

Dritter Abschnitt.

Die Nordamericanischen Tornados.

Die Tornados der Vereinigten Staaten bilden durch ihre Grösse und ihre fürchterlichen mechanischen Wirkungen den Uebergang von den Wettersäulen zu den Orkanen; von den Americanischen Meteorologen werden sie bald zu diesen, bald zu jenen gerechnet. Wegen des über sie vorhandenen, reichhaltigen Materiales von Beobachtungen und theoretischen Ansichten verdienen sie eine besondere Besprechung; dabei werden sie uns sowohl als Prüfstein für unsere Erklärung der Wettersäulen als auch als Vorbereitung zum Studien der Wirbelstürme dienen können. Eine übersichtliche Bearbeitung der Berichte von Tornados, welche namentlich in Silliman's American Journal of Science and Arts sehr zahlreich enthalten sind, existirt unseres Wissens bis jetzt nicht, obgleich dieselben in dem lebhaften Streite zwischen Redfield und Hare über ihre und Espy's sehr verschiedenen Theorien der Stürme ein bedeutende Rolle spielen. Diese und andere Americanische Gelehrte beschränken sich darauf, an einzelnen, genau von ihnen untersuchten Tornados ihre Theorien zu prüfen, und nur Loomis ³⁰⁾ macht einen dankenswerthen Versuch, durch Zusammenstellung der ihm bekannten Tornados allgemeine Erfahrungssätze über dieselben zu gewinnen. Eben jenem Streite verdanken wir es jedoch, dass nicht allein über die grossen Orkane, sondern auch über die Tornados so viele, mit grosser Sorgfalt angestellte Beobachtungen uns aus America überliefert worden sind.

Wir schicken unserer Untersuchung eine tabellarische Uebersicht der sämtlichen in den ersten beiden Serien von Silliman's Journal angeführten 31 Tornados, voraus.

Tornados in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. ³²⁾

(Tabelle 1, Teil 1)

No.	Ort	Tag und Stunde.	Temperatur (Cels.) Breite der Bahn (Meter)	Richtung der Bahn. Länge (Kilom.)	Geschwindigkeit (m pro Minute)	Locale Dauer (sec.) Ganze Dauer (Std. u. Min.)
1	Brandon, Ohio	20. Jan. 1854 3 Nachm.	vorh. milde 20 – 21°, 1200 m	N. 56 ¼° O. 1280 km	1200 m	60 Sekunden, 17 Std. 47
2	Mayfield, Ohio	4. Febr. 1842 4 ½ Nachm.	15 ½°, 500 – 1325 m	N. 33 ½° O. 38 km	900 m	75 ^u berechnet, 42 Min. do.
3	Harrison, Ohio	14. Febr. 1854, bei Tage	- 330 – 1200 m	N. 72 ½° O. 80 km	800 m	60 ^u berechnet, 1 Std. 40
4 *	Tuscaloosa, Ala.	4. März 1842, 6 Morg.		O. (nördl.)		
5	Mobile, Ala.	24. März 1840, 7 Nachm.	schwül, 50 – 200 m	S. 80° O. 5 – 6 ½ km		
6	Maury Co., Tenn.	30. März 1830				
7	Springfield, Ohio	11. April 1833				
8	Marietta, Ohio	23. April 1840, 4 ½ Nachm.				
9	New Harmony, Indiana	30. April 1852, 4 – 5 ½ Nachm.	- 1600 m	- 480 km	1600 m	60 ^u berechnet, 5 Stunden
10	Gallipolis, Ohio	3. Mai 1840, 4 ½ Nachm.		N.O. 96 km	1600 m	- 1 Stunde
11 *	Kingston, Miss.	7. Mai 1832				
12 *	Natchez, Miss.	7. Mai 1840, 2 Nachm.	26 ½° 800 m	N. 60° O. 40 km	800 m	wenige, 50 Minuten
13 *	Natchez, Miss.	Mai 1823				
14 *	Natchez, Miss.	Mai 1824				
15 *	Maumee, Ohio	23. Mai 1839		N.O.		
16 *	Shelbyville, Tennessee	31. Mai 1830, Mitternacht	schwül	O.		15 Sekunden
17 *	Pine Plains, N.Y.	3. Juni 1837, 6 Nachm.	schwül, 350 – 1600 m	O. etwa 48 km		
18	Oneida Co., N.Y.	13. Juni 1857, 4 Nachm.	-- 20 – 75 m	S.S.O. 40 km		
19 *	Morgan, Ohio	19. Juni 1823, 9 ½ Nachts	ungewöhnl. heiss, 400 – 500 m	O. 3 km		schien momentan

(Tabelle1, Teil 2)

No.	Äussere Gestalt.	Innere Bewegung	Gegenstände fortgetragen. (Meter)	Bemerkungen.
1	Wirbelnde Säule von Dampf oder Rauch	Luftstrom nach innen. Drehung gegen die Sonne.	Grosse Objecte, 4800 m.	Ueberhüpft grosse Strecken; wirft 50.000 Bäume in ½ Std. um. Windgeschwindigkeit rechts 3200 – 4600 m pr. Min. Luft vorher sehr feucht, Barometer fällt rasch und ungewöhnlich tief. Temperatur sinkt schnell. Am selben Tage Tornado in Washington Co., Pa.
2	Keine niederhängende Wolke, sondern ungeheure, rauchartige Säule, 400 m breit, unten dunkel, oben heller.	Starker Luftstrom nach innen. Drehung gegen die Sonne. Hebt Wasser.	Hut 6400 m, Fussbodenbretter 12800 m.	Ueberspringt Strecken. Windgeschwindigkeit zu 18200 m pr. Min. berechnet. Knabe von der Thüre durch's Fenster 70 m weit fortgeschleudert.
3		Luftstrom nach innen. Drehung gegen die Sonne.	Theelöffel 800 m, Stück Kiste 3200 m.	Berührt beim Aufsteigen an Hügeln den Wald nicht; beim Niedersteigen wirft er Alles nieder. Stumpfes Stück Bauholz 1 m tief in zähen Lehm Boden getrieben. Windgeschw. 9000 m pr. Min. berechnet.
4				
5				
6				
7				
8				
9				Ueberspringt Strecken. 7000 Bäume in einer Minute umgeworfen. Vorher Windstille. Der ganze Sturm hat 48.000 m Breite, der verwüstete Landstrich 1600 m. Barometer, vorher tief gefallen, steigt auf kurze Zeit um $\frac{8}{100}$ Zoll im Centrum des Sturmes.
10				
11				
12		Hebt Wasser. Luftstrom nach innen.	Zinnplatte 32.000 m, Fenster 48.000 m.	317 Menschen getödtet. 8 2/3 Zoll Regen. Sehr grosse Hagelsteine. Barometer fällt plötzlich. Luken und ein Pult mit drei Schössern wie durch Explosion aufgesprengt.
13				
14				
15				
16			Schindeln 4800 m, Buch 11.200 m.	Rothglühende Wolke. Gleichzeitig zwei andere Tornados in 96.000 m Entfernung.
17			37.000 m	
18	Ungeheurer, unten spitzer Kegel hängt aus der Wolke	Drehung gegen die Sonne, Saugwirkung.		Blockhaus 18 m weit von den Fundamenten gerissen. Ringsum Windstille. Südlich daneben ein kleinerer Tornado.
19	Trichterförmige Wolke		Brett 4.000 m	Rothglühende Wolke.

Tornados in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. ³²⁾

(Tabelle 2, Teil 1)

No.	Ort	Tag und Stunde	Temperatur (Cels.) Breite der Bahn (Meter)	Richtung der Bahn. Länge (km).	Geschwindigkeit (m pro Min.)	Locale Dauer (sec.) Ganze Dauer (Std. + Min.)
21 *	New Brunswick, N. J.	19. Juni 1835, 5 ½ Nachm.	28° 200 – 400 m	N. 80° O. 28 km	720 m	25" berechnet, 39 Minuten
22	Northford, Conn.	19. Juni 1794, Nachm.		N.O.		
23 *	Belfast, N.Y.	25. Juli 1838, Nachm.	heiss und schwül, 1200 – 2400 m	O. (südl.) 32 km		
24 *	New-Haven, Ct.	31. Juli 1839, Mittag.	24 ½ ° 300 m	N. 50° O. 6 ½ km	1070 m	30" geschätzt 17" berechnet 6 Minuten
25	Woodbridge, Ct.	13. Aug. 1840		N.N.W.		
26 *	Utica, N.Y.	14. Aug. 1834, 4 – 5 Nachm.	heiss, nicht über 1600 m	O.		
27 *	Providence, R.I.	30. Aug. 1838, 3 – 4 Nachm.	-- 100 – 125 m	O. 40 km	210 – 270 m	25" berechnet 2 Std. 47
28	New-Hampshire	9. Sept. 1821, 5 ½ Nachm.	-- 100 – 300 m	S.O.		
29	Charleston, S.C.	10. Sept. 1811	180 m	N.W.		
30 *	N.C.	12. Oct. 1833				
31 *	Stow, Ohio	20. Oct. 1837, 3 Nachts	schwül, 200 – 400 m	O. 5 km		
32	Bei Calcutta, Ostindien	8. April 1838, 1 ½ – 4 Nachm.	-- 400 – 800 m	S. 37° O. 25 ½ km	110 m	220 – 440 berechn. 4 Std.
33	Monville, Frankreich	19. Aug. 1845, 12 ½ Mittags	gewitterschwül, 30 – 500 m	N. 3- 4 km	1300 – 2000 m	einige Secunden, wenige Minuten

(Tabelle 2, Teil 2)

No.	Aeussere Gestalt.	Innere Bewegungen.	Gegenstände fortgetragen. (Meter)	Bemerkungen.
21	Zuerst zwei Kegel, deren Spitzen sich vereinigen, nachin und aufwärts. wenigen Minuten eine sich oben ausbreitende Säule von etwa 1600 m Höhe.	Starker Luftstrom nach Wirbelbewegung mit der Sonne nach Beck; schwache Drehung gegen die Sonne nach Redfield.	Netz 11.000 m, Brief 32.000 m, Schindeln u. Bretter 32.000 m	Saugwirkungen. In der Bahnmitte liegen die Bäume vorwärts, an den Seiten einwärts nieder-gestreckt. An demselben Tage zwei andere Tornados in 27.000 m Entfernung; treten sämtlich innerhalb eines grossen Drehsturmes auf. Viele Schindeln und Bretter fallen mit einem Hagelschauer 32.000 m östlich von New Brunswick nieder.
22	Wirbel in Stundenglasform kommt aus der Wolke.			Zickzacklauf. Ringsum Windstille.
23		Luftstrom nach innen, Spiralbewegung aufwärts. Drehung gegen die Sonne. Hebt Wasser.		Ueberhüpft kleinere Strecken. An einer Stelle 500 Acres Fichtenwaldung umgeworfen.
24		Centraler Luftstrom nach innen.	Kappe, 4.800 m	Ueberspringt den Rücken des East Rock, nähert sich über dem jenseitigen Abhang wieder der Erde und erneuert dann in der Ebene sein Zerstörungswerk.
25				Innerhalb eines grossen Drehsturmes. Folgt der localen Richtung des Sturmwindes quer durch die Bahn des grossen Sturmes,
26				
27	Umgekehrter Kegel von Dunst, hängt wie ein Elefantenrüssel herab.	Luftstrom nach innen und aufwärts. Drehung gegen die Sonne.		Aus den Wolken fallen Schindeln und Bretter herab. Wird über dem Flusse zur Wasserhose. Luftverdünnung im Centrum.
28	Trompeten- oder Elefantenrüssel-Form, oben breit.	Hebt Wasser.	Fussbodenbretter, 48.000 m	Je tiefer das Thal, desto enger und heftiger der Luftstrom. Wird Wasserhose über dem Sunapee-See. Beinahe gleichzeitig zwei parallel laufende Tornados in der Entfernung von Warwick, Ma.
29				Wie No. 25 innerhalb eines Drehsturmes usw. - 20 Menschen getödtet.
30				
31		Centraler Luftstrom nach innen. Leichte Tendenz zur Drehung mit der Sonne.	Bettuch, 4.800 m Rock 8.000 m	Karren mit Kartoffeln aufgehoben und 150 m entfernt hinter einer Scheuer niedergefallen.
32	Zwei dunkle Säulen senken sich zur Erde.	Wirbelbewegung. Hebt Wasser.		Saugwirkung. 215 Menschen und 533 Stück Vieh getödtet; 1245 Indische Häuser zerstört. Grosse Hagelsteine. Sonnenschein gleich nachher.
33	Enormer Kegel, mit der Spitze gegen die Erde sich senkend.	Heftiger Luftstrom nach innen. Keine Drehung.	Trümmer von drei Spinnereien 32.000 m	Ueberspringt einzelne Strecken. Wirft in wenigen Secunden 180 grosse Bäume nieder. Barometer fällt in Rouen um 16 1/3 mm innerhalb einer Stunde. Zickzacklauf.

Von diesen Tornados sind 21 schon in Loomis' Tabelle enthalten (Diese 21 sind in unserer Uebersicht mit einem Sternchen * bezeichnet.); als Beispiele für das Vorkommen ganz ähnlicher Stürme in anderen Welttheilen haben wir die schon erwähnte Trombe von Monville bei Rouen und diejenige Wettersäule, welche am 8. April 1858 bei Calcutta 215 Menschen tödtete, hinzugefügt. Einige der Angaben von Loomis haben wir als unwesentlich oder entbehrlich weggelassen, die übrigen aber nach der von uns angegebenen Literatur sorgfältig controlirt und vervollständigt; die Rubriken „Ganze Dauer“, „Aeussere Gestalt“, „Innere Bewegungen“ und „Bemerkungen“ fehlen bei Loomis und sind von uns hinzugefügt.

Die Tornados sind so regelmässig von Blitz und Regen begleitet, dass wir es für unnöthig hielten, gleich Loomis dieses bei jedem einzelnen Fall zu notiren; nicht selten entwickeln sich die Tornados aus Gewittern, und häufig hagelt es während ihres Auftretens. Bei vier Tornados hat Loomis die Bemerkung „Geflügel entfiedert“; er erklärt diese Thatsache gewiss ganz richtig durch die grosse Gewalt des Sturmwindes, und wir halten sie für unwesentlich. Wichtiger könnte vielleicht die Bemerkung von Loomis scheinen, dass von denjenigen 14 Tornados, von welchen er mehr als Tag und Ort ihres Auftretens angeben konnte, nicht weniger als fünf die leewärts gelegenen, d. h. vom Winde abgekehrten Dächer wegrissen, während die dem Winde zugekehrten Dächer ganz oder fast unbeschädigt blieben. Man ist zu leicht geneigt, gerade diese Wirkung einer besonderen Saugkraft des Wirbelwindes zuzuschreiben, während auch geradlinige Luftströme dieselbe hervorrufen; und Loomis macht mit Recht darauf aufmerksam, dass die Windseiten der Dächer vom Winde angedrückt werden, an den Leeseiten aber eine Luftverdünnung eintritt, und dass schon dann, wenn das Barometer innen nur ein zehntel Zoll höher steht als aussen, ein Auftrieb von sieben Pfund per Quadratfuss wirksam wird, der wohl hinreichen dürfte, um einen grossen Theil der Scheunendächer von Ohio herabzuwerfen.

Unsere Uebersicht lehrt uns, dass die Temperatur beim Eintritt der Tornados eine ungewöhnlich hohe ist; schon Loomis hebt hervor, dass selbst dann, wenn in kalten Monaten ein Tornado beobachtet wurde, die Temperatur für die Jahreszeit ungewöhnlich hoch war, und wir fügen hinzu, dass in einem solchen Falle (20. Januar 1854) nach ausdrücklicher Angabe die Luft so feucht war, dass die Wände von Nässe triefen. Auch die wiederholte Bemerkung „schwül“ deutet ausser auf hohe Temperatur auch auf einen grossen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, durch welchen die Ausdünstung erschwert wird. Mit dieser, für die Bildung von Tornados anscheinend nothwendigen, hohen Temperatur dürfte der Umstand in Zusammenhang stehen, dass von 21 Tornados nur fünf eintraten, während die Sonne unter dem Horizonte stand, alle übrigen 16 dagegen zwischen Mittag und sechs Uhr Nachmittags. In den Herbst und Winter fielen von 31 Tornados nur sechs, in den Frühling und Sommer hingegen 25, von welchen auf Mai und Juni allein nicht weniger als 13 kommen. Diese Thatsachen stehen in schönstem Einklange mit unserer Erklärung der Wettersäulen, wären aber ganz unbegreiflich, wenn Redfield's Ansicht begründet wäre, dass die Tornados durch einander beugnende Luftströme erzeugt werden.

Auch die äussere Gestalt der Tornados, die meistens als eine conische, trichterförmige oder schlauchartig nach oben sich erweiternde bezeichnet wird, dürfte mit Redfield's Ansicht kaum vereinbar sein; wir haben uns über dieselbe schon im vorigen Abschnitte Rechenschaft gegeben. Wenn die Tornados hierin den Europäischen Wettersäulen gleichen, so übertreffen sie diese meistens bedeutend an Ausdehnung. Die Breite ihrer Bahn beträgt an der Erdoberfläche durchschnittlich 680 Meter (2270 Fuss) und steigt sogar bei mehreren Tornados auf 1600 Meter oder eine Englische Meile; sie ist übrigens in jedem einzelnen Falle sehr veränderlich. Die Länge dieser Bahn wechselt von drei bis zu 1280 Kilometer oder zwei bis 800 Englischen Meilen; abgesehen von der ungewöhnlich langen Bahn des Tornados vom 20. Januar 1854 beträgt sie im Mittel 67000 Meter, d. h. 42 Englische oder 9 Deutsche Meilen. Sehr bedeutend ist die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Tornados, nämlich durchschnittlich 990 Meter in der Minute oder 37 Engl. Meilen per Stunde. Während die ganze Dauer des Tornados, innerhalb welcher er seine Bahn durchläuft, manchmal einige Stunden beträgt, pflegen die zerstörenden Wirkungen an jedem einzelnen Orte in $\frac{1}{4}$ bis $\frac{5}{4}$ Minuten zu geschehen und sind bisweilen fast momentan. Die locale Dauer wurde in den meisten Fällen aus der Bahnbreite und der anderweitig bestimmten Geschwindigkeit berechnet. Letztere wird, beiläufig gesagt, von der eigentlichen Windgeschwindigkeit im Tornado weit übertroffen, wie wir aus den grossen mechanischen Wirkungen schliessen müssen.

Aus diesen Wirkungen nun lässt sich viel deutlicher im Tornado eine nach innen und aufwärts gerichtete Bewegung der Luft erkennen als eine Drehung derselben um eine vertikale Axe. Wir werden einige Fälle noch genauer besprechen, in denen eine solche Drehung (auf welche doch der Name „Tornado“ geradezu hinweist) entweder gar nicht oder trotz vieler Mühe nur als

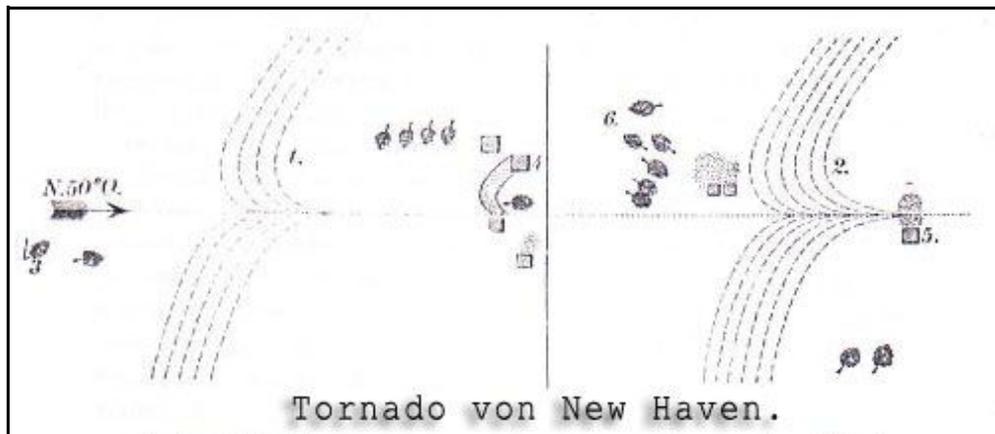
verhältnissmässig unbedeutend nachgewiesen werden konnte.

Die Richtung der umgerissenen Bäume weist dagegen regelmässig auf das allseitige Heranströmen der Luft gegen den Fuss des Tornados unverkennbar hin; unabhängig hiervon aber konnte der aufsteigende Luftstrom sehr häufig durch emporgetragene, zum Theil schwere Gegenstände constatirt werden, die bisweilen hoch aus den Wolken wieder herabfielen, ferner durch das Heben von Wasser, durch das sichtbare Aufsteigen, von Staub und Dunst und durch fortgetragene leichtere Objecte, die Tausende von Metern entfernt wieder zur Erde fielen.

Sehr auffallend ist es, dass wenn eine Drehung im Tornado mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, dieselbe allemal von Ost über Nord gegen West und Süd, also gegen die Sonne stattfand. Wir werden auf diese Thatsache bei Besprechung der Orkane ausführlich zurückkommen, und wiederholen hier nur, dass für kleinere Wirbelwinde der Drehungssinn durchaus nicht immer derselbe ist. Loomis richtete zwei Jahre lang seine Aufmerksamkeit auf diesen Punkt; er beobachtete fünf Wirbelwinde, welche mit, und zwei, welche gegen die Sonne sich drehten. Thom beobachtete sogar unter sechs gleichzeitigen Staubwirbeln zwei einander nahe, die sich in entgegengesetztem Sinne drehten. — Sehr bemerkenswerth ist ferner, dass die Tornados regelmässig gegen Osten sich bewegen und zwar in nur schwach oder gar nicht gekrümmter Bahn. Unter 23 Tornados bilden nur zwei eine Ausnahme von dieser Regel, nämlich diejenigen vom 13. August 1840 und vom 10. Sept. 1811; diese traten ebenso, wie die Tornados vom 19. Juni 1835, innerhalb grosser Drehstürme auf und folgten der localen Richtung des Sturmwindes gegen Nordnordwest und Nordwesten quer durch die Bahnen der grossen Stürme. Abgesehen von diesen beiden Ausnahmen, die demnach durch besondere Ursachen hervorgerufen wurden, bewegten sich alle Tornados nach Osten mit einer mittleren Abweichung von 13 Grad gegen Norden. Auch auf diesen Umstand kommen wir in den nächsten Abschnitten zurück. Endlich heben wir noch die Thatsache hervor, dass nicht selten mehrere Tornados zugleich auftreten und in 20 bis 100 Kilometer Abstand parallele Bahnen durchlaufen. Dieselbe Erscheinung wurde bei den Wasserhosen bemerkt und weist hin auf eine grosse räumliche Ausdehnung der sie erzeugenden Ursachen. Redfield ³¹⁾ behauptet mit grosser Bestimmtheit, an einigen durch das Auftreten zahlreicher Gewitter und Tornados merkwürdigen Tagen, namentlich auch am 19. Juni 1835, sei die Temperatur der oberen Luftschichten ungewöhnlich niedrig gewesen; wir brauchen also nach keiner anderen Ursache des gleichzeitigen Vorkommens von Tornados uns umzusehen.

Ein Ueberhüpfen oder Ueberspringen ganzer Strecken ihrer Bahn finden wir so oft bei den Tornados erwähnt, dass wir geneigt sind, eine solche Unterbrechung oder doch Verminderung der verheerenden Gewalt ihres Fusses für eine Regel zu halten, um so mehr, als auch die Breite des verwüsteten Landstriches bei den meisten Tornados sehr veränderlich ist. Dabei setzt der Tornado über die Baumwipfel hin seinen Weg ununterbrochen fort, bis er weiterhin aufs Neue den Boden trifft, so dass seine Spur leicht mit Hülfe des Compasses wiedergefunden wird. Die Redfield'sche Wirbeltheorie bietet uns nicht den geringsten Aufschluss darüber, woher dieses Auf- und Niederhüpfen der Tornados rührt und wann es eintreten muss; und mit der Peltier-Hare'schen Electricitäts-Hypothese dürfte dasselbe ganz unvereinbar sein. Dagegen haben wir schon oben hervorgehoben, dass ein aufsteigender Luftstrom, welcher in Form einer Wettersäule einen mit kalter Luft gefüllten Thalgrund überschreitet, nothwendig abgeschwächt wird. Wenn anderseits die Luft gerade an den Thalsohlen stark durch die Sonne erwärmt und mit Wasserdämpfen erfüllt, dagegen auf den anstossenden Bergen kalt, trocken und im stabilen Gleichgewichte ist, so muss, wie beim Tornado vom 9. Sept. 1821, der Luftstrom um so enger und heftiger werden, je tiefer das Thal ist. Und wenn die wärmeren, feuchten Luftschichten eines Thales erschöpft sind, bevor noch die Wettersäule es ganz überschritten hat, so werden die am 14. Februar 1854 beobachteten Erscheinungen sich wiederholen, von welchen Stoddard uns Folgendes berichtet: „Beim Aufsteigen an Hügeln oder beim Ueberschreiten ihres Gipfels liess der Tornado (von Harrison) den Wald unberührt, aber im Moment seines Niedersteigens stürzte Alles vor ihm nieder.“ So dienen gerade diejenigen Erscheinungen, welche den älteren Theorien gegenüber unbegreiflich bleiben, auch nie von ihnen aufgeklärt worden sind, zur Bestätigung unserer Auffassung der Wettersäulen.

Unsere Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser Auffassung wird noch befestigt durch ein specielles Studium der einzelnen Tornados. Das heftige Heranströmen der Luft zum Centrum lässt sich z. B. sehr deutlich an den Wirkungen des Tornados von New Haven (31. Juli 1839) erkennen, welchen Professor Denison Olmsted nach seinen und seiner Freunde sorgfältigen Beobachtungen ausführlich beschreibt. Als eine seltsame Wolke von fürchterlichem Aussehen, weiss wie ein dahinjagender Schneesturm oder wie leichter Nebel und innerlich in heftiger Bewegung, überfiel der Sturm plötzlich mit Strömen Wassers die zahlreichen Zuschauer: „ein Stoss, ein Krach, und vorüber war er.“ Aber fast jeder Baum, den er auf offenem Felde traf, war niedergeworfen oder abgebrochen, sechs Häuser und eine Anzahl Scheuern waren völlig zerstört, mehrere andere abgedeckt; Felder von Kornhalmen waren zu Boden gedrückt, und die ganze überstrichene Bahn bot einen gleichförmigen Anblick von Zerstörung und Verwüstung dar.



Seiten nach der Bahnmitte hingewendet, während in der Nähe dieser Bahnmitte die Richtung der hingestreckten Objecte mit derjenigen des Sturmes zusammenfiel. Doch zeigte sich dabei, zumal in den Kornfeldern, eine merkwürdige Krümmung im seitlich andringenden Luftstrom. Nämlich an der nördlichen Grenze der Bahn sind die Kornhalme rückwärts gegen Südosten hin gewendet, mehr nach der Mitte hin nähern sie sich allmählig der nordöstlichen Richtung des Sturmes, bis sie im Centrum selbst genau nach dieser Richtung zeigen. Auf der südlichen Bahnhälfte ist diese Krümmung nicht so merklich, die Kornhalme liegen mehr nahezu rechtwinklig zum Laufe des Sturmes, jedoch vorwärts geneigt; sie drehen sich aber in der Bahnmitte ebenfalls nach Nordosten. Die Striche bei 1. und 2. der Skizze bezeichnen die Richtungen der Halme in zwei Kornfeldern, welche beinahe eine Englische Meile (1600 Meter) von einander entfernt waren.

Olmsted fand zahlreiche Beispiele von Gegenständen, welche während ihres Falles gegen die Bahnmitte oder auch nachher weiter nach der Richtung hingedreht wurden, wohin der Tornado sich bewegte; so deutet der Strich bei 3. die anfängliche Lage des gestürzten Baumes an, längs der punktirten Linien bei 4. waren die Trümmer eines Daches verstreut. Häufig waren (wie bei 5.) die Trümmer zerstörter Gebäude bis ganz über die Bahnmitte hinübergeschleudert, zuweilen fast bis an die entgegengesetzte Grenze der Bahn, und in diesem Falle waren sie oft mit Bäumen und anderen Gegenständen bedeckt, die in entgegengesetzter Richtung lagen. Wenn auch an einzelnen, sehr eng begrenzten Stellen die niedergeworfenen Gegenstände nach allen Richtungen lagen, so sind wir doch durch die Gesamtheit der Thatsachen zu dem Schlusse gezwungen, dass die Luft von allen Seiten gegen den Fuss des Tornados und dann aufwärts strömte, während der Tornado selbst mit sehr grosser Geschwindigkeit sich nach Nordosten bewegte; und unsere Figur auf Seite 51 dürfte zur Erklärung der krummlinigen Bewegung der Luft genügen. Vielleicht deutet aber die Verschiedenheit dieser Bewegung in der Nord- und Südhälfte der Bahn und die abweichende Lage einiger Bäume wie bei 6. auf eine unten schwache, weiter oben stärkere Drehung des aufsteigenden Luftstromes gegen die Sonne.

Mehrere interessante Beschreibungen besitzen wir von dem Tornado, welcher am 19. Juni 1835 die Stadt New Brunswick Raritonflusses aus, wie dieser Tornado sich bildete. Eine sehr dichte und niedrige Wolke breitete sich in einiger Entfernung wie ein dunkler Vorhang aus, senkte sich in der Mitte in Form eines Trichters oder umgekehrten Kegels gegen die Erde und vereinigte sich allmählig mit einem anderen Kegel, dessen Basis anscheinend auf dem Boden ruhte. In wenigen Minuten aber änderte sich dieser deutlich erkennbare Doppelkegel, und eine Säule erhob sich, an ihrem oberen Ende sich ausbreitend und einer vulkanischen Eruption gleichend. Diese Säulen- und Kegelformen wechselten mehrmals mit einander ab. Wiederholt konnte an dem emporgerissenen Staub, Holzwerk und anderen Trümmern eine Wirbelbewegung der Luft mit der Sonne deutlich wahrgenommen werden. Ueber die mechanischen Wirkungen dieser Tornados während seines 17 ½ Englische Meilen oder 82 Kilometer langen Weges berichtet uns Hare Folgendes:

"Der Tornado warf jeden beweglichen Körper innerhalb seiner Bahn, welche 200 bis 400 Yards breit war, zu Boden oder trug ihn fort. Die Bäume, welche er nach einander innerhalb seiner Axe erfasste, wurden in seiner Bahnrichtung niedergestreckt, wogegen diejenigen zu beiden Seiten allemal nach irgend einem Punkte zeigten, welcher unter der Axe gewesen war. Häuser wurden abgedeckt und mehrmals wurden in ihnen die Fussböden aufgebrochen; bei anderen wurden die Mauern wie durch eine Explosion nach auswärts umgeworfen. Zwei Thatsachen hat Herr Espy festgestellt und Prof. Bache bestätigt, welche die Existenz einer Saugkraft beweisen. In einem Hause, welches der vertikalen Einwirkung des Tornados ausgesetzt war, wurde ein Tuch von einem Bette fort und in einen an der südlichen Wand entstandenen Spalt hineingerissen, der sich nachher schloss und es festhielt. Das Gleiche wurde von einem Handtuche beobachtet, welches ähnlich in einem Spalte der nördlichen Wand festsass. In einigen Fällen wurden Blockhäuser ganz von ihren Fundamenten gehoben. Balken und Sparren wurden von einem Hause gerissen und etwa 400 Yards weit fortgeschleudert und zwar in einer entgegengesetzten Richtung wie die, nach welcher die nicht emporgehobenen Bäume niedergestreckt waren. Leichtere Gegenstände, wie Schindeln, Hüte, Bücher und Papier, Zweige und Laub, wurden natürlich noch viel weiter getragen. Es regnete nicht allgemein, aber Hagel und Regen begleitete den Fall der anderen Körper. Der Tornado dauerte an jeder Stelle nur wenige Secunden: bei einer Farm war der ganze Schaden angerichtet worden nach Aussage des Farmers, während dieser von der Vorder- zur Rückseite seiner Behausung ging, so dass vollständige Windstille herrschte, als er die Hinterthür erreichte. Inzwischen waren ihm Haus und Scheuer abgedeckt und die benachbarten Bäume niedergeworfen. Das Getöse, welches das Naturereigniss begleitete, wurde von jedem Zeugen als fürchterlich geschildert; am besten lässt es sich mit dem Gerumpel einer sehr grossen Anzahl schwerer Fuhrwerke vergleichen. Jeder Gegenstand auf seiner Bahn war an der Seite, von wo es herkam, mit Schlamm bespritzt; Häuser sahen aus wie mit Mörtel beworfen, und Menschen waren bis zur Unkenntlichkeit mit Schmutz bedeckt."

„Etwas Donner und Blitz begleitete den Tornado. Einige Bäume, die dem ersten Anprall widerstanden, gaben später nach, und waren deshalb über den früher gefallenen gelagert. Die schwächeren Bäume lagen zu unterst und zeigten nach der Richtung, von welcher der Tornado herkam, während die stärkeren oben lagen und nach der Richtung zeigten, wohin er sich fortbewegte. Vier verschiedene Plätze wurden bemerkt, wo alle Bäume mit ihren Gipfeln nach einem gemeinschaftlichen Centrum hingerichtet lagen .. . Aus dem Augenschein folgert Espy, dass die sichtbare Höhe des Tornados etwa eine Englische Meile betrug... Nach seinem Dafürhalten stimmen die Erscheinungen alle dahin überein, dass sie eine nach innen gerichtete Bewegung von allen Seiten gegen das Centrum des Tornados und eine Aufwärtsbewegung in der Mitte beweisen. Diese Darlegungen Espy's werden von Professor Bache bestätigt."

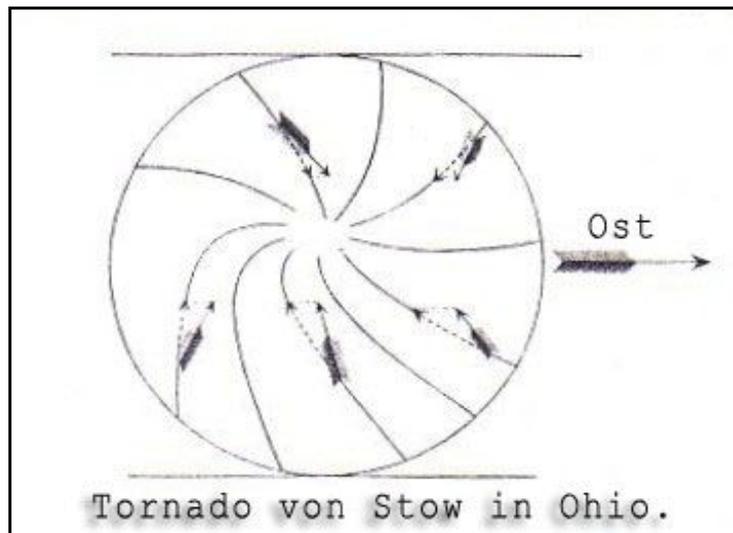
Auch Redfield stimmt diesen Angaben zu, behauptet aber ausserdem, eine Drehbewegung gegen die Sonne aus den Wirkungen des Tornados nachweisen zu können. Er stützt sich dabei auf eine sorgfältige Messung der Richtungen, in welchen etwa 100 Bäume auf einer kurzen Strecke der

Bahn niedergestürzt waren. Wirklich zeigen auf der linken Seite der Bahnaxe die Bäume ein wenig nach rückwärts, auf der rechten dagegen stark nach vorwärts, wobei jedoch alle zugleich gegen die Bahnmitte hingerichtet sind. Auch erstreckt sich die Wirkung des Tornados rechts etwa doppelt so weit wie links. Einige Unregelmässigkeiten erklärt Redfield aus den Terrainverhältnissen. Aus Redfield's eigener Skizze geht übrigens hervor, dass die Drehbewegung der Luft lange nicht so heftig war, wie die nach innen gerichtete Bewegung, mit der sie sich zusammensetzte.

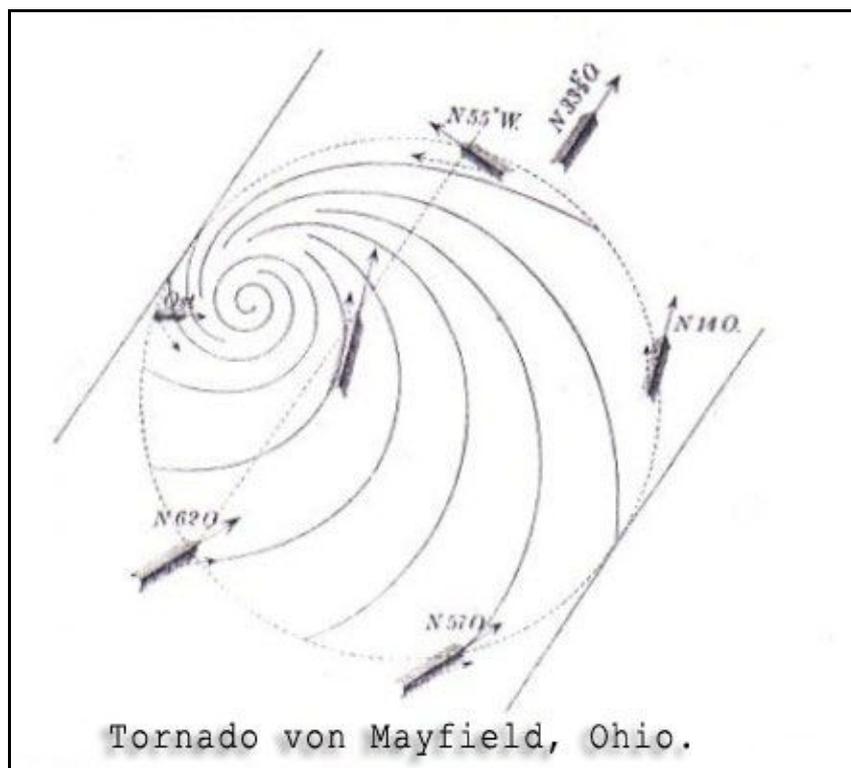


Auch bei dem Tornado von Stow in Ohio vom 20. October 1837 herrschte, wie ein Blick auf unsere, von Professor Loomis entworfene Skizze lehrt, ein heftiger Luftstrom von den Seiten gegen das Centrum. Die niedergeworfenen und abgebrochenen Bäume weisen alle mit sehr wenigen Ausnahmen fast senkrecht gegen die Bahnmitte hin, welche wir durch eine punktirte Linie angedeutet haben, in dieser selbst aber liegt auffallender Weise kein einziger Baum mit dem Zuge. Loomis schliesst daraus, dass ringsum der Wind gegen das Centrum blies und hier heftig mit Wirbelbewegung aufstieg. Ein genaueres Studium der übrigen Wirkungen bestätigt dieses. Die Häuser und Scheuern 1, 1 der Skizze waren gänzlich, die Scheuer 2 theilweise abgedeckt. Am schlimmsten erging es den sechs Bewohnern des kleinen, einstöckigen Blockhauses 3, von welchen vier das Leben einbüssten. Das ganze Fachwerk dieses Hauses wurde emporgehoben und in der Richtung der Scheuer 5' fortgetragen; ein Theil des Grundgerüsts fiel sogleich wenige Fuss von den Grundmauern wieder nieder, die Ziegel des Kamines und Bruchstücke der Möbel und Balken dagegen bedeckten die ganze Strecke bis zu der 125 Meter entfernten Scheuer 5'. Auf halbem Wege dahin fand man die schrecklich verstümmelten vier Opfer; auch die überlebenden zwei Bewohner konnten sich wegen zerbrochener Glieder nicht bewegen. Einige schwere Querbalken lagen noch 200 bis 250 Meter jenseits der Scheuer, aber alle nahezu in derselben Richtung. Vor Ausbruch des Sturmes stand ein mit Kartoffeln beladener Ochsenkarren dicht hinter dem Hause 3; derselbe wurde vom Winde aufgehoben, wobei die Kartoffeln herausfielen, und stürzte 150 Meter entfernt und zwar hinter der Scheuer bei 6 wieder zu Boden. Wahrscheinlich wurde der Karren geradeswegs über die Scheuer 5' hinübergetragen; denn er schlug flach auf mit dem einen Rade, welches sich beträchtlich tief in die Erde eingrub, und muss aus bedeutender Höhe nahezu senkrecht niedergefallen sein. Neben ihm fiel ein schwerer Querbalken des Hauses nieder. Ein Bett fand man zwischen Haus und Scheuer 50 Fuss hoch in einem Baume hängend, ebenso ein Kleidungsstück der Verunglückten; ausserdem beweisen die leichten Gegenstände, welche in benachbarten Städten niederfielen, dass ein aufsteigender Luftstrom herrschte. — Vom Hause 4 unserer Skizze wurde das obere Stockwerk fortgerissen, die Häuser 5, 5 wurden gar nicht oder wenig beschädigt.

Später hat Loomis die Richtungen der umgerissenen Bäume von denen in der Skizze nur ein Theil verzeichnet ist mit der Boussole gemessen und daraus das vorstehende Diagramm für die Bewegung der seitlich heranströmenden Luft erhalten.



Die krumm nach der Mitte laufenden Linien mit den punktierten Pfeilen geben die relative Bewegung der Luft innerhalb des Fusses des Tornados an; weil aber die Luft zugleich an der nach Osten fortschreitenden Bewegung des Tornados Theil nimmt, so ist ihre wirkliche Bewegungsrichtung eine mehr östliche, welche durch die ausgezogenen Pfeile angedeutet wird, und in letzterer Richtung sind die Bäume niedergestürzt. Loomis selbst sagt mit Bezug auf sein Diagramm: „Die Bewegung ist entschieden centripetal mit geringer Tendenz zur Drehung mit der Sonne.“

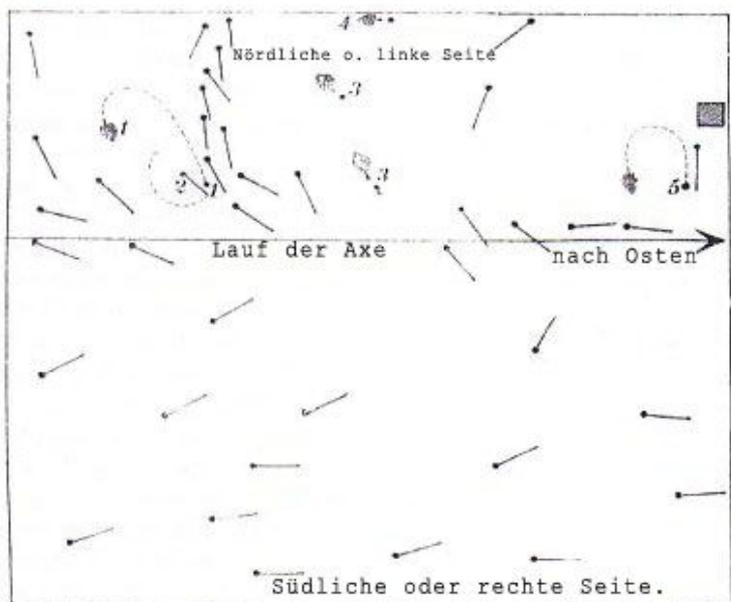


Weit stärker war, wie das folgende, ebenfalls von Loomis nach zahlreichen Messungen construirte Diagramm lehrt, die Drehung in dem Tornado von Mayfield (4. Februar 1842). Auch dieser furchtbare Sturm warf zwei bis vier Fuss dicke Bäume massenhaft um, zerstörte viele Gebäude und hob mehrere derselben gänzlich von ihren Fundamenten ab. Ein elfjähriger Knabe, welcher

eine aufgewehrte südliche Thür seines Wohnhauses zu schliessen versuchte, wurde durch das eben aufliegende Fenster nach Nordnordosten 70 Meter weit fortgerissen, ohne weiter als durch eine kleine Schramme im Gesicht verletzt zu werden. Als er zurückblickte, war das grosse, neue, zweistöckige Blockhaus verschwunden. Es war ganz aufgehoben und 33 Meter weit nach Nordosten getragen worden, wo es gegen einen Baum schlug; das obere Bauholz wurde noch weiter umhergestreut, einige leicht zu erkennende Fussbodenbretter sogar sieben bis acht Englische Meilen weit. Von der ungeheuren Gewalt des Windes zeugt namentlich die Thatsache, dass gewöhnliche Bretter mit viereckigen Endflächen 6 bis 12 und sogar 18 Zoll tief schräg durch den Rasen in den nassen Lehmboden hineingetrieben waren, und einige mit scharfen Enden sogar zwei Fuss tief. Versuche mit Eichenbrettern, die er aus einem Sechspfünder in den Boden hineinschoss, führten Loomis zu dem, wie es scheint, begründeten Schlusse, dass der Sturmwind die ungeheure Geschwindigkeit von 18200 Metern in der Minute, d. h. diejenige jener Kanonengeschosse, gehabt haben müsse.

Während des Ausbruches dieses Tornados war der ganze Himmel mit dichten, schwarzen, sich schnell bewegenden Wolken bedeckt; doch schien keine derselben sich zur Erde herabzusenken, vielmehr war der Fortschritt des Tornados durch eine ungeheure Säule von dunkelgelber, rauchartiger Färbung markirt, welche unten ganz dunkel, oben lichter war. Beim Ueberschreiten des Chagrinflusses scheint der Tornado eine beträchtliche Menge Wassers emporgehoben zu haben; am östlichen Ufer fand man deutliche Merkmale eines ansehnlichen Wasserschwalles. Die Breite der Bahn war veränderlich von 500 bis zu 1325 Metern; auf Strecken von etwa 1000 Metern Länge berührte der Tornado den Boden gar nicht, sondern knickte nur die längsten Bäume in einer Höhe von 20 bis 40 Fuss über dem Erdboden.

Wir haben oben schon hervorgehoben, dass aus den Wirkungen der Tornados viel deutlicher eine nach innen und aufwärts gerichtete Bewegung der Luft erkannt werden kann, als eine Drehbewegung derselben tun eine vertikale Axe. Uns ist keine Skizze von Tornado-Verwüstungen bekannt, die deutlichere Merkmale einer Drehbewegung zeigt, als die Redfield'sche, hier folgende Skizze des Tornados von Providence (30. August 1838). Aber auch bei dieser gehört schon einige Ueberlegung dazu, um aus den Richtungen der umgerissenen Bäume diese Rotation und die Richtung, in welcher sie stattfand, zu erkennen. Die niedergestreckten Bäume, deren Wurzel-Ende durch einen Punkt und deren Stamm durch einen geraden Strich angedeutet ist, zeigen auch hier alle nach der Bahnmitte hin, einige wenige ausgenommen, welche der Bahnmitte parallel liegen. Aber auf der rechten Seite sind sie alle stark vorwärts geneigt, auf der linken liegen sie mehr senkrecht zur Bahnmitte und zeigen zum Theil sogar nach rückwärts. Da somit die Windrichtungen zu beiden Seiten der Bahnmitte nicht symmetrisch waren, so kann der Sturm kein rein centripetaler gewesen sein; es muss vielmehr an seinem Fusse eine Drehung gegen die Sonne stattgefunden haben. Dieser Schluss wird im vorliegenden Falle durch einige besondere Beobachtungen bestätigt.



Tornado von Providence.

Nämlich die sechs mit Ziffern bezeichneten Bäume zeigen entschieden die erste Wirkung des Wirbelwindes, wie derselbe vorne quer über die Bahnmitte hinweg nach Norden gerichtet ist und dann weiter links nach Westen abgelenkt wird. Der kleine Baum 1 wurde an einer beschädigten Stelle unten abgebrochen, dann längs der punktierten krummen Linie, welche er durch siebenmaliges Aufschlagen markierte, fortgerissen, und blieb zuletzt 30 Meter nordwestlich vom Stumpfe, mit dem Gipfel nach Süden liegen. Er riss einen kleinen Weichselkirschbaum (2) in nordwestlicher Richtung mit um; doch wurde dieser hernach vom Sturme ganz herumgedreht, so dass er schliesslich nach Südosten wies. Bei zwei weggerissenen Apfelbäumen 3, 3 lagen die Äpfel nordwestlich vom Baumstumpf. Bei 4 war ein Apfelbaumast gegen Westen geschleudert, und 5 soll zeigen, wie ein grosser abgebrochener Birnbaum in weitem Bogen den weichen Gartenboden durchpflügt hatte, ehe er westlich von seinem alten Standort liegen blieb.

Warum Redfield in seiner Skizze die Axe des Tornados so hoch nach Norden verlegt hat, giebt er nicht an; uns scheint eine etwas südlichere Lage natürlicher zu sein. Durch Hare erfahren wir noch von demselben Tornado, dass derselbe wie ein ungeheurer umgekehrter Kegel von sehr dunklem Dunste aussah, der wie ein riesiger Elefantenrüssel aus den Wolken herabhing. Manchmal senkte sich derselbe bis auf den Boden herab, und sofort stieg eine Wolke von Staub und Trümmern in dem Strudel empor. Hoch aus den Wolken sah man die mitgerissenen Schindeln und Bretter wieder herabfallen. Sehr bemerkenswerth ist, dass auf der Windseite eines Hauses der Rahmen einer Kellerthür mitsammt den zugeriegelten Thürflügeln abgehoben wurde; denn diese Thatsache beweist, dass eine Luftverdünnung im Centrum des Tornados herrschte. Als die Spitze des Kegels über dem Providence-Flusse dahinglitt, hoben sich unter ihr die Wellen und schollen an. „In einem 90 Meter weiten Kreise schien das Wasser wie in einem ungeheuren Kessel zu sieden, und nebelige Dünste, dem Wasserdampf gleichend, stiegen rasch von der Oberfläche auf und verhüllten bei ihrem Eintritt in den wirbelnden Strudel bisweilen die Mitte des Kreises und das untere Ende des niederhängenden, dunklen Dunstkegels.“ Von Ferne mochte jetzt die Wolke aussehen wie „ein ungeheurer, am Himmel aus-gespannter Schirm, dessen Stock durch die Dunstsäule dargestellt wurde und in den Schaum der Wellen tauchte.“

Sehr zu bedauern ist, dass wir über die wirkliche Breite dieser orkanartigen Wettersäulen gar keine Kunde haben. Die in unserer Tabelle enthaltenen Breiten gelten nur für den verwüsteten Landstrich; ohne Zweifel aber ist auch über dessen Grenzen hinaus die Luft in starker Bewegung, wenn sie auch keine Bäume mehr umzuwerfen vermag. Bei zwei Tornados finden wir „ringsum Windstille“ angemerkt ohne Angabe, bis zu welcher Nähe der Axen sich dieselbe erstreckte; übrigens hatte der eine dieser Tornados (13. Juni 1857) die sehr geringe Breite von 20 bis 75 Meter, von dem anderen (19. Juni 1794) wissen wir überhaupt sehr wenig. Bei dem Tornado von Providence spürte ein aufmerksamer Beobachter, welcher vom Rande der 100 bis 125 Meter breiten Bahn nicht weit entfernt war, keinen ausserordentlichen Windstoss; die Briese blies ununterbrochen aus derselben Himmelsgegend. Dagegen sagt Olmsted gelegentlich des Tornados von New Haven, an seinem Standorte, eine Englische Meile (1600m) östlich von der 300 Meter breiten Bahn, habe vorher ein frischer Südost geherrscht; derselbe sei plötzlich zu einem Südwind, gleich darauf zu einem Westwind geworden, während man in der ganzen Stadt das polternde Getöse des Tornados hörte, und sei dann westlich geblieben. Dieser plötzliche Wechsel der Windrichtung lässt sich kaum anders als durch die Annahme erklären, dass meilenweit die Luft um den Tornado rotirt hat und zwar gegen die Sonne. Nur bei einem Tornado, dem äusserst heftigen von New Harmony (30. April 1852), sind ausgedehntere Untersuchungen über die Bewegungen der Luft in den umgebenden Landstrichen angestellt worden. Chappellsmith hat gefunden, dass dieser Tornado, dessen Bahn eine Englische Meile oder 1600 Meter breit war, das Centrum eines 30 Engl. Meilen breiten Drehsturmes bildete, welchem Windstille voranging.

Zu ähnlichen Resultaten führen uns die allerdings vereinzelt Windbeobachtungen in Natchez während des Tornados vom 7. Mai 1840. Nach Tooley's Bericht war es Vormittags bei mässigen Briesen aus Süd und Ost sehr warm gewesen; das Barometer stand Mittags auf 29",49. Zur Mittagszeit bekam der südwestliche Himmel ein dunkleres und stürmischeres Aussehen;

die Dusterheit und Unruhe nahmen jeden Augenblick zu.

Um 12 Uhr 45 Min. wurde das Brüllen des nahenden Sturmes deutlich hörbar; der Wind blies stark aus NO. Unter fortwährenden Blitzen steigerte sich das Gebrüll, und der immer stärker werdende Sturmwind drehte sich nach Osten. Um 1 $\frac{3}{4}$ Uhr näherte sich die pechschwarze Sturmwolke rasch dem Mississippi und bedeckte den ganzen Himmel; von Südwesten her schritt die Axe des Tornados westlich von der Stadt über den Fluss hin. Zugleich drehte sich der zunehmende, heftige Sturmwind nach Südost, und der Donner krachte derartig, dass die Erde erbebte. Um 2 Uhr brach der Tornado orkanartig in Natchez herein, „begleitet von solch trüber Dunkelheit, solchem Gebrüll und Gekrach, dass die Einwohner die weite Verwüstung ringsum weder sahen noch hörten“; in demselben Moment fiel das Barometer auf 29³⁷, also um 0¹². Wenige Secunden, und der zerstörende Südost hatte die Stadt verheert, zwei Dampfschiffe und mehr als 60 Flachböte mit ihren Mannschaften zum Sinken gebracht und so den Tod von 317 Menschen verursacht. Dann folgte eine vergleichsweise Stille. — Wahrscheinlich blies der Wind in steilen Spiralwindungen gegen das Centrum des Tornados, mit mässiger Drehung gegen die Sonne. Und da schon 80 Minuten vor der Katastrophe der Wind zunahm und sich drehte, so scheint dieser Tornado die Luft bis zu einem Abstände von 64 Kilometer oder 40 Engl. Meilen in Bewegung gesetzt zu haben.

Trotz der ungeheuren Gewalt der Tornados gehen durch sie wenig Menschenleben verloren, nämlich abgesehen von dem einen Tornado bei Natchez durchschnittlich nur eines. Bei Natchez aber lagen besondere Verhältnisse vor; von den 317 Verunglückten fanden die meisten auf dem Flusse durch Ertrinken ihren Tod, in dem Städtchen dagegen verunglückte von 100 Einwohnern immer nur einer. Für weit unheilvoller als die Americanischen Tornados müssen wir deshalb die Wettersäule von Calcutta vom 8. April 1838 erklären, welche auf einer Strecke von 25000 Metern nicht weniger als 215 Menschen tödtete, 233 verwundete und zugleich 1245 Indische Häuser zerstörte. Hauptsächlich mag an diesen schrecklichen Wirkungen das sehr langsame Fortschreiten dieser Wettersäule schuld sein, in Folge dessen ihre locale Dauer vier bis sieben Minuten betrug, während dieselbe bei den Tornados sehr selten eine Minute überstiegen hat. Die Geschwindigkeit des Windes war in dieser Wettersäule so gross, dass ein langes Bambusrohr durch einen fünf Fuss dicken Wall hindurchgetrieben wurde und dabei zu beiden Seiten die Mauerbekleidung durchlöcherte. Kaum ein Sechspfünder, meint der Herausgeber der India Review, hätte eine solche Wirkung hervorbringen können.

Vierter Abschnitt. Schilderung der Cyclonen oder Wirbelstürme.

Von ausserordentlicher Wichtigkeit für die zahlreichen Classen der menschlichen Gesellschaft, welche am Grosshandel und an der Landwirthschaft betheilig sind, ist Alles, was wir über die Stürme wissen. Die Unkenntniss ihrer Gesetze hat schon Tausenden von braven Seeleuten das Leben und vielen Rhedern und Versicherungs-Gesellschaften schwere Einbussen an ihrem Vermögen gekostet. Unberechenbar sind die Wohlthaten, welche die Menschheit schon jetzt den berühmten Entdeckern jener Gesetze, dem Deutschen Dove, dem Americaner Redfield und dem Engländer Reid zu danken hat; sie würden noch weit bedeutender sein, wenn nicht Trägheit und Dummheit auch hier der Verbreitung nützlicher Kenntnisse entgegenständen. Wie viele Rheder sind denn für das Leben ihrer Schiffsmannschaften und wie viele Versicherungs-Gesellschaften für ihre Capitalien so besorgt, dass sie den Capitainen ihrer West- oder Ostindienfahrer irgend ein Buch über die Orkane oder Teifuns mit auf den Weg geben! (Am leichtesten verständlich und am nützlichsten für praktische Seeleute dürfte sein eine gute, von seekundiger Seite ausgeführte Uebersetzung des nur 110 Seiten umfassenden Buches „Conversations about Hurricanes for the use of plain sailors, by Henry Piddington, Lond. 1852.“)

Und doch wäre die Ausgabe verschwindend klein gegen diejenige, welche so manche Feuerversicherungs-Gesellschaft für verschenkte Spritzen, oder zahllose Hausbesitzer für Blitzableiter aufwenden. Aber leider wissen die Herren häufig selbst nicht, wie eigentlich diese Orkane, welche alljährlich Hunderte von grossen Seeschiffen schwer beschädigen oder vernichten, beschaffen sind.

Wir müssen zwei Hauptarten von Stürmen unterscheiden, nämlich die (wie die Passate) stromartig sich bewegenden, in welchen die Windfahne nicht bloss die locale Windrichtung, sondern auch die Richtung ihres Fortschreitens anzeigt, und die Wirbelstürme oder Cyclonen, welche als sehr ausgedehnte, über die Erdoberfläche hinkreisende Wirbelwinde von grosser Heftigkeit aufzufassen sind. An unseren Norddeutschen Küsten scheinen die ersteren, stromartigen Stürme, welche dort mit SSW. und SW. einsetzen und meistens bei veränderter Strömungsrichtung mit WNW. und NW. endigen, die häufigeren und zugleich gefährlicheren zu sein; zu ihnen gehören, wie Capitain Koldewey mir mittheilte, auch die eisigen Nordstürme, welche den Arbeiten der zweiten Deutschen Nordpol-Expedition so sehr hinderlich waren. Die Wirbelstürme dagegen treten schon an der Irischen Küste häufiger auf, und im Atlantischen Ocean, zumal in den Nordamericanischen und Westindischen Gewässern, sind sie ungleich zahlreicher und zerstörender als die stromartigen Stürme. Wir werden uns hier ausschliesslich mit den Wirbelstürmen beschäftigen, und beginnen mit einigen geschichtlichen Bemerkungen über die Entdeckung ihrer Bewegungsgesetze.

Schon 1801 hatte Colonel Capper ³³⁾, in Diensten der Ostindischen Compagnie, seine leider unbeachtet gebliebene, auf zwanzigjährige Beobachtungen gegründete Ueberzeugung veröffentlicht, dass die Orkane grosse Wirbelwinde seien, er hatte sogar die Durchmesser von zwei Ostindischen Cyclonen angegeben. Im Jahre 1828 machte auch Dove ^{34a)} dieselbe wichtige Entdeckung bei dem Europäischen Sturme von Weihnachten 1821, indem er die zahlreichen, von Brandes und Anderen gesammelten Beobachtungen sorgfältig prüfte. Doch irrte sich Dove damals in Bezug auf den Drehungssinn der Wirbelstürme; denn er sagt: „Da in unseren Gegenden alle stärkeren Stürme SW.-Stürme sind, so wird die Drehung SW. NW.....sein. — Hingegen sind die meisten von mir verglichenen Orkane auf der südlichen Hälfte in entgegengesetztem Sinn; nämlich SW. NO.....(unter verschiedenen geographischen Längen aber wahrscheinlich verschieden).“

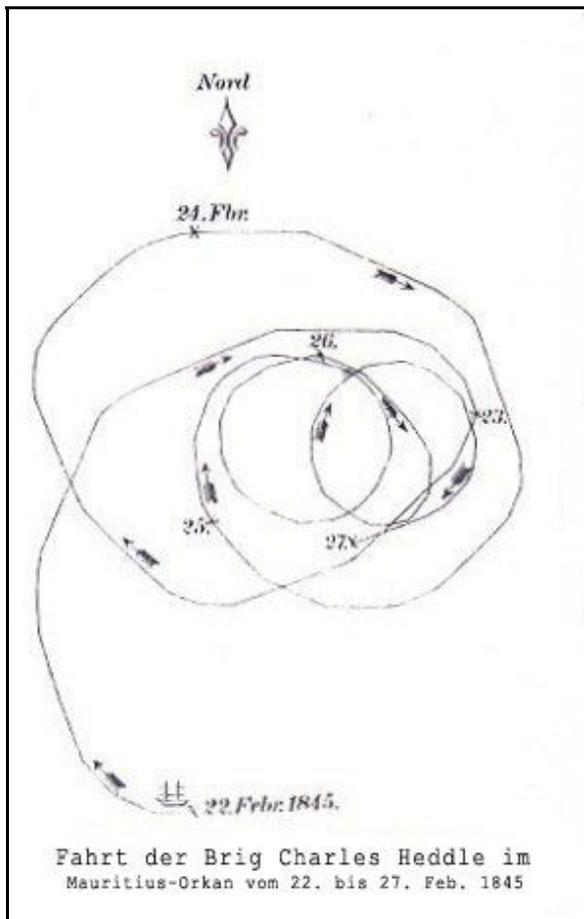
Fast gleichzeitig mit Dove und unabhängig von ihm gelangte Redfield ³⁵⁾ im Jahre 1831 zu dem Ergebnisse, dass die Nordamericanischen Küstenstürme meistens Wirbelstürme seien, die gegen die Sonne im Sinne S. O. N. W. sich drehen, dass in ihrer Mitte das Barometer auffallend niedrig stehe, und dass dieses luftdünne Centrum mit veränderlicher Geschwindigkeit fortschreite. Redfield vor Allem und dem Colonel Reid ³⁶⁾, welcher durch Redfield's erste Schritt angeregt wurde, verdanken wir die Kenntniss der ziemlich regelmäßigen Bahnen, welche von den Axen oder Mittellinien der Westindischen Orkane beschrieben werden; Reid bewies u. A. zuerst 1838, was Dove und Redfield schon vorher vermuthet hatten, dass die Cyclonen der südlichen Erdhälfte sich im entgegengesetzten Sinne drehen wie diejenigen der nördlichen Hälfte, nämlich im Sinne S. W. N. O. Ein sehr werthvolles Material über die Wirbelstürme der Ostindischen und Chinesischen Gewässer haben wir Piddington ³⁷⁾ (seit 1839) und Thom ³⁸⁾ (1845) zu danken, namentlich dem ersteren, von welchem auch der Name „Cyclone“ herrührt. Mit diesem jetzt allgemein angenommenen Worte bezeichnet Piddington alle starken oder schwachen Winde, welche um ein gemeinschaftliches Centrum kreisen; dagegen benutzt er die älteren Wörter „Briese“, „Gale“, „Sturm“, „Orkan“ nur, um die Stärke eines Windes zu bezeichnen, und vermeidet so Zweideutigkeiten. Ueber die Cyclonen des nördlichen Europas hat in neuester Zeit der Norwegische Meteorologe Mohn ³⁹⁾ eine hervorragende Arbeit veröffentlicht. Uebrigens hat die Literatur über die Wirbelstürme allmählig einen solchen Umfang gewonnen, dass Poey nicht weniger als 450 Bücher und Abhandlungen mit interessanten Berichten über West- und Ostindische Cyclonen aufzählen konnte.

Den ersten bedeutenden Versuch, die Entstehung der Wirbelstürme und ihre Bewegungsgesetze zu erklären, machte 1840 Dove in seinem „Gesetz der Stürme“, worin er zugleich nachwies, dass auch der Weihnachtssturm von 1821 gegen die Sonne sich drehte. Dagegen wurde in America seit 1836 die Wirbelbewegung der Luft in Orkanen lebhaft bestritten von Espy⁴⁰⁾ und Hare⁴¹⁾, welche beide der Ansicht waren, dass im Sturme die Luft von allen Seiten centripetal nach der luftdünnen Mitte heranströme und dort emporsteige. Dass solche heftige, centrale Luftströmungen wirklich vorkommen, haben uns die Americanischen Tornados gezeigt, auf welche auch Espy und Hare sich beriefen. Aber die eigentlichen Orkane, deren Breite nach Hunderten von Seemeilen sich berechnet, bieten bis jetzt kein einziges unbestrittenes Beispiel eines centripetalen Sturmes; vielmehr zeigen alle genauer untersuchten eine starke Wirbelbewegung, so dass die Redfield-Dove-Reid'schen Bewegungsgesetze dieser Orkane nicht mehr in Zweifel zu ziehen sind. Uebrigens hat sich Hare vornehmlich gegen die theoretischen Vorstellungen und Folgerungen Dove's und Redfield's ausgesprochen, auf welche wir in einem späteren Abschnitte zurückkommen werden.

In den Cyclonen bewegt der Sturmwind sich annähernd in Kreislinien um einen gemeinsamen Mittelpunkt, welcher selbst fortschreitet; hierdurch unterscheiden sich die Wirbelstürme von den stromartigen Stürmen. Auf beiden Erdhälften geht diese kreisförmige oder Wirbel-Bewegung gegen die Sonne vor sich; nämlich auf der nördlichen von Süd über Ost nach Nord und West ☺, dagegen auf der südlichen Halbkugel (wo die Sonne von Osten über Norden nach Westen sich bewegt) von S. über W. nach N. und O; ☻. Auf der Nordhälfte drehen sich also die Wirbelstürme in entgegengesetztem Sinne wie der Zeiger einer Uhr, auf der Südhälfte aber in demselben Sinne. Der Beweis für diese Wirbelbewegung wird am Schlagendsten dadurch geführt, dass man an möglichst vielen Orten innerhalb des Sturmes für einen bestimmten Zeitpunkt die Windrichtungen ermittelt und diese auf einer hinreichend grossen Karte verzeichnet. Diese sehr mühsame Arbeit hat Redfield^{35m)} u. A. für den Cuba-Orkan vom 4. bis 7. October 1844 ausgeführt, welcher allein in Havana einen auf 6 bis 7 Millionen Thaler geschätzten Schaden verursachte, indem er 72 Schiffe umwarf oder an den Strand trieb, andere entmastete, Häuser abdeckte und die Ernte stark beschädigte. Redfield hat 165 ausführliche Berichte von Schiffen und Plätzen, welche von dieser Cyclone getroffen wurden, gesammelt, und dann für zwanzig verschiedene Zeitpunkte die Windpfeile in seine Karten eingetragen; durch Hinzufügung concentrischer Kreise hat er es Jedermann leicht gemacht zu erkennen, dass wirklich eine Wirbelbewegung in diesem Orkane herrschte.

Auf unserer Karte I sind sechs von diesen 20 Redfield'schen Sturmkarten möglichst getreu wiedergegeben. Bei allen 20 sieht man auf den ersten Blick, dass die Windpfeile in Umkreisen von mehr als 800 Seemeilen Durchmesser eine entschiedene Drehung um das jedesmalige Centrum (welche der Drehung eines Uhrzeigers entgegengesetzt ist) anzeigen; zugleich aber beweisen sie eine sehr merkliche Bewegung der Luft gegen die Mitte hin. Denn die meisten Pfeile weichen ziemlich stark nach innen zu von den Richtungen der Kreistangenten ab. Redfield selbst schätzt diese Abweichung für den Cuba-Orkan auf durchschnittlich fünf bis zehn Grad während drei voller Tage (wir hätten sie höher geschätzt), ebenso für den Sturm vom 15. December 1839 auf etwa sechs Grad^{35h)}; auch stellt er wiederholt eine solche spiralförmig nach innen gehende Bewegung der wirbelnden Luftmassen als unzweifelhafte Thatsache hin. Schon 1839 schreibt er^{35f)}: „Es ist mindestens wahrscheinlich, wenn nicht gewiss, dass in den heftigsten dieser Stürme der Wind an der Meeresfläche spiralförmig nach innen läuft und sich allmählig dem Mittelpunkte des Sturmes nähert.“ Im Jahre 1845 erklärt er sogar^{35m)}, er habe gleich seine erste Sturmkarte von 1830 mit spiralförmig nach innen gehenden Linien graviren lassen wollen und sei nur aus Rücksicht auf die Bequemlichkeit des Graveurs davon abgestanden. Auf unserer Karte II, welche nebst III ebenfalls Redfield entlehnt ist, hat derselbe deshalb schon 1835 diese nach innen strudelnde Bewegung der Luft durch spiralförmige Pfeile angedeutet. Redfield hält es für unwahrscheinlich, dass die durchschnittliche Abweichung der Windpfeile von den Tangenten der um das Sturmcentrum beschriebenen Kreise jemals 45 Graden nahe kommt, und bezweifelt, dass dieselbe zwei Compas-Striche oder $22 \frac{1}{2}$ Grad je übersteigt. Auch Thom, Piddington, Meldrum⁴³⁾ und Mohn geben uns Belege für dieses Einströmen der Luft gegen das Centrum der Cyclonen.

Einen ausgezeichneten Beweis hierfür, sowie für die Drehung der Cyclonen auf der südlichen Erdhälfte hat uns Piddington ^{37 c und d)} durch seine Bearbeitung des Tagebuches der Charles Heddle geliefert. Diese Brig wurde am Mittag des 22. Februar 1845, etwa 210 Seemeilen N. bei O. von Mauritius, von einem Orkan aus OSO. gefasst; sie lief die nächsten fünf Tage mit dem Winde und zwar ohne alle Segel, nachdem schon am ersten Tage das dicht gereifte Vormarssegel mit allem Uebrigen fortgeweht war; ihrem Tagebuch zufolge hat sie dabei die unten folgende, von Piddington verzeichnete Bahn innerhalb des Orkanes beschrieben. Sie hat also in dieser Zeit das Centrum dieser Cyclone fünfmal umkreist „wie eine Motte das Licht“, und zwar in demselben Sinne, wie ein Uhrzeiger sich dreht; zugleich näherte sie sich immer mehr der Mitte des Wirbelsturmes. — Piddington^{37b)} giebt noch andere directe Beweise für das Einwärtsblasen der Cyclonenwinde, und hält für möglich, dass dasselbe in der Nähe des Centrums zwei bis drei Compas-Striche betrage und schon manches gute Schiff gehindert habe, der verderblichen



Mitte des Orkanes zu entrinnen. Auch erinnert er an die zahlreichen Fälle von Schiffen, welche beim Passiren des windstillen Cyclonenentrums in der Nachbarschaft von Land umgeben oder bedeckt waren von Land- und Seevögeln, Schmetterlingen und Fliegen, die sicherlich vom Sturmwind einfach mitgerissen seien, dem Inneren zu.

Die Geschwindigkeit und Heftigkeit des Windes innerhalb eines Wirbelsturmes wächst von aussen nach innen hin; daher müssen bei Angabe des Durchmessers die verschiedenen Windgeschwindigkeiten des äusseren Randes ebenfalls notirt werden. Beispielsweise schätzt Redfield die ganze Breite des Meeresstriches, auf welchem der Cuba-Orkan mit merklicher Windstärke sich zeigte oder wo das Wetter ein stürmisches Aussehen hatte, auf mehr als 900 und vielleicht 1000 Engl. Meilen, dagegen den Durchmesser dieses Sturmes als „Gale“ von gewöhnlicher sowohl als ungewöhnlicher Stärke auf mindestens 800, und denjenigen des orkanartigen inneren Theiles auf mehr als 500 Engl. Meilen. Dabei bemerken wir, dass in America eingeführt ist die folgende:

Windskala der Smithsonian Institution.*) (siehe nächste Seite)

Grad.	Geschwindigkeit. (Seemeilen pr. Stunde.)	Druck. (Pfund pr. Fuss ²)	Bezeichnung.
1	2	0,02	Very light breeze.
2	4	0,08	Gentle breeze.
3	12 ½	0,75	Fresh wind.
4	25	3,00	Strong wind.
5	35	6,00	High wind.
6	45	10,00	Gale.
7	60	18,00	Strong gale.
8	75		Violent gale.
9	90		Hurricane.
10	100		Most violent hurricane.

*) Für die Englische Marine ist angeordnet und auch bei der Deutschen eingeführt die folgende, von Capt. Beaufort herrührende Windskaale:

0 denotes Calm

1	„	Light Air	just sufficient to give	Steerage-way.
2	„	Light Breeze	with which a well-conditioned man-of-war, under all sail, and clean full, would go in smooth water, from	1 to 2 knots.
3	„	Gentle Breeze		3 to 4 knots.
4	„	Moder. Breeze		5 to 6 knots.
5	„	Fresh Breeze	in which the same ship could just carry close hauled	Royals, etc.
6	„	Strong Breeze		Single-reefs and top-gallant sails.
7	„	Moderate Gale		Double-reefs, jib etc.
8	„	Fresh Gale		Triple-reefs, courses, etc.
9	„	Strong Gale		Close reefs and courses.
10	„	Whole Gale	with which she would only bear	Close-reefed main-topsail and reefed foresail.
11	„	Storm	with which she would be reduced to	Storm-staysail.
12	„	Hurricane	to which she could show	No Canvas.

(Aus Reid's Attempt to develop the Law of Storms, 3d. ed., Lond. 1850.)

Auch bei dem auf Karte IV verzeichneten Orkane vom 12. bis 19. Mai 1863, welcher im Indischen Ocean zwischen 8° und 15° S. Br., sowie 87° und 77° O. L. wüthete ⁴³), wird der Durchmesser der ganzen Cyclone zu 1000 Seemeilen angegeben, wogegen derjenige Theil derselben, an dessen Umfang mindestens die Windstärke 9 von Beaufort's Skale herrschte, am 12. Mai nur 50, am 14. schon 180, am 16. und 18. Mai 400 und am 19. wieder nur 150 Seemeilen Durchmesser hatte. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass das Centrum dieses Wirbelsturmes in zwei Tagen nahezu dreimal von dem Schiffe Earl of Dalhousie umkreist wurde, und dass auf seiner östlichen Seite der Wind mehr oder weniger gegen das Centrum blies.

Piddington ^{37b}) hält die Annahme für zulässig, dass hinsichtlich der Grösse eine vollständige Reihenfolge von Cyclonen existire: „von der Wasserhose, welche ein Wirbelwind wird, wenn sie das Ufer erreicht, zum Tornado von einigen zehn oder hundert 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 kleineren, Tornado-gleichen 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.“

Redfield ^{35d}) schreibt den West-Atlantischen Orkanen einen Durchmesser von 50 bis 300 und mehr Engl. Meilen zu; doch erreichen sie sogar eine Ausdehnung von 1000 bis 1500 Seemeilen, besonders gegen die höheren Breiten hin. Bei allen genauer untersuchten Cyclonen hat man übrigens allmälige Ausdehnungen und Zusammenziehungen constatirt. Besonders heftig scheinen die kleineren Wirbelstürme zu sein: so die Teifuns, diese fürchterlichen Cyclonen des Chinesischen Meeres, denen Piddington einen Durchmesser von 00 oder 80 bis zu 180 oder 240 Seemeilen zuschreibt, und die kleineren Cyclonen der Bai von Bengalen, die er mit den Land-Tornados vergleicht, „welche in tropischen Gegenden, zumal in Bengalen, buchstäblich Alles auf ihrer Bahn zerstören, obgleich dieselben nur wenige hundert bis 1000 Yards (3000 Fuss) breit sind.“

Auch die Atlantischen Orkane sind in Westindien, wo sie am schmalsten sind, ungleich heftiger als in höheren Breiten.

Im Centrum einer Cyclone herrschen entweder schwächere, unregelmässige Winde oder völlige Windstille. Es ist Reid's und Dove's Verdienst, durch Zusammenstellung zahlreicher Berichte das Vorkommen dieser schrecklichen Todtenstille in der Mitte der Wirbelstürme über allen Zweifel erhoben zu haben. So erzählt Dove ^{34b}) von Nassau (Bahama-Inseln) 1. August 1813: „Ungefähr 2 ½ Uhr Nachmittags erreichte der Sturm seine grösste Höhe, und seine Wuth dauerte bis fünf Uhr, wo sie plötzlich aufhörte. Eine halbe Stunde lang folgte nun eine so vollkommene Windstille, dass man sie nur mit dem Tode nach den schrecklichsten Convulsionen vergleichen konnte. Die Einwohner der Colonie, vertraut mit der Natur der Stürme, benutzten während dieser Zeit jede mögliche Vorsichtsmassregel, um sich gegen den zweiten Theil des Sturmes, welchen sie von SW. her erwarteten, zu sichern. Dieser kam auch mit der grössten Wuth ungefähr gegen 6 Uhr.“ In St. Thomas nahm am 2. August 1837 der aus NW. wüthende Orkan bis 7 ½ Uhr zu an Heftigkeit; dann trat eine Todtenstille ein, und um 8 ¼ Uhr fing plötzlich der Orkan, jetzt aus Südwesten, wieder an zu toben. Aehnlich blies in Antigua, wie Fitz Roy ⁴²) erzählt, der Orkan vom 12. August 1835 während seiner ersten Hälfte aus Norden und während der zweiten, nach einer Windstille von 20 Minuten, aus Süden. Den Durchmesser des windstillen Raumes hat Thom für den Mauritius -Orkan vom April 1840 zu 21 Seemeilen bestimmt; Piddington berechnete ihn für die Calcutta-Cyclone von 1842 zu 11 und für diejenige an der Küste Malabar vom April 1847, deren heftigerer Theil 150—180 Seemeilen breit war, zu 18 1/2 Seemeilen. Ja Piddington hat bei einer Ostindischen Cyclone vom November 1845 diesen centralen Raum sogar 30 Seemeilen breit gefunden, während der Orkangürtel ringsum nicht über 35 Seemeilen breit war.

Uebrigens scheint eine völlige Windstille im Innern von Cyclonen nur unter den Tropen vorzukommen; uns wenigstens ist kein Beispiel derselben aus der gemässigten Zone bekannt. Selbst beim Cuba-Orkan, der doch bis zum 5. October 1844 der heissen Zone angehörte, spricht Redfield nur von einer „Lull oder Abnahme der Windstärke in der Mitte des Orkans“, nicht von einer Calm oder Windstille. Er fügt hinzu, dass die innere Fläche, auf welcher diese Lull herrscht, sich gewöhnlich stark vergrössert, während der Sturm zu höheren Breiten fortschreitet. In sehr erweiterten Stürmen soll ^{35h}) diese Fläche schwächerer und unregelmässiger Winde, um welche herum der eigentliche Sturmwind toset, bisweilen bis zu einem Durchmesser von mehreren hundert Seemeilen zunehmen. Auch wo im Centrum totale Windstille herrscht, scheint der Sturmwind in der Regel durch eine Lull oder auch durch häufige Windstösse in dieselbe überzugehen.

Der Sturmwind einer Cyclone bläst überhaupt nicht gleichmässig, sondern meistens in heftigen Böen und Stössen (squalls and gusts). Gerade diese plötzlichen Windstösse, welchen manchmal kurze Windstillen vorhergehen, sind den Schiffen so überaus gefährlich, zumal da ihre Richtung immer mehr oder weniger schwankt. Nicht selten, besonders in Winter- und Landstürmen, sind die Winde auf verschiedenen Seiten der Cyclonenaxe sehr ungleich an Heftigkeit und Ausdehnung; so kommt es namentlich vor, dass die Form des Wirbelsturmes nicht genau kreisförmig, sondern mehr oder weniger oval ist. Andere Unregelmässigkeiten entstehen daher, dass manchmal zwei oder mehrere Stürme zugleich herrschen und dabei theilweise in einander übergreifen und dieselbe Fläche bedecken oder überstreichen.

Dichte Wolken und starke Regengüsse sind ständige Begleiter der Wirbelstürme, meistens auch Donner und Blitze. Fast in allen den zahlreichen Schiffstagebüchern und anderen Berichten, welche Reid über die Cyclonen veröffentlicht hat, ist von starkem oder heftigem Regen die Rede. Thom ³⁸) erklärt, keine Erscheinung begleite so regelmässig die Cyclonen des Indischen Orcans und sei so erstaunlich, wie die enorme, aus den bewegten Luftmassen niederstürzende Menge Wassers.

„Hunderte von Meilen weit auf allen Seiten des Wirbels lagert eine dichte Wolkschicht, welche in Strömen und ohne Unterbrechung Regen ausgiesst. Dieser Process dauert Wochen lang und ist anscheinend characteristisch 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, allmählig aber zu unteren Schichten niedersteigend und von zunehmendem Dunkel begleitet, bis es zuletzt auf der Erde ruht und zu regnen anfängt. Diese Anzeichen werden in einer Entfernung von 200 oder 300 Seemeilen vor dem Wirbel wahrgenommen und dürften zu dem Schlusse führen, dass die Bewegung der Luft in den oberen Regionen ausgedehnter ist als in den unteren.“ Die Condensation des Wasserdampfes erstreckt sich, wie Thom an einer anderen Stelle hervorhebt, viel weiter auf der vorderen als auf der hinteren Seite der Cyclonen. Auch bei den Westatlantischen Stürmen erstreckt sich der Regen- oder Schneefall oft in irgendwelcher Richtung weit über die beobachteten Grenzen des Sturmes hinaus; doch herrscht im Allgemeinen nur in einem Theile dieser Cyclonen Regen oder nasses Wetter, in einem anderen dagegen schönes, helles Wetter^{35h}). Redfield macht schon 1833 die Bemerkung, dass in den höheren Breiten die letzte Hälfte dieser Stürme meistens von „gebrochenem oder klarem Wetter“ begleitet ist. Die Regenhälfte der Cyclone ist von einer grauen Wolkschicht überdeckt, die bei Annäherung des Sturmes als düstere Wolkenbank am Horizonte aufzusteigen pflegt.

Zwischen dieser grossen, den Sturm überdeckenden Stratuswolke und der Erdoberfläche sieht man in verhältnissmässig geringer Höhe, welche Redfield auf 500 bis 2500 Fuss schätzt, die characteristischen fliegenden Wolken (storm-scuds) dahineilen. Auch diese vielfach zerrissenen Storm-scuds sind dem sorgfältigen Studium Redfield's^{35m}) nicht entgangen. Langjährige Beobachtungen zu New-York lieferten ihm das beachtenswerte Ergebniss, dass ihre Bewegungsrichtung nicht, wie diejenige der Winde unten, gegen das Innere des Wirbelsturmes geneigt ist, sondern vielmehr nach aussen hin. Bei sechzig derartigen Beobachtungen während der Jahre 1832 bis 1842 flogen diese Sturmwolken regelmässig ohne Ausnahme in einer Richtung fort, die nach rechts, und zwar durchschnittlich um zwei volle Striche oder $22 \frac{1}{2}$ Grad, von der unteren Windrichtung abwich. Also:

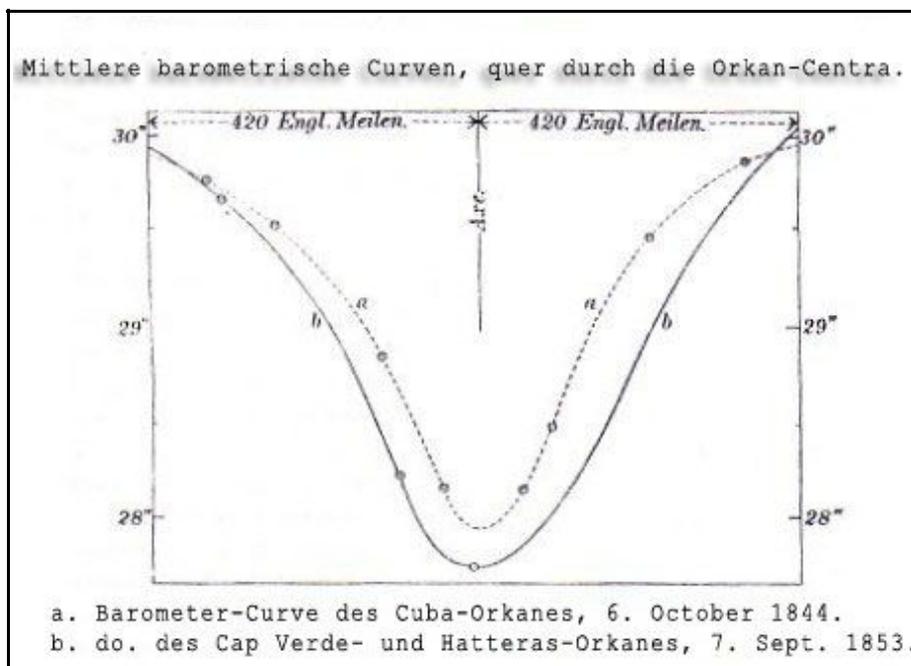
Während ganz unten der Sturmwind in Spiralwindungen allmählig nach innen strömt, treibt er oben die flüchtigen Sturmwolken in Spiralwindungen nach aussen fort und entfernt sie von der Axe der Cyclone. Damit mag eine andere bekannte Thatsache in Verbindung stehen, dass nämlich die Vorerscheinungen eines Sturmes in der Wolkenregion oft viele Stunden im Voraus bemerkt werden, ehe unten ein Wechsel in den Bewegungen der Luft eintritt. Schon der alte „Seekönig“ Dampier giebt uns eine Schilderung dieser Vorerscheinungen bei Beschreibung der Chinesischen Teifuns der Küste Tongking; er sagt: „Ehe diese Wirbelwinde herankommen, erscheint in NO. eine schwere Wolke, sehr schwarz unten am Horizont, weiter oben von tief dunkelrother Farbe, höher hinauf glänzender und endlich ganz oben fahl und von einer weisslichen Farbe, welche die Augen blendet. Diese Wolke ist schrecklich und Besorgniss erregend; man sieht sie manchmal zwölf Stunden vor Ankunft des Wirbelwindes. Wenn sie anfängt sich rasch zu bewegen, kann man sicher sein, dass der Wind frisch blasen wird. Mit Heftigkeit kommt er heran und bläst zwölf Stunden lang mehr oder weniger aus NO., begleitet von schrecklichen Donnerschlägen, scharfen und häufigen Blitzen und äusserst heftigem Regen. Wenn der Wind sich zu legen beginnt, hört der Regen plötzlich auf, und es folgt eine Windstille. Diese dauert ungefähr eine Stunde, und sodann bläst der Wind aus SW. ebenso heftig und lange wie vorher aus NO.“

Dieses Uebergreifen des Sturmes in den oberen Regionen wird auch angezeigt durch den Fall des Barometers, welcher gewöhnlich beginnt, ehe noch irgend welche andere Anzeichen der herannahenden Cyclone wahrzunehmen sind. Ein ungewöhnlich niedriger Barometerstand wird in allen Wirbelstürmen wahrgenommen, und zwar fällt das Barometer immer tiefer, je näher man dem Centrum eines solchen Sturmes kommt. Die barometrischen Anzeichen einer solchen Cyclone erstrecken sich gewöhnlich bis weit über die beobachteten Grenzen ihrer Wirksamkeit hinaus. Auch hat bekanntlich das Barometer durch frühzeitige Warnung schon manches Schiff

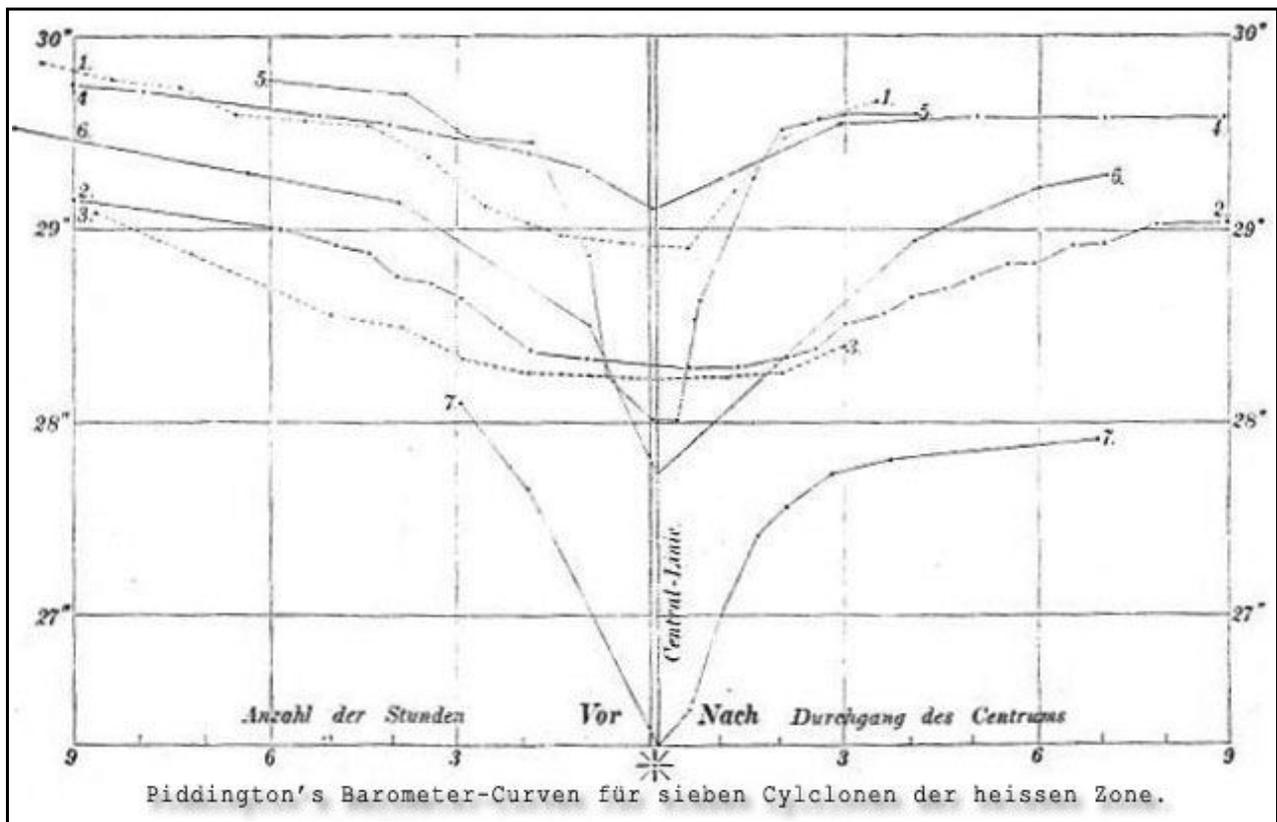
vom drohenden Untergange gerettet, und sollte deshalb auf keinem überseeischen Schiffe fehlen. Wir geben beispielsweise die Barometerbeobachtungen, welche Redfield für den Cuba-Orkan vom 4.—7. October 1844 (Karte I) zusammengestellt hat. Im Mittel betrug

der Barometerstand	29 ^{''} ,76	29 ^{''} ,50	28 ^{''} ,84	28 ^{''} ,13	28 ^{''} ,45	29 ^{''} ,45	29 ^{''} ,86
im Abstände von	349	260	126	0	98	230	375
Engl. Meilen	links			und	rechts		

von der Mitte dieses Orkanes. In der folgenden, Redfield ³⁵ⁿ⁾ entlehnten Figur ist die punktirte Curve *a* die graphische Darstellung dieser Zahlen, wobei wir bemerken, dass die Breite dieses Diagramms die Entfernung von 840 Engl. Meilen zwischen Washington und den Bermudas-Inseln repräsentirt. Die andere Linie *b* ist die Barometer-Curve des Cap Verde- und Hatteras-Orkanes für den 7. September 1853, dieses besonders ausgedehnten Wirbelsturmes, welcher von 142 Schiffen, über welche Redfield Berichte erhielt, nicht weniger als 75 vernichtete oder entmastete und 46 stark beschädigte, so dass nur bei 21 keine Schäden angegeben waren. Und noch dazu wurde keiner dieser Unglücksfälle durch Felsen, Untiefen oder leewärts gelegenes Land verursacht; auch konnte Redfield über das Schicksal einer weit grösseren Anzahl von Schiffen, die ohne Zweifel diesem Sturme ausgesetzt waren, Nichts erfahren.



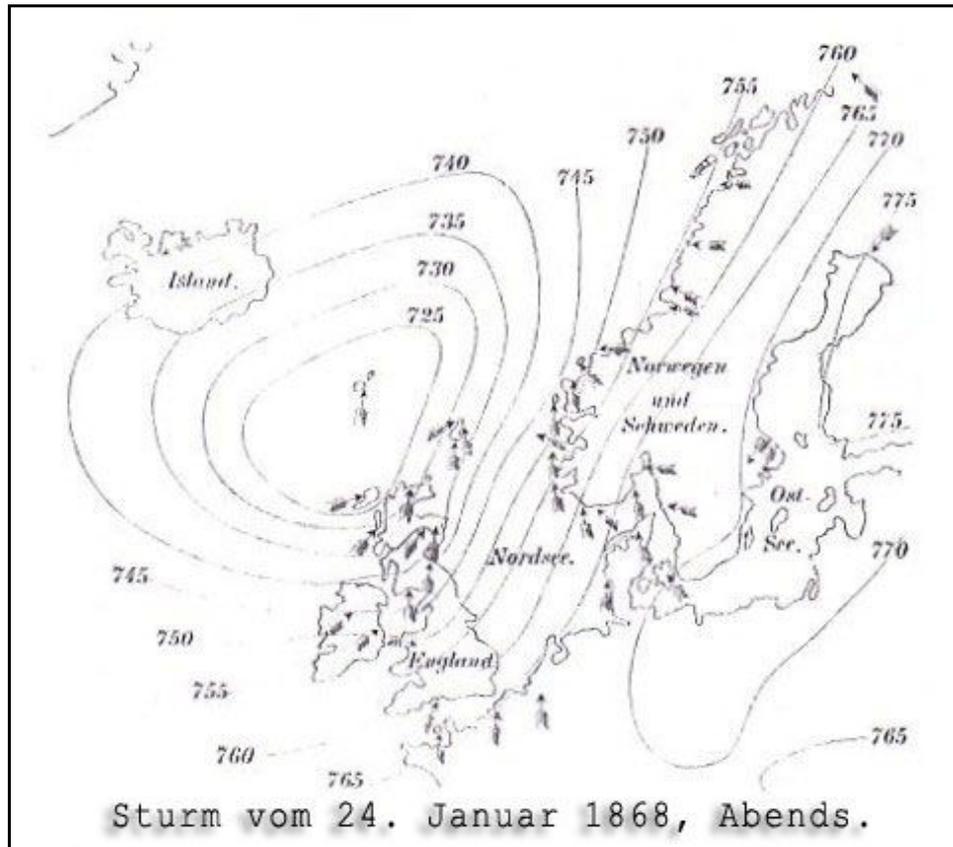
Wir besitzen eine Anzahl interessanter Barometerbeobachtungen von Schiffen, welche durch das luftdünne Centrum von Cyclonen hindurchgegangen sind und dort manchmal einen außerordentlich geringen Luftdruck wahrgenommen haben. So zählt Piddington 14 Fälle auf, in denen das Barometer um $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{7}{10}$ Zoll Engl. gesunken war. Wegen der eigenen Bewegung der Schiffe liefern uns jedoch diese Beobachtungen keinen sicheren Aufschluss über die Schnelligkeit, mit welcher das Barometer bei einer Annäherung gegen die Cyclonenmitte hin sinkt. Leider ist nur selten an solchen Orten des festen Landes, über welche das Centrum einer Cyclone hinwegging, das gleichzeitige Spiel des Barometers aufgezeichnet worden. Doch verdanken wir Piddington die beistehende Karte von sieben auf diese Art erhaltenen Barometer-Curven, und zwar beziehen sich dieselben auf folgende Orkane der heissen Zone: 1) Madras, October 1836; 2) Mauritius, März 1836; 3) Calcutta, Juni 1842; 4) Madras, Mai 1841; 5) St. Thomas, August 1837; 6) Havana, October 1846; 7) Duke of York, Kedgeree an der Mündung des Hooghly, 1833.



Wie diese Karte uns lehrt, ist der Fall des Barometers in verschiedenen Cyclonen ein sehr ungleicher. Die Grösse der Cyclonen und ihres stilleren centralen Theiles, namentlich aber die Geschwindigkeit, mit welcher sie über den Beobachtungsort hinwegschreiten, sind von grossem Einfluss auf die Form ihrer barometrischen Curven. So dauerte bei dem Mauritius-Orkan (2) nach Thom's Angabe die Windstille drei bis vier Stunden, beim St. Thomas-Orkan (5) dagegen, wie oben erwähnt wurde, nur $\frac{3}{4}$ Stunden; und wahrscheinlich bewegte sich der erstere Orkan viel langsamer vorwärts als der letztere, so dass auch das Barometer in Mauritius weniger rasch fallen und wieder steigen musste als in St. Thomas. Im Allgemeinen scheint unter den Tropen der Fall des Barometers gegen die Cyclonenmitte hin viel jäh und rascher statt zu finden als in den gemässigten Zonen; weil aber in letzteren die Breite der Cyclonen grösser ist, so wird das Sinken des Quecksilbers schon in grösseren Entfernungen vom Centrum merklich. Deshalb ist nach Dove die Gesamtverminderung des Luftdruckes viel bedeutender in den gemässigten Zonen als in der heissen; „man kann jene einem weiten Thalkessel vergleichen mit sanft abfallenden Seiten, diese einem tiefen Schlunde mit steilen Wänden.“

Den besten Ueberblick über die Verminderung des Luftdruckes im Innern einer Cyclone erhält man, wenn für einen bestimmten Zeitpunkt an möglichst vielen Orten die Barometerstände ermittelt und sodann diejenigen Orte, in denen das Quecksilber die gleiche Höhe hat, durch sogenannte isobarometrische Curven verbunden werden. Diese Arbeit, welche nur durch das Zusammenwirken zahlreicher Beobachter möglich gemacht wird, ist bisher leider nur für Europäische Stürme ausgeführt worden, namentlich durch Mohn.³⁹⁾ In seinem Sturmatlas des meteorologischen Instituts von Norwegen hat Mohn diese isobarometrischen Linien für Barometerstände von 725, 730, 735, 740 Millimetern verzeichnet; auch die folgende Figur verdanken wir ihm. Die Linien gleichen Barometerstandes sind nicht genau kreisförmig, wie ja auch der Wind in den Wirbelstürmen nur annähernd in Kreislinien bläst, sondern von mehr oder weniger ovaler Form; auch pflegen sie an einer oder an mehreren Seiten sich enger an einander zu drängen als an den übrigen. Mohn findet für Europa das Buys-Ballot'sche Gesetz bestätigt, wonach der Wind eine solche Richtung hat, dass wenn man ihm den Rücken zukehrt, der Ort des tiefsten Barometerstandes sich links und ein wenig nach vorne befindet.

Der Wind umkreist also die luftdünne Mitte der Sonne entgegen, aber nähert sich ihr zugleich in Spirallinien, indem er die isobaremtrischen Curven nach innen zu überschreitet.



Wie die Wettersäulen so verändern auch die Wirbelstürme ihren Ort, indem ihr luftdünnes Centrum mit variabler Geschwindigkeit fortschreitet. Sehr häufig entstehen sie in der heissen Zone und bewegen sich dann gewöhnlich in parabolischen Bahnen bis in die gemässigten und zuweilen bis in die kalten Zonen fort. Viele Cyclonen jedoch nehmen in den gemässigten Zonen ihren Ursprung und haben dann, soviel wir bis jetzt wissen, allemal eine östliche Bewegung. Sehr deutlich ist dieses Fortschreiten bei dem Cuba-Orkan auf unserer Karte I wahrzunehmen; derselbe bewegte sich vom Morgen des fünften bis zum Abend den siebenten October 1844 längs der Americanischen Küste hin von Cuba bis Neufundland. Einen Ueberblick über eine grosse Anzahl von Sturmbahnen bieten uns die Karten II und III, welche wir Redfield ³⁵ n, q), und IV, welche wir Piddington ³⁷ b) verdanken. Die ersteren beiden lehren uns, dass im nördlichen Theile sowohl des Atlantischen als auch des grossen Oceans die Cyclonen nach Nordwesten fortzuschreiten pflegen, so lange sie in der heissen Zone sich befinden, dass sie aber in der Gegend des 20. bis 30. Breitengrades ziemlich regelmässig nach NO. umbiegen und dass sie in den höheren Breiten stets in nordöstlicher Richtung sich fortbewegen. Eine Ausnahme bilden auf Karte II die geradlinigen Bahnen I, V, XII, ferner der Cuba-Orkan XIV und der wahrscheinlich aus dem Stillen Ocean herübergekommene Orkan XIII, endlich ganz besonders die Reid'schen Wirbelstürme vom 10. October und 2. August 1837, welche ich nebst dem Mittelländischen vom 27. December 1848 aus Piddington's Horn-Book in Redfield's Karte eingetragen habe. Maury ⁴⁵) macht mit Recht darauf aufmerksam, dass die Westindischen Orkane, nachdem sie den Golfstrom erreicht haben, diesem folgen.

Hervorzuheben ist, dass Redfield und Reid ihre Sturmbahnen nur so weit in ihre Karten aufgenommen haben, als ihr Verlauf mit Sicherheit festgestellt werden konnte; Redfield selbst hält es für wahrscheinlich, dass manche von seinen Orkanen sich noch viel weiter erstreckt haben, und erklärt ausdrücklich die Voraussetzung, es müssten die Cyclonen dort entstanden sein, von wo die ersten Beobachtungen über sie einliefen, für durchaus irrig.

Mehrere der Atlantischen Wirbelstürme haben augenscheinlich Africanischen Ursprung: so der oben (pag. 87) erwähnte vom August und September 1853 (Nr. XXIV der Karte II), welcher vom grünen Vorgebirge aus den Ocean überschritt, an den Küsten der Vereinigten Staaten umbog, dann einerseits Neufundland, anderseits die Britische Westküste bestrich (An der Südwestspitze Irland's entging in der Nacht vom 10. bis 11. Septbr. 1853 der „Guiding Star“, ein Englischer Klipper von 1200 Tonnen, auf welchem mein Schwager Prof. Wislicenus sich befand, mit genauer Noth und unter Verlust seiner Masten dem Verderben.), und sich endlich nach 13tägigem, verderblichen Wüthen gegen das Eismeer hin verlor.

Die Sturmbahnen des südlichen Indischen Oceans auf Karte IV zeigen meistens dieselbe parabolische Krümmung wie diejenigen unserer nördlichen Erdhälfte: in niederen Breiten haben sie meistens südwestliche, in der südlichen gemässigten Zone dagegen südöstliche Richtung. Manche von ihnen könnten, abgesehen von dem Längenunterschiede, als Spiegelbilder Atlantischer Cyclonenbahnen hinsichtlich der Aequator-Ebene aufgefasst werden. Die elf punktirten Sturmbahnen aus den sechziger Jahren, von denen nicht weniger als acht auf die ersten drei Monate des Jahres 1800 fallen, habe ich nach Meldrum's Angaben ⁴³⁾ in Piddington's Karte eintragen lassen.

Uebrigens haben in manchen Meeren die Cyclonenbahnen durchaus nicht einen so regelmässigen Verlauf, wie ihn unsere vier Karten zeigen. So durchkreuzen sich die Bahnen der Chinesischen Teifuns, wie die von Dove wiedergegebene Karte Piddington's beweist, auf das Mannigfaltigste; wir finden unter ihnen süd- und nordwestliche so bunt durch einander, dass es nicht möglich sein dürfte, hier eine Regel zu entdecken. — Die Europäischen Wirbelstürme bewegen sich fast alle nach Osten mit geringer nördlicher oder südlicher Abweichung; dasselbe scheint von den Wirbelstürmen der Vereinigten Staaten ^{40a, b)} zu gelten, soweit dieselben nicht aus Westindien herüber kommen. Wir erinnern beiläufig daran, dass auch die Nordamericanischen Tornados östlichen Kurs haben.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Centrum einer Cyclone fortschreitet, ist wohl zu unterscheiden von der eigentlichen Windgeschwindigkeit im Wirbelsturme: letztere beträgt 70 bis 100 und mehr Seemeilen in der Stunde, erstere bei den Westindischen Orkanen meistens nur 14 bis 20 Seemeilen, also nur ein Fünftel der Windgeschwindigkeit. Doch hat Redfield nachgewiesen, dass die Atlantischen Cyclonen manchmal in höheren Breiten mit einer Geschwindigkeit von 50 Englischen Meilen per Stunde fortschreiten, und die Europäischen Wirbelstürme legen, Mohn's Untersuchungen zufolge, regelmässig 24 bis 30 Seemeilen per Stunde zurück. (Für die Americanischen Tornados fanden wir eine ähnliche Geschwindigkeit des Fortschreitens, nämlich im Mittel 990 Meter per Minute oder 32 Seemeilen per Stunde.) Weit geringer scheint die gewöhnliche Geschwindigkeit des Fortschreitens bei den Cyclonen aller übrigen Meere zu sein. Sie beträgt im Indischen Ocean nur 3 bis 10 Seemeilen, in der Bai von Bengalen nach Piddington 3 bis 15 und im Chinesischen Meere 7 bis 24 Seemeilen per Stunde. Im Indischen Ocean hat man sogar stillstehende Cyclonen erlebt: z. B. der oben (pag. 82) erwähnte Orkan vom 12. bis 19. Mai 1863 legte am zweiten Tage nur etwa 17 Seemeilen d. h. in der Secunde einen Fuss zurück, so dass ein gewöhnlicher Fussgänger sich fünfmal so schnell bewegt wie das Centrum dieses Wirbelsturmes; zugleich aber erweiterte sich sein sturmartiger innerer Theil am 13. Mai von 90 Seemeilen Durchmesser auf 180, so dass eine beträchtliche Strecke der Meeresoberfläche, die er am ersten Tage bereits überschritten hatte, von Neuem in seinen Bereich gezogen wurde.

Die Geschwindigkeit des Centrums ist nicht nur für verschiedene Orkane sehr ungleich, sondern auch für einen und denselben Orkan sehr veränderlich. Z. B. der Cap Verde- und Hatteras-Orkan XXIV auf Karte II beschrieb in 284 Stunden eine Bahn von 7272 Englischen Meilen Länge, legte also durchschnittlich 26 Meilen per Stunde zurück; aber in der heissen Zone betrug seine Geschwindigkeit nur 22 Meilen per Stunde, sie nahm sogar am Scheitel der Bahn bis zu 13 Meilen ab, wuchs jedoch später in den höheren Breiten bis zu 50 Meilen. Denn wie Redfield ³⁵ⁿ⁾ ermittelte, legte das Centrum dieses Wirbelsturmes allmählig

in	84	50	62	7	36	30	15 (?)	Stunden
zurück:	1924	980	814	175	1102	1505	758	Engl. Meilen
also pr. St.	22	19 ½	13	25	13 ½	50	50 ½	Engl. Meilen

Eine ähnliche Abnahme der Geschwindigkeit des Fortschreitens in der Nähe der Biegungsstelle haben Reid, Thom, Piddington und Meldrum bei Cyclonen des Indischen Oceans und der Asiatischen Meere nachgewiesen.

Wie ein Wagenrad indem es sich dreht zugleich mit seiner Axe fortrückt, so nimmt auch die Luft in den Cyclonen, während sie um das Centrum kreist, gleichzeitig an der fortschreitenden Bewegung des Centrums Theil. Die wirklichen Bahnen des Windes längs der Erdoberfläche sind deshalb eine



Art von Radlinien, und zwar, wie beistehende Skizze andeutet, auf der nördlichen Halbkugel links-, auf der südlichen rechtsgewundene. Die Schleifen dieser Radlinien müssen allmähig sich verengen, weil der Wind sich dem Centrum nähert; die Bahn dieses letzteren ist durch die punktirten Linien angedeutet. — Wir haben oben pag. 80 von dem wunderbaren fünfmaligen Kreislauf der Brig Charles Heddle die Skizze wiedergegeben, welche Piddington auf Grund der, dem Journal gemäss durchlaufenen Distanzen und Kurse verzeichnet hat. In Wirklichkeit aber hatte das Schiff schliesslich nicht, wie aus dem Tagebuch sich ergab, 111 Seemeilen nach N. 42° O. zurückgelegt, sondern es war, wie durch spätere Ortsbestimmungen ermittelt wurde, bei der südwestlichen Bewegung des Wirbelsturmes um 366 Seemeilen nach S. 50° W. verschlagen worden, hatte also im Ganzen während 120 Stunden eine Versetzung von 477 Seemeilen oder 4 Seemeilen per Stunde gegen S. 52° W. gehabt. Seine wahre Bewegung wird ziemlich getreu durch den unteren Theil der nebenstehenden Skizze dargestellt, während die frühere Skizze pag. 81 uns von seiner relativen Bewegung hinsichtlich des Wirbelsturmes ein Bild giebt.

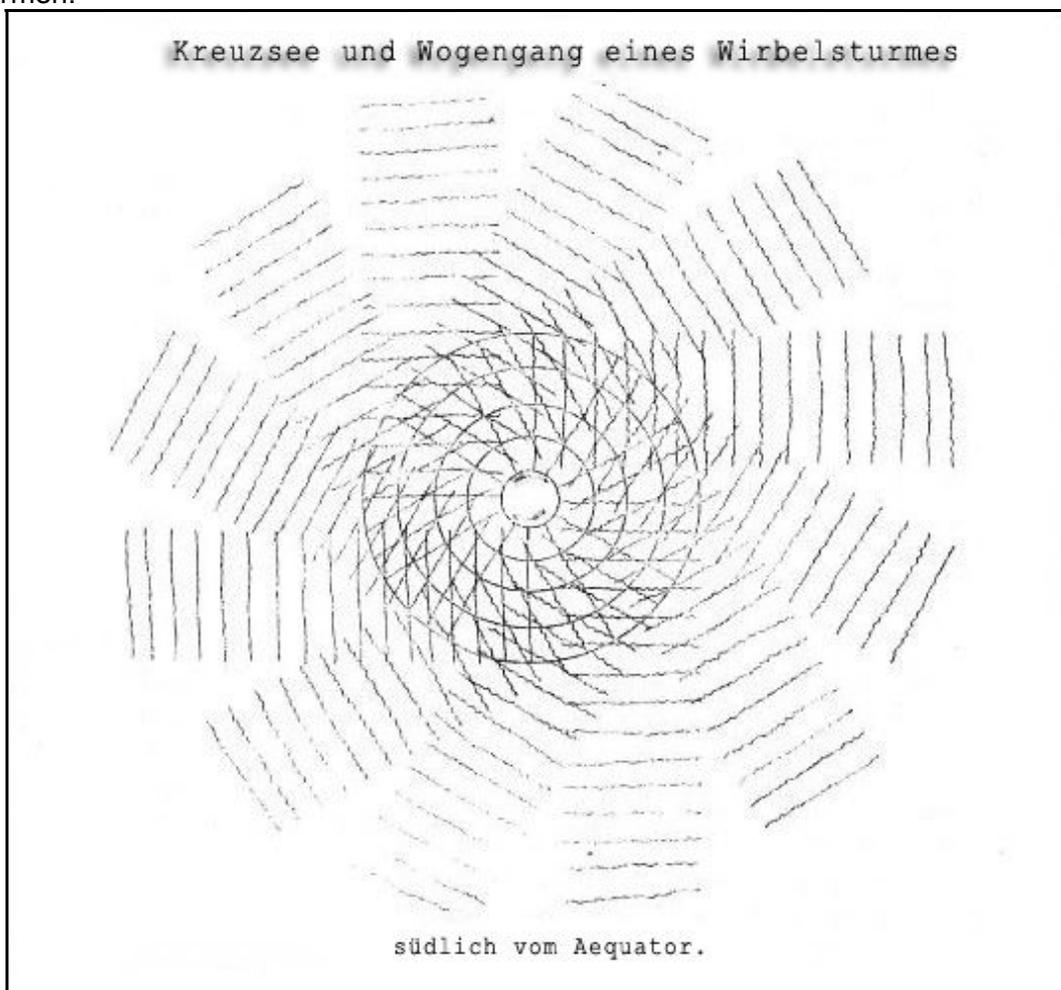
Das Fortschreiten der Cyclonen macht es möglich, die verschiedenen Seiten derselben als vordere und hintere oder als rechte und linke zu unterscheiden. In den Wirbelstürmen der nördlichen Erdhälfte hat der Wind auf der linken Seite mehr oder weniger die entgegengesetzte und auf der rechten mehr dieselbe Richtung, wie das vorwärts rückende Centrum; auf der südlichen Erdhälfte verhält es sich umgekehrt. Auf beiden Hemisphären dreht

sich die Windfahne in demselben Sinne wie ein Uhrzeiger, wenn die rechte Seite, und in entgegengesetztem Sinne, wenn die linke Seite eines Wirbelsturmes über sie hinwegschreitet, wie sehr leicht die Anschauung lehrt und die Erfahrung bestätigt. Die vordere Seite einer Cyclone soll immer von viel längerer Dauer sein als die hintere; Piddington erklärt Dieses für eine bekannte Thatsache, die keine Belege erfordere. Mit derselben stimmt übrigens die Mehrzahl seiner oben (pag. 89) wiedergegebenen Barometer - Curven nur dann überein, wenn sich Redfield's Bemerkung ^{35b}), dass das Barometer gewöhnlich kurz vor dem Windwechsel wieder zu steigen beginne, bestätigen sollte. (Auch Thom sagt, der Ort des tiefsten Barometerstandes befinde sich gelegentlich etwas vor dem Centrum.) Uebrigens bestimmte Piddington wirklich den vorderen Halbmesser einer Bengalischen Cyclone für den 12. und 13. October 1848 zu 140 und 115 Seemeilen, während der hintere nur 90 resp. 65 Seemeilen betrug.

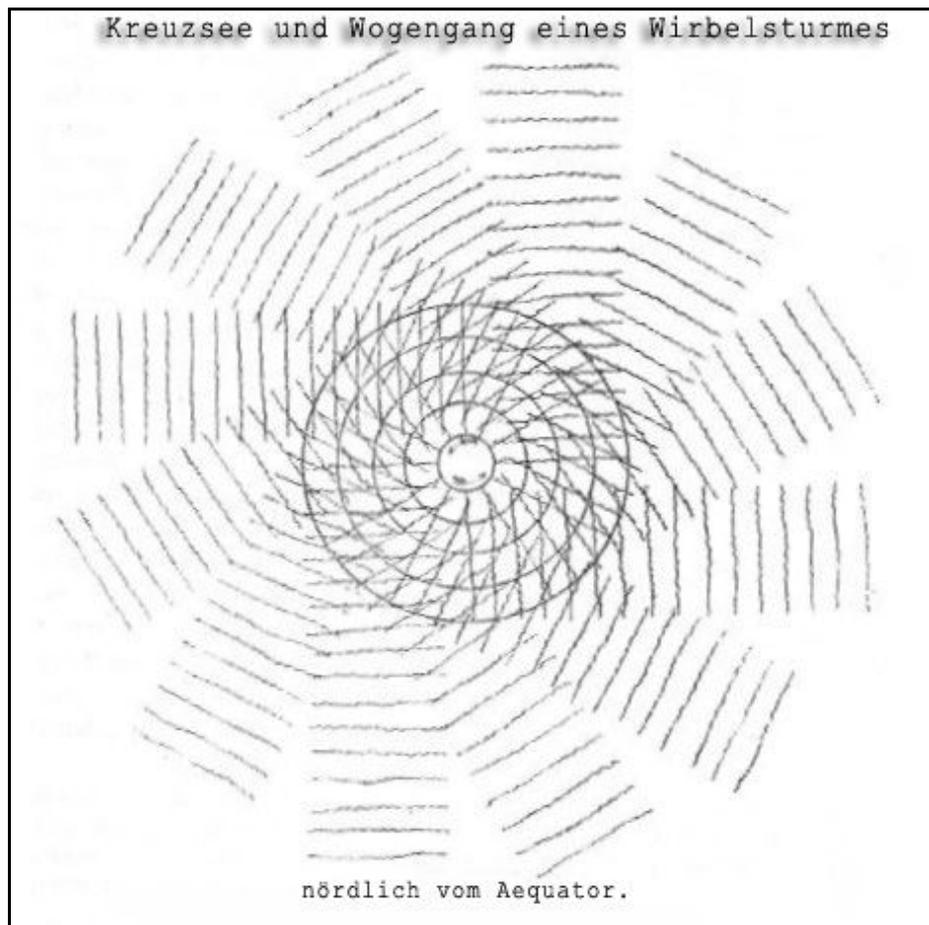
Eine andere Abweichung von der Kreisform zeigte der Antje-Orkan Nr. XII unserer Karte II, welcher am 2. und 3. Sept. 1842 viele Menschenleben und viel Vermögen bei den Bahama-Inseln zerstörte; nämlich die rechte oder nördliche Seite desselben erstreckte sich viel weiter als die linke, die Axe lag excentrisch nach Süden hin ^{35m}). In der Mexicanischen Stadt Victoria begann dieser Sturm am Morgen des 8. Sept. mit schwerem Regen aus Norden und blies sieben Stunden lang immer heftiger werdend aus derselben Himmelsgegend. Mittags um 1 Uhr trat eine 5—6 Min. anhaltende, tiefe Windstille ein, worauf der Wind sofort wieder mit erneuter Wuth aus Süden losbrach. Dieses Umspringen des Windes erklärt sich aus dem östlichen Kurse der Cyclone.

In derselben Stadt von etwa 4000 Einwohnern wurden nicht weniger als 300 Häuser niedergeweht, Eichen und andere stattliche Waldbäume entwurzelt und manchmal 150—180 Fuss weit fortgeschleudert.

Wir werden von den grossartigen mechanischen Leistungen der Wirbelstürme im nächsten Abschnitte noch viel bedeutendere Beispiele kennen lernen, und wollen uns hier damit begnügen, die vom Sturme verursachte Aufregung des Meeres zu schildern. Sehr schön beschreibt schon ein alter Römischer Dichter diesen Aufruhr der Elemente (Virgilius in der Aeneide I, 82.): „Wie im geschlossenen Zuge stürzen die Winde hervor und durchsauen im Wirbel die Länder. Sie stürzen auf das Meer; der Südost, der Süd und der sturmschwangere Südwest wühlen zusammen es ganz aus den untersten Tiefen auf, und wälzen ungeheure Fluthen an's Gestade. Wolken entziehen plötzlich den Blicken der Schiffer Himmel und Licht; schwarze Nacht bedeckt das Meer. Es donnert das Himmelsgewölbe, und von häufigen Blitzen erglänzt der Aether ; Alles droht den Männern sofortigen Tod.“ — Was des Dichters Phantasie hier schildert, wie oft finden wir es in den Tagebüchern einfacher, nüchterner Seeleute in noch lebhafteren Ausdrücken wiederholt! Wie oft lesen wir in seemännischen Berichten von Wirbelstürmen die Wörter: „tremendous, frightful, cross, confused, outrageous sea“, finden wir die Wellen verglichen mit Bergen, Pyramiden und Kirchthürmen!



Thom sagt gelegentlich des Rodriguez-Orkanes: „In rotirenden Stürmen ist am meisten die See zu fürchten. Sie wird geschildert als fürchterlich, sich kreuzend, wirt, unmässig, vom Winde aus jeder Himmelsgegend in pyramidalen Massen gehoben, und ist mit der Brandung an Felsenriffen verglichen worden . . . In der Nähe des Centrums eines Orkanes ist ein Schiff immer unlenkbar, selbst wenn es nicht Masten oder Steuerruder verloren hat; die Windstillen und die schrecklichen Windstösse, welche rasch auf einander folgen, sind hiefür schon ausreichend. Wenn wir aber den grimmen Kampf tobender Wassermassen in Betracht ziehen, so ist nur zu verwundern, wie ein Fahrzeug solch ein Begegniss überstehen kann.“



Besonders charakteristisch für die Cyclonen ist das wirre Durcheinanderlaufen und gegenseitige Durchkreuzen der Wogen, wobei eben nicht selten die pyramidalen, thurmartigen Wellenberge sich bilden. Selbst bei stillstehenden Wirbelstürmen muss eine derartige krause See entstehen; denn die Wellen, welche vom Sturmwind an einer Stelle erzeugt werden, laufen weiter nach anderen Punkten des Orkanes, wo der Wind eine andere Richtung hat. Die hier beigefügten Figuren von Reid geben eine ungefähre Vorstellung von diesem Durcheinanderlaufen der Wogen. In viel stärkerem Masse aber müssen sich die Wellen durchkreuzen, wenn das Centrum des Sturmes allmählig weiter rückt.

Beispielsweise geben wir Piddington's Auszug aus dem Tagebuch des Schiffes Futtle Rozack ^{36b)} wieder. Die Cyclone vom November 1843 (Nr. VIII unserer Karte IV), in welche dieses Schiff im Indischen Ocean gerieth, bewegte sich äusserst langsam, höchstens $2\frac{3}{4}$ Seemeilen pr. Stunde vorwärts. Bei ihrer Annäherung geräth das Schiff in „eine ausserordentlich lange Dünung von Süden, und um 7 Uhr begegnet eine hohe NNW. See diesem südlichen Wogengang und erzeugt so eine äusserst unruhige See. In den Böen hat die See ein seltsames Aussehen; die beiden Wellenzüge schlagen mit ihren Kämmen zusammen und schiessen zu einer erstaunlichen Höhe empor; vom Westwind gepackt wird das Wasser als dichter Schaum bis zu unseren Mastspitzen hinaufgetrieben. Der ganze Horizont hat das Ansehen einer schweren Brandung.“ Später inmitten der Cyclone bekommt das Schiff „schreckliche Windstösse aus NO., die mit unbegreiflicher Wuth blasen. Die See erhebt sich in ungeheuren Pyramiden, hat jedoch keine Geschwindigkeit, sondern hebt und senkt sich wie ein siedender Kessel.“ Am Mittag des 29. November ist die See „aufgeregter und wirrer als je; sie steigt in unförmlichen Haufen empor, und fällt wieder herab, ohne nach irgend einer Richtung zu laufen.“ — Selbst hinter den Cyclonen sind die Wogen häufig noch so heftig und namentlich so unregelmässig, dass daselbst schon manches gute Schiff trotz der Abnahme des Windes in grosse Gefahr gerieth, seine Masten zu verlieren.

Auf offener See läuft die vom Orkan erzeugte schwere Dünung nach beiden Seiten weit über die eigentlichen Grenzen der Sturmbahn hinaus, nach Thom's Angaben sogar 300—400 Seemeilen weit; häufig schreitet dieselbe mit ihren Rollern und ihrer Brandung den Cyclonen auch weit voraus, manchmal um 24 Stunden. Reid ^{36b}) hörte sogar drei volle Tage, bevor der Orkan vom September 1839 die Bermudas-Inseln erreichte, die Wogen laut an den südlichen Ufern sich brechen. Dieses wird begreiflich durch die Bemerkung Reid's, dass er selbst 1836 an der Englischen Südküste die Höhe der Wellen gewöhnlicher Stürme zu 12 Fuss und ihre Geschwindigkeit zu 12 Seemeilen pr. St. ermittelt habe, dass ferner Capt. Alderson 1837 in derselben Gegend die Höhe zu 13 ½ Fuss und ihre Geschwindigkeit zu 19 Seem. bestimmt, und dass Fitz Roy in tiefer See des Atlantischen Oceans Wellen von 60 Fuss Höhe, vom Wellenthal angerechnet, gemessen habe. (Horsbrough schätzt bei einem Passatwinde die Geschwindigkeit der Wellen auf 20 Engl. Meilen pr. St.; Thomson's Messungen ergaben sogar 29 ½ Seemeilen pr. St. Gehler's physikalisches Wörterbuch VI p. 1746, Art. „Meer.“) Bekanntlich ist die Geschwindigkeit kleiner Wellen geringer als diejenige grosser Wellen.) Wenn nun diese hohen Wellen auch nur 19 Seemeilen pr. St. zurücklegen, so können sie doch einem Wirbelsturme, in welchem sie entstehen, weit vorausseilen, wenn derselbe langsamer fortschreitet, als sie. Von den Wogen, welche der Sturmwind innerhalb der Cyclone erzeugt, müssen wir die meilenbreite Cyclonenwelle unterscheiden, welche wegen der Verminderung des Luftdruckes über der ganzen vom Wirbelsturm bedeckten Meeresfläche sich erhebt. Für jeden Zoll, um welchen das Barometer fällt, steigt das Wasser an der betreffenden Stelle um etwas mehr als einen Fuss; selten mag deshalb auf offenem Ocean die Höhe der eigentlichen Cyclonenwelle mehr als 2 Fuss betragen. Aber bei ihrer Breite von mehreren hundert Seemeilen enthält sie dennoch eine ungeheure Wassermasse; und wenn das Orkancentrum in eine allmähig sich verengende Bucht eintritt, so kann sie daselbst eine verheerende Sturmfluth von vielen Fussen Höhe erzeugen. Reid und Piddington haben Beispiele von derartigen Ueberschwemmungen gesammelt, von denen wir einige wiedergeben. In Ostindien ist Coringa an der Coromandelküste von solchen Cyclonenwellen wiederholt heimgesucht worden. So sahen im December 1789 bei hohem Wasserstande und während eines wüthenden Sturmes die unglücklichen Einwohner drei ungeheure Wellen aus der See hereinbrechen. "Die erste schwemmte Alles vor sich her und brachte mehrere Fuss Wasser in die Stadt; die zweite vergrösserte diese Verwüstungen, indem sie alles niedrige Land überschwemmte, und die dritte überwältigte Alles." Die Stadt und 20000 ihrer Einwohner verschwanden; verankerte Schiffe wurden in die Ebenen hineingetragen. Als die See sich zurückzog, liess sie Haufen von Sand und Schlamm zurück, welche das Suchen nach Eigenthum und Leichen unmöglich machten.

— Im Juni 1822 wurden Burisal und Backergunge an den Gangesmündungen überschwemmt, und 50000 Menschen kamen in der allmähig ansteigenden Sturmfluth ums Leben. Piddington schreibt das starke Steigen des Wassers theilweise dem sehr langsamen Vorrücken der Cyclone (von zwei Seemeilen per Stunde) zu.

— Am 21. October 1833 wurden durch eine schreckliche Welle dreihundert Dörfer mit 10000 Einwohnern an der Mündung des Hooghly in Ostindien weggeschwemmt; das Wasser stieg 12 Fuss höher als die gewöhnliche Fluth. Am 21. Mai 1833 wurden in derselben Gegend mehr als 600 Indische Dörfer zerstört, indem die Fluth mit drei grossen Wogen, von denen die letzte etwa 9 Fuss höher war als die höchsten Deiche, hereinbrach; dabei ertranken 50000 Menschen, das Barometer fiel um 2 Zoll.

— Auch in Westindien kommen solche Sturmfluthen vor; so stieg die See in St. Vincent während des Orkanes vom August 1831 um 12 Fuss, und während des Orkans von 1839 stieg sie an der Leeseite der Bermudas-Inseln innerhalb eines Pfahlwerkes um mehr als zwei Fuss, auch ebte es daselbst nicht wie gewöhnlich.

Ueber die Jahreszeiten, in denen die Orkane vorzugsweise eintreten, giebt uns die folgende Tabelle Auskunft.

Ort und Beobachtungsjahre.	Autorität.	Anzahl der Orkane im Monate												Gesamtzahl der Orkane.
		Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	
Westindien u. nördlicher Atlantischer 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, Horn Book	—	—	—	—	—	2	5	5	18	10	6	—	46
Südlicher Indischer Ocean, 1809—1848	Piddington, Horn Book	9	13	10	8	4	—	—	—	1	1	4	3	53
Mauritius, 1820 bis 1844	Labutte, Trans. Roy. Soc. of Mauritius, 1849	9	15	15	8	—	—	—	—	—	—	—	6	53

Auf beiden Erdhälften sind hiernach die Wirbelstürme am Häufigsten in den heissen Monaten. In die Monate Juni bis November fallen die sämtlichen 46 Chinesischen Teifuns unserer Tabelle und nicht weniger als 314 von im Ganzen 355 Atlantischen Orkanen; dagegen fallen sämtliche 53 Mauritius-Cyclonen und 47 von den 53 Wirbelstürmen des südlichen Indischen Oceans in die Monate December bis Mai, d. h. in die heisse Jahreszeit der südlichen Hemisphäre. Im nördlichen Indischen Ocean fielen 53 von 88 Cyclonen auf die Monate Juni bis November; doch treten daselbst, wie Dove hervorhebt, zwei Maxima der Häufigkeit ein in den Wendemonaten des Monsoons. In unserer Nordsee werden die Stürme vom September bis November am meisten gefürchtet.