclonenbahn.  
 ☙ Schiffe mit Wind von Backbord. ☙ Sch. in N. v. D. (vorliegend) ☙ Schiffe mit Wind von Steuerbord. ☙ Sch. in S. v. S. (vorliegend).



Fig. 2.

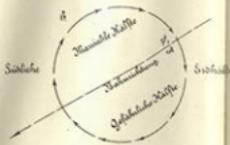


Fig. 3.

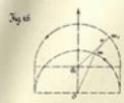


Fig. 10.

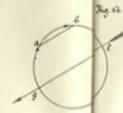


Fig. 11.

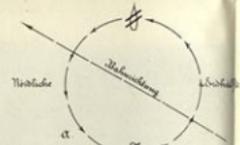


Fig. 12.

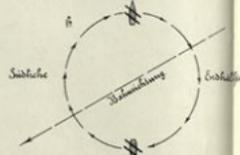


Fig. 13.

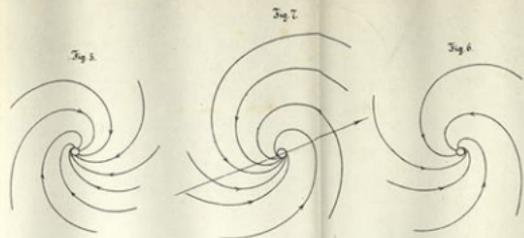


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.



Fig. 8.

Verhalten des Sturm-Linien

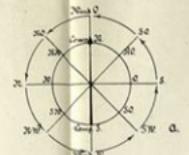


Fig. 9.

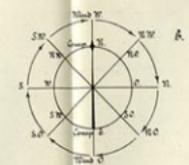


Fig. 10.

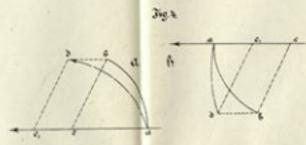


Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.

NARODNA IN UNIVERZITETNA  
KNJIŽNICA

COBISS #



00000349792

