

Fünfter Abschnitt.

Mechanische Wirkungen der Wirbelstürme.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt die Bewegungsgesetze der Cyclonen und die wichtigsten der sie begleitenden Erscheinungen, soweit dieselben bis jetzt durch sorgfältige Beobachtung ermittelt worden sind, gewissenhaft zusammengestellt. Manchen kleinen und manchen bedeutsamen Zug haben wir diesem Gesamtbilde noch hinzuzufügen; vor Allem aber müssen wir die Orkane noch von einer bisher kaum berührten Seite schildern, indem wir ihre verderbliche Gewalt, ihre ungeheuren mechanischen Wirkungen besprechen. Zu diesem Ende wollen wir zunächst von besonders heftigen Wirbelstürmen einige Berichte folgen lassen, wobei wir namentlich Reid's reichhaltiges Hauptwerk ^{36a)} benutzen. Dem aufmerksamen Leser werden dieselben nicht bloss interessante Erzählungen merkwürdiger Begebenheiten sein, sondern er wird in ihnen zugleich vielfache Bestätigungen der in den Orkanen herrschenden Gesetze finden. Unmittelbar nach dem Orkan vom 10. und 11. August 1831 auf Barbados wurde von einem Augenzeugen eine Beschreibung desselben verfasst, die wir in Dove's Uebersetzung ^{34b)} hier folgen lassen:

„Um 7 Uhr Abends war der Himmel heiter und die Luft ruhig; diese Ruhe dauerte bis etwas nach 9 Uhr, wo der Wind aus Norden zu wehen anfang. Um halb 11 Uhr sah man ferne Blitze in NNO. und NW. — Windstösse und Regenschauer von NNO., getrennt durch Windstillen, folgten dann bis Mitternacht, das Thermometer fiel während derselben auf 83° F. und stieg während der Windstillen auf 86°. Nach Mitternacht wurde das ununterbrochene Flammen der Blitze schrecklich und grossartig, und der Sturm brauste wüthend von N. und NO. her. Aber um 1 Uhr am 11ten wuchs die rasende Wuth des Windes, der Orkan wandte sich plötzlich von NO. nach NW. und den dazwischen liegenden Strichen des Compas. Die oberen Regionen der Atmosphäre waren während dessen von ununterbrochenen Blitzen erleuchtet; aber diese lebhaften Blitze wurden an Glanz von den Strahlen electrischen Feuers, welche nach allen Richtungen hin explodirten, übertroffen. Etwas nach 2 Uhr ward das Heulen des Orkans, der, von NNW. und NW. hereinbrach, so, dass keine Sprache es zu beschreiben vermag. Lieut.-Colonel Nickle, Befehlshaber des 36. Regiments, hatte unter einem Fensterbogen des unteren Stockwerks nach der Strasse hin Schutz gesucht, und hörte wegen des Sturmes nicht das Einstürzen des Daches und oberen Stockwerks. Um 3 Uhr nahm der Wind ab, aber wüthende Stösse kamen abwechselnd aus SW., W. und WNW.“

„Einige Augenblicke hörten auch die Blitze auf, und die Dunkelheit, welche nun die Stadt einhüllte, war unbeschreiblich schrecklich. Feurige Meteore fielen nun vom Himmel, eins besonders von Kugelform und tiefrother Farbe, senkrecht aus einer bedeutenden Höhe. Diese Feuerkugel fiel ganz entschieden durch ihre eigene Schwere, nicht getrieben durch eine äussere Kraft. Als sie mit beschleunigter Geschwindigkeit sich der Erde näherte, wurde sie blendend weiss und von länglicher Gestalt. Als sie in Beckwirth-Square den Boden berührte, spritzte sie rings umher wie schmelzendes Metall und verlöschte augenblicklich. Ihre Gestalt und Grösse war die einer Lampenglocke, und das Herumspritzen bei dem Aufstossen gab ihr das Ansehen einer Quecksilberkugel gleicher Grösse. Einige Minuten nach dieser Erscheinung sank das dumpfe Geräusch des Windes zu einem majestätischen Gemurmels herab, und die Blitze, welche seit Mitternacht im Zickzack geleuchtet hatten, erschienen nun eine halbe Stunde lang mit neuer und erstaunlicher Thätigkeit zwischen den Wolken und der Erde. Die grosse Dunstmasse schien die Häuser zu berühren und sendete Flammen niederwärts, die schnell wieder aufwärts von der Erde zurückschlugen.“

„Augenblicklich nachher brach der Orkan von Westen wieder herein mit unbeschreiblicher Gewalt, tausend Trümmer als Wurfgeschosse vor sich hertreibend. Die festesten Gebäude erbebten in ihren Grundmauern, ja die Erde selbst zitterte, als der Zerstörer über sie hinwegschritt. Kein Donner war zu hören, denn das grässliche Geheul des Windes, das Brausen des Oceans, dessen mächtige Wellen Alles zu zerstören drohten, was die anderen Elemente etwa verschonen möchten, das Gerassel der Ziegel, das Zusammenstürzen der Dächer und Mauern, und die

Vereinigung von tausend andern Tönen, bildete ein Entsetzen erregendes Geräusch. Wer fern war von dieser Schreckensscene kann keine Vorstellung haben von den Empfindungen, die sie erregte."

„Nach fünf Uhr liess der Sturm einige Augenblicke nach, und da hörte man deutlich das Fallen der Ziegeln und Bausteine, welche durch den letzten Windstoss wahrscheinlich bis zu bedeutenden Höhen waren fortgerissen worden. Um 6 Uhr war der Wind S., um 7 Uhr SO., um 9 Uhr schönes Wetter."

„Sobald die Dämmerung die Gegenstände sichtbar machte, ging der Berichterstatter auf den Kai. Der Regen schlug so heftig herab, dass er die Haut verletzte, und so dicht, dass man nur bis zur Spitze des Dammes sehen konnte. Der Anblick war über alle Beschreibung erhaben. Die Wogen rollten so gigantisch herbei, als böten sie jeder Zerstörung Trotz; sowie sie aber am Kai sich brachen, verloren sie sich unter den Trümmern jeglicher Art. Balken, Schiffstau, Tonnen, Kaufmannsgüter bildeten eine zusammenhängende, undulirende Masse. Nur zwei Schiffe waren aufrecht, viele umgekehrt, oder lagen auf der Lehseite in seichem Wasser."

„Vom Thurme der Kathedrale zeigte sich ein Bild allgemeiner Zerstörung; der Anblick der Gegend war der einer Wüste, nirgends eine Spur von Vegetation, einige Flecken welken Grüns ausgenommen. Der Boden sah aus, als wenn Feuer durch das Land gegangen wäre, welches Alles versengt und verbrannt hätte. Einige wenige stehen gebliebene Bäume, ihrer Blätter und Zweige beraubt, gewährten einen kalten, winterlichen Anblick, und die zahlreichen Landsitze in der Umgebung von Bridgetown, früher von dichten Gebüsch umschattet, lagen nun frei in Trümmern. Aus der Richtung, in welcher die Cocosnussbäume umgestürzt lagen, erkannte man, dass die ersten durch einen NNO., die grössere Anzahl durch einen NW. entwurzelt worden waren."

Dove fügt diesem Berichte hinzu, dass, als der Sturm am heftigsten wüthete, einem Neger im Garten von Goddrington-College electriche Funken herausprangen: so gross war die electriche Spannung der Atmosphäre. Reid nimmt deshalb an, dass der Grund, weshalb auf St. Vincent ein grosser Theil der Waldbäume ausging, ohne umgeweht zu sein, vielleicht in diesem Uebermasse frei werdender Electricität zu suchen sei. Bemerkenswerth war ferner dieser Sturm gleich mehreren anderen durch salzigen Regen. Nämlich an der Nordspitze von Barbados brachen sich die Wogen fortwährend über eine Klippe von mehr als 70 Fuss Höhe. Dieses Meerwasser wurde vom Winde meilenweit in's Land geführt, so dass in den Weihern des Major Leacock alle Süsswasserfische starben, und in Bright Hall, 2 Meilen SSO. von jener Spitze, das Wasser noch mehrere Tage nach dem Sturme salzig schmeckte. — Auf unserer Karte II ist dieser Barbados-Orkan vom 10. bis 17. August 1831 mit II bezeichnet.

Während bei dieser Cyclone von Barbados und bei manchen anderen eine ungemaine Menge von Electricität sich entwickelte, scheint dieselbe bei den meisten Wirbelstürmen auf offener See nur in Form gewöhnlicher Blitze sich zu zeigen. Die Seeleute notiren solche Blitze oft nur, wenn sie auffallend stark sind, und der Donner ist ohnehin im heftigsten Theile einer Cyclone schwerlich hörbar. Thom bemerkt, dass in Mauritius während der Orkane Donner und Blitz so selten seien, dass Manche ihr Vorhandensein gänzlich läugnen; doch treten gemeiniglich an der Aequator-Seite der dortigen Orkane electriche Erscheinungen auf. Auch bei den Cyclonen der Bai von Bengalen und der Chinesischen Meere geschieht, wie Piddington hervorhob, des Blitzes und Donners selten Erwähnung; bei der äusserst heftigen Cyclone vom Juni 1842, deren Centrum über Calcutta hinwegschritt, war selbst während der Nacht Nichts von Blitz und Donner zu bemerken. Bei der Bengalischen Cyclone vom 12. — 14. Oct. 1848 waren in der vorderen Hälfte Donner und Blitz „nicht der Rede werth"; aber in der hinteren gab es schwere electriche Entladungen. Dagegen herrschte in der Mauritius-Cyclone von 1786 Donner und Blitz „beinahe unaufhörlich überall in diesem schrecklichen Sturme", auch zeigte sich eine Feuerkugel von der halben Grösse des Mondes. In Santa Cruz wurden während des grossen Westindischen Orkanes von 1772 ähnliche Feuerkugeln wahrgenommen, welche allein die „zehnfache Dunkelheit" unterbrachen.

Bei der Antigua-Cyclone von 1848 heisst es: „um Mitternacht tobte der Wind rasend; Blitz und Donner, von Fluthen Regens begleitet, hörten nicht auf“; und bei der Tobago-Cyclone vom 11. Oct. 1847 „war das Blitzen äusserst lebhaft und furchtbar in seinem Glanze.“

Alle Autoritäten über die Wirbelstürme, mit Ausnahme vielleicht von Piddington, halten die Electricität für ein Erzeugniss der Orkane und nicht für die Ursache derselben. Selbst Piddington äussert jedoch, es sei kein Zweifel, dass während der Cyclonen eine immense electricische Wirkung in der Atmosphäre eintreten müsse; denn es sei ja bekannt, dass jeder Zustandswechsel aller Naturkörper, wie die Verdampfung des Wassers oder die Verdichtung des atmosphärischen Wasserdampfes zu Regen, dieselbe hervorrufe. Deshalb müsse, während erstaunliche Regenströme in diesen grossen Cyclonen tagelang über Hunderten von Quadratmeilen niederstürzen, eine sehr grosse Menge Electricität erzeugt werden; aber es sei möglich, dass dieselbe ebenso schnell, wie sie sich bilde, durch den Regen selbst zur Erde geleitet werde. Die sogenannten St. Elms-Feuer, welche in stürmischem Wetter stundenlang auf den Raaen und Mastenspitzen von Schiffen verweilen, seien Beispiele einer andauernden electricischen Wirksamkeit zwischen dem Meere und der Atmosphäre, wobei das Schiff den Conductor bilde. —

Verschiedene interessante Berichte besitzen wir über die Verwüstungen, welche der Antigua-Orkan im Anfange des August-Monats 1837 verursachte. Das Centrum dieses Orkanes kam in etwa 17 Grad N. Br. aus dem Atlantischen Ocean nach Westindien passirte Antigua und das Nordende von Porto-Rico ähnlich wie III, XXI und VI auf unserer Karte II, streifte dann die Bahama-Inseln in NW. lichem Laufe, als wollte es wie gewöhnlich nach N. und NO. umbiegen, wandte sich aber zwischen 30 und 31 Grad N. Br. und 79 und 80 Grad W. L. wieder nach WNW., wie der letzte, in Karte II verzeichnete Theil der Bahn es zeigt. Von St. Thomas erzählt das Tagebuch des Englischen Packetschiffes Spey: „Hier schien der Orkan vom 2. August alle seine Kraft, Gewalt und Wuth concentrirt zu haben; denn Hafen und Stadt bildeten eine Scene, die aller Beschreibung spottet. Dreiundsechzig Schiffe und Fahrzeuge gänzlich wrack rings um den Hafen, von denen etwa, ein Dutzend an ihren Ankern gesunken oder gekentert waren! Einige ritten den Sturm aus, indem sie ihre Masten kappten; mehr als hundert Seeleute ertranken. Der Hafen ist so mit Wracks und gesunkenen Fahrzeugen verstopft, dass es schwierig ist für ein Schiff, einen Ankerplatz heraus zu eisen. Die zerstörenden Kräfte dieses Orkanes werden nie vergessen werden. Einige Häuser waren regelrecht umgedreht, das Unterste zu oberst.

Ein grosses gutgebautes Haus war durch die Stärke des Windes von seinen Fundamenten weggerissen, und steht jetzt aufrecht mitten in der Strasse. Das Fort am Eingang des Hafens ist bis aufs Fundament geschleift und die 24-Pfünder sind heruntergeschleudert: es sieht aus, als wäre es mit Kanonen in Stücke geschossen . . . Ein schönes Americanisches Schiff von 500 Tonnen war unter der Citadelle an's Ufer getrieben, und in einer Stunde waren nur noch wenige Spieren von ihm zu sehen.“

Während dieses Orkanes fiel und stieg in St. Thomas das Barometer um 1 3/4 Zoll; nur zwei von den anwesenden Schiffen kamen mit blosser Haverie davon. Der Capitain Newby des einen, nämlich der Engl. Brig Water-Witch, schreibt darüber: „Um 5 Uhr Nachmittags hörten die Böen auf und ein schwerer Sturm begann vom Lande her. Um 7 Uhr ein Orkan (aus N. und NW.), über alle Beschreibung fürchterlich! Das Spill fiel um, und ich konnte meine Kabel nicht laufen lassen, indess das Schiff bis zu 25 Faden Wasser forttrieb. Dann folgte etwa 10 Minuten lang eine Windstille, und hierauf fing es mit dem fürchterlichsten, unirdischen Kreisch, den ich je hörte, von Neuem aus Süden und Südwesten an. Jetzt glaubte ich, mit uns sei Alles zu Ende; denn der Wind stand gerade aufs Land, und die See ging Berge hoch. Die Vorbramstenge und das Gig wurden einige Fuss in die Luft empor getragen, und das Schiff trieb wieder in 12 Faden Wasser. Wir mussten es die ganze Nacht steuern und sein Vordertheil am Winde halten; denn wenn es dem Winde seinen Bug zukehrte, so ging es auf der Breitseite nieder. Um zwei Uhr früh legte sich der Wind etwas, und das Barometer stieg einen Zoll.“

In Portorico trat der tiefste Barometerstand 4 ½ Stunden später ein als in St. Thomas; 33 Fahrzeuge lagen daselbst vor Anker, und sie alle gingen verloren. In St. Bartholomeo wurden am 2. August 150 Gebäude zerstört. — Von demselben Orkan wurde am 4. August auf Crooked Island alle Vegetation total vernichtet. Ströme Regens fielen die ganze Zeit, das Tiefland überschwemmend, und auch hier war der Regen salzig.

Die erste Nachricht von diesem Antigua-Orkane verdanken wir dem Capitain Seymour vom Schiffe Judith and Esther. Da nach Seymour's ausdrücklicher Angabe „kein Wogengang (swell) dem Sturme vorherging“, so befand sich das Schiff möglicher Weise in der Gegend, wo der Orkan zuerst sich bildete, und der folgende Bericht von Seymour gewinnt dadurch an Interesse. „Am 31. Juli, 8 Uhr Abends, während der Wind frisch aus NO. blies und alle möglichen Segel aufgesetzt waren, bemerkte ich in 17° 19' N. Br. und 52° 10' W. L. eine weisse Erscheinung von runder Form, nahezu vertikal, und während ich unverwandt dahin blickte, trug ein plötzlicher Windstoss (aus NO.) die Marsstange und die unteren Lehssegel fort. (Sollte diese „white appearance of a round form, nearly vertical“ nicht eine Wasserhose gewesen sein, die wegen nächtlicher Dunkelheit schwer zu erkennen war?) Um 8 ½ Abends wurde die Atmosphäre sehr bewölkt, und wir zogen bei wachsendem Winde unsere kleinen Segel ein und nahmen ein Reff in die Marssegel; wir bemerkten zu dieser Zeit keine Dünung, ausser was von einer solchen Briese sich erhoben hätte. Der Wind blieb sodann fest von NO. her und nahm nicht zu bis um 1 Uhr am folgenden Morgen (1. Aug.); dann aber wurde er stärker und die See erhob sich sehr schnell, so dass das Schiff hart arbeiten musste. Um 6 ½ Uhr Morgens wurde das Marssegel dicht gerefft, die Fock gerefft und beschlagen und das grosse Segel dicht gerefft, die Bram-Raaen heruntergenommen und die grosse Bramstange gestrichen. Die See ging zu dieser Zeit sehr hoch und regelmässig aus NO. Um 7 Uhr nahm der Wind allmählig zu; wir nahmen das grosse und das Marssegel ein und liessen das Schiff unter blossen Masten lenssen, da Alle der Meinung waren, es würde das Lenssen besser aushalten als das Beiliegen. Die See ging sehr hoch, das Schiff arbeitete stark und schöpfte grosse Mengen Wasser; auf die Pumpen hatten wir besonders Acht. Etwa um 8 Uhr Morgens sehr schwerer Regen; der Wind wuchs zu einem Orkan, so dass es unmöglich war, einander auf Deck sprechen zu hören oder noch etwas für unsere Sicherheit zu thun. Das Schiff drehte bei und wurde durch eine fürchterlich schwere See auf die Backbord-Seite geworfen; als es sich nach einiger Zeit wieder aufrichtete, war an der Backbord-Seite fast die ganze Schanzkleidung weggerissen. Während es sich erhob, drehte sich der Wind plötzlich nach O. zu S. . . .“ Zum zweiten Male auf die Seite gelegt, verliert das Schiff auch die Steuerbord-Schanzkleidung, worauf es aber wieder 15 Minuten lang lenkbar wird. Gleich darauf „trat auf etwa 15 Minuten Windstille ein, und der Orkan drehte sich plötzlich nahezu nach Süden, worauf wir alle Hoffnungen auf Rettung aufgaben.“ Dann zum dritten Male auf der Seite: der Steuermann mit dem Steuerrad und Alles, was Werth hatte, wurde fortgeschwemmt. „Jedes Segel, ausser dem grossen, war in Fetzen davongeweht, obwohl gehörig beschlagen . . . Nahezu eine Stunde lang konnten wir weder einander noch irgend etwas ausser dem blossen Lichte wahrnehmen; und wunderbar! alle unsere Fingernägel wurden ganz schwarz und blieben so beinahe fünf Wochen lang. Als das Schiff sich aufrichtet hatte, sahen wir die Wolken, welche von Anbeginn des Sturmes unter heftigem Regen eine einzige Masse gebildet hatten, sich theilen; auch der Wind legte sich ein wenig. Die See ging indessen fürchterlich hoch; wir machten uns wieder an die Pumpen und hielten sie in Gang.“ Etwa um drei Uhr Nachmittags begann der Sturm nachzulassen und die See brach nicht mehr so wüthend ein. Um sechs Uhr beruhigten sich Wind und Wellen immer mehr. „Der Himmel sah zu dieser Zeit sehr merkwürdig aus; er war tiefroth gefärbt im Norden und sehr schwarz nach Westen zu, als ob der Sturm sich nach jener Richtung bewege.“ — Leider war das Barometer der Judith and Esther zerbrochen, aber auf der Englischen Bark Laidmans war es in derselben Länge und Breite sehr unbeständig. —

Sehr merkwürdige Erscheinungen begleiteten den Sturm vom 25. Juli 1825 auf Guadaloupe, von welchem Gay-Lussac ⁴⁶⁾ nach genauen amtlichen Berichten eine kurze Beschreibung giebt. Viele gut und fest gebaute Häuser wurden umgestürzt und Dachziegel mit solcher Gewalt fortgeschleudert, dass mehrere derselben durch dicke Thüren in die Magazine einbrachen.

Ein tannes Brett, 1 Meter lang, 2 ½ Decimeter breit und 23 Millimeter dick, wurde mit solcher Wucht gegen einen 45 Centimeter dicken Palmbaumstamm geschleudert, dass es durch denselben hindurchging, und ein anderes Stück Holz von 20 Centimeter im Quadrat und 4 bis 5 Meter lang wurde in einen gestampften und frequentirten Schienenweg nahezu einen Meter tief vom Winde hineingetrieben. Ein schönes Eisengitter vor der Wohnung des Commandanten wurde gänzlich zerbrochen und sogar drei 24pfündige Kanonen wurden bis an die Brustwehr des Walles fortgeschoben. Am Auffallendsten aber ist die auf sicheren Zeugnissen beruhende Angabe, dass der Wind leuchtend schien, und eine silberne Flamme, welche durch die Risse der Mauern und die Oeffnungen der Schlösser drang, den Schein gab, als stände der Himmel in Feuer.

Selbst in Europäischen Stürmen verursacht der Wind manchmal ganz erstaunliche Wirkungen. Muncke ⁴⁷⁾ berichtet über den Orkan vom 30. Sept. 1807, welchem, wie manchen anderen, eine ungewöhnliche Wärme voranging und der nach Bildung dichter Wolken um 1 Uhr Nachts über Wien von Westen her losbrach, Folgendes: „Derselbe erschütterte die festesten Häuser und machte sie schwanken, und stürzte ausserdem Tausende von Dachziegeln auf die Strassen herab. Die Kuppel des Augustiner Kirchturmes war herabgeworfen und dem Anschein nach in der Luft herumgedreht. Ein eisernes Zifferblatt am Michaelisthurm war wie ein Stück Papier aufgerollt, Tausende von Schornsteinen und Feuermauern waren eingestürzt, viele Dächer abgehoben, zahllose Fenster eingedrückt, die Gärten verwüstet, die stärksten Bäume abgebrochen oder ausgerissen, namentlich im Prater in solcher Menge, dass die Holzhändler sie für 25,000 Gulden kauften. Derselbe Sturm verschob zu Zell am Hammersbach in Baden ein neues Haus, und warf das von Hamburg abgegangene Postschiff nahe bei Harburg um, so dass von 70 Menschen 30 umkamen.“ Der Orkan vom 9. Nov. 1800, welchen Muncke selbst nebst der ihm vorausgehenden unnatürlichen Wärme in Hannover beobachtete, zerbrach daselbst die stärksten Lindenbäume, riss auf dem Harze 200,000 Tannen aus, bedeckte die Flandrische Küste zwischen Ostende und Dünkirchen mit Trümmern und Leichen, tödtete in Gravelines durch Umsturz des Kirchturmes viele Menschen und brachte auch auf dem Main mehrere Schiffe zum Sinken. Muncke hebt hervor, dass unseren Nordseestürmen meistens Windstille und ungewöhnlich warme, feuchte Luft vorhergeht und dass sie vorzugsweise dem Monate November angehören. So der Sturm vom 26. Nov. 1282, welcher den See Flivo mit dem Meere vereinigte und die Zuidersee bildete, derjenige vom 19. Nov. 1421, welcher 72 Dörfer verheerte und gegen 100000 Menschen des Lebens beraubte, der vom 5. Nov. 1430, welcher Hollands Deiche zerstörte, und derjenige vom 22. Nov. 1686, durch welchen 25 Dörfer mit mehr als 10000 Menschen vom Meere bedeckt wurden.

Ein unzweifelhafter Wirbelsturm war der von Berthelot ⁴⁸⁾ beschriebene, welcher am 6. und 7. November 1825 die Insel Teneriffa heimsuchte. Denn das Barometer fiel an einem 585 Meter hoch gelegenen Orte von 28".53 Engl. auf 27".87 und stieg mit dem Aufhören des Orkanes wieder auf 28".42; zugleich drehte sich der Wind von O. über NO. nach N. und NW., so dass das Centrum der Cyclone wahrscheinlich im SO. die Insel passirte und dieselbe von der linken Sturmhälfte überstrichen wurde. Die Luft war vor Ausbruch des Orkanes erstickend, durchscheinend und helltönend; gegen Mittag häuften sich dichte Wolkenmassen rings am Horizont, die rasch zum Zenith aufzusteigen schienen; am Ufer blies der Wind schon Morgens heftig. Bald erhob sich aus O. einer der wüthendsten Stürme mit Strömen von Regen, und die Wogen erschütterten den Molo von Sainte-Croix bis auf die Fundamente. Gegen 3 Uhr rissen zwei grosse Schiffe sich von ihren Tauen los und wurden an den Strand geworfen, und um 9 Uhr Abends konnte man vor der verdoppelten Wuth des Orkanes sich kaum auf dem Kai halten. Ein Amerikanischer Dreimaster wurde gegen den Molo geworfen und verschwand sogleich in Trümmern; nur zwei seiner Matrosen, die sich im Tauwerk festgeklammert hatten, wurden gerettet, indem sie mit dem Maste auf den Molo stürzten. Die stärksten Bäume wurden ausgerissen, ja ganze Wälder niedergelegt. Die grössten Verwüstungen aber richteten die entsetzlichen Regengüsse an, welche bis zum folgenden Tage anhielten. „Tromben Wassers stürzten sich auf die vorragenden Berggipfel, wühlten den Boden auf, lösten die Felsen, rasirten die Gehölze und rollten diese mitgerissenen Massen in die Krümmungen der Schluchten.

Mit den ausgetretenen Giessbächen an der Küste anlangend, untergrub dieser eisgangartige Strom die Forts am Ausgang der Thäler und zerstörte sie von Grund aus. Auf diese Weise wurde an der Bai von Ste. Croix eine grosse Bastion mit ihren Geschützen fortgerissen, und verschwanden spurlos das feste Schloss von Candelaria und eines von denen, welche den Hafen von Orotava vertheidigten." Im Ganzen kamen in diesen Fluthen 232 Menschen und 936 Stück Vieh um; 307 Häuser wurden ganz mitgerissen und 114 andere zerstört. Blitze scheinen diese Regengüsse nicht begleitet zu haben, wohl aber eine nordlichtartige Erscheinung, deren Strahlen bald von dieser, bald von jener Stelle ausgingen, und Feuerkugeln, die auf den Wellen zu schaukeln schienen und an den Bergen sich zeigten.

Im südlichen Indischen Ocean ist namentlich die Insel Mauritius den Wirbelstürmen ausgesetzt⁴⁷⁾, weit mehr als die Inseln Bourbon, Rodriguez und andere nahe unter dem Aequator liegende. Sie wehen daselbst zur Regenzeit, die vom December bis April dauert, und dann sind selbst die im Hafen zu Port Louis vor mehreren Ankern liegenden Schiffe nicht sicher. Meistens kündigen sie sich durch bedeutendes Anschwellen der See, durch Geschrei und unruhiges Verhalten der Seevögel, durch dichte, oft kupferfarbige Wolken auf den Bergen, durch plötzlich wechselnde Windstille und eine schwer zu beschreibende Unruhe am Horizonte an; vor Allem giebt das Barometer sichere Zeichen, indem es schnell und stark sinkt. Der Sturm beginnt mit Stössen, die regellos mit gänzlicher Windstille wechseln, heftiger und häufiger werden, bis das Toben der See und Heulen des Windes den höchsten Grad erreicht, der in kurzen Pausen unterbrochene Sturm aber durch die ganze Windrose läuft und nach etwa zwanzig Stunden ein schrecklicher Regen das Ende macht. Schiffe können durch Anker und Taue nicht widerstehen, denn der Sturm zerreisst auch die stärksten und zerbricht die Masten wie Reiser. Auf der Insel selbst sind die Verheerungen gleich stark wie an den Küsten, indem Häuser und Pflanzungen gewaltsam weggerissen werden. Einst hielt sich ein Mann lange Zeit an einem Baumstamme; als er diesen aber verlassen hatte und weiter zu kommen hoffte, wurde er 200 Schritt weit fortgetrieben, und hatte Mühe, sich niederzuwerfen, um nicht in einem etwas entfernten Flusse umzukommen. Auf einem 1200 Fuss hohen Berge unweit der Stadt war ein Haus mit einem Signalposten, welches in einem solchen Sturme verschwand, ohne dass von Menschen und Sachen eine Spur übrig blieb, weil ohne Zweifel Alles in's Meer geschleudert war. Die Verheerungen des Sturmes vermehren die des Regens.

So schildert Muncke nach James Prior's Reisebeschreibung die Mauritius-Orkane, von denen derjenige vom 28. Februar und 1. März 1818 besonders bekannt geworden ist. Das Barometer fiel von 7 Uhr Morgens des erstgenannten Tages bis um 6 Uhr Morgens am 1. März von 759 auf 715 Millimeter; die Schrecknisse der Katastrophe wurden noch durch die Dunkelheit der Nacht vermehrt. Vierzig vor Anker liegende Schiffe wurden losgerissen und scheiterten an der Küste oder wurden stark beschädigt; zum Glück aber traf der Wind während seiner grössten Heftigkeit den Hafen nicht, sonst wären alle dortigen Schiffe mit ihren ganzen Mannschaften untergegangen. Auf der Insel selbst kamen viele Menschen, sowohl freie als Sklaven um, und die Ernten wurden gänzlich zerstört. Auf der Batterie, welche nahe am grossen Flusse liegt, wurden zwei Kanonen von schwerem Kaliber, auf Seelafetten montirt, nach der entgegengesetzten Richtung herumgedreht. Ein stark gebautes massives Haus, nur ein Stockwerk hoch, welches allen Stürmen seit 1768 widerstanden hatte, wurde durch diesen Sturm eingestürzt, und die Mitglieder der darin wohnenden Familie kamen um oder wurden schrecklich verstümmelt. In dem Französischen Berichte^{36a, 42)} heisst es u. A.: „Das Theater ist ein sehr grosses Gebäude. Seine Form ist die eines T, dessen oberer Theil einen bedeutenden Vorderbau darstellt, weil der hintere Theil, der den Stiel des T bildet, allein 53 Fuss Breite und 82 Fuss Länge hat. Wäre dieses Gebäude durch den Sturm zertrümmert worden, so hätte man das seiner Constructionsart zuschreiben können; aber, was kaum glaublich ist, dieser immense Hinterbau von 34 Fuss Höhe und überdeckt von einer Menge Gebälk, ausserdem mit dem Vorderbau verbunden, ist nahezu fünf Fuss auf seiner Grundmauer fortgeschoben.“

Wegen ihrer Heftigkeit besonders verrufen sind die Chinesischen Teifuns. Schon Dampier erklärt dieselben für „eine Art von heftigen Wirbelwinden, welche in den Monaten Juli, August und September an der Küste Tongking herrschen“, er hält sie für identisch mit den Westindischen Orkanen, wie namentlich aus seiner hier folgenden Beschreibung ^{34 b)} von einem Sturme, den Capitain Gadbury im August 1681 bei Antego durchmachte, hervorgeht. „Gegen 8 Uhr begann der Sturm von NO., und indem er plötzlich nach NNW. sich drehte, dauerte er von dieser Richtung mit strömendem Regen 4 Stunden. Darauf trat plötzlich eine Windstille ein und der Regen hörte auf. Nach der Windstille begann der Wind und der Regen mit derselben Stärke wie vorher aus SW. Bei dem Sturme vor der Windstille zog sich das Meer so von der Küste zurück, dass in 3 bis 4 Faden liegende Schiffe auf das Trockne geriethen, und strömte bei dem entgegengesetzten Winde so heftig zurück, dass eins der Schiffe weit in die Wälder hineingeführt wurde, ein anderes auf zwei einander nahe Felsen, so dass es 10 bis 11 Fuss höher als die höchste Fluth wie eine Brücke über ihnen lag, das Vordertheil auf dem einen, das Hintertheil auf dem anderen. So gross war die Wuth des Sturmes, dass kein Blatt, keine Spur von Grün übrig blieb, wie im tiefsten Winter, und dass ein später ankommendes Schiff kaum glauben konnte, die Insel, an der es gelandet, sei Antego (Antigua). Den Tag nach dem Sturme war die Küste mit todten Fischen bedeckt, grossen und kleinen, auch mit vielen todten Seevögeln. Einen ganz ähnlichen Sturm habe ich in Asien erlebt; denn in der That, die Hurricanes der Antillen und die Teifuns der Chinesischen Küste sind dieselbe Erscheinung unter verschiedenen Namen. Bei dem Teifun, den ich im 15. Capitel meiner Reise beschrieb, war zuerst der Sturm aus NO., dann Windstille, dann Sturm aus SW., und während desselben erschien das Corpus Sanctum auf dem grossen Mast.“

Am 27. October 1856 herrschte auf den Philippinen ein solcher Teifun; derselbe zerstörte bloss in Manilla nicht weniger als 3500 Häuser, und nach amtlichen Berichten wurden in einem Umkreise von acht Wegstunden rings um die Hauptstadt über 10000 Häuser ruinirt. Die Ernte wurde gänzlich zerstört, die Obstbäume entwurzelt oder zerbrochen, sechs fremde Schiffe auf den Strand geworfen u. s. w. Der Sturm begann gegen Mittag und hielt bis 7 Uhr Abends an.

Eine sehr schöne Schilderung des Teifuns vom 2. September 1860, in welchem an der Japanesischen Ostküste der Kriegs-Schooner Frauenlob spurlos verschwand, giebt der amtliche Bericht über die Preussische Expedition nach Ost-Asien. „Den 2. Sept. Morgens gegen vier Uhr weckte der Ruf: »Alle Mann auf, klar zum Manöver!« sämtliche Bewohner der (Dampf-Corvette) Arkona aus dem Schlafe. Die See ging hoch, der Himmel war bezogen, der Wind blies heftig aus ONO. und es begann zu regnen. Schon war der Frauenlob ausser Sicht, nachdem um drei Uhr bei heftigem Seegange die Trosse zerrissen, an den er geschleppt wurde. Das Gross-Marssegel der Arkona wurde dicht gerefft, fast alle übrigen Segel eingenommen und die Feuer gelöscht, da die Schraube gegen den heftigen Wind nicht ankämpfen, die Maschine aber leicht beschädigt werden konnte. Sämtliche Pforten wurden geschlossen, was zu bergen war geborgen, und alle Vorbereitungen getroffen, um einem grossen Sturme zu begegnen, denn der Wind gewann zusehends an Stärke. Da die Küste von Nippon lehwärts in grosser Nähe lag, so suchte der Commodor mit Hülfe der Segel zu halsen, d. h. das Schiff gegen den Wind zu drehen und über Süden nach Osten zu lenken — aber vergebens; der auf das Heck und den Kreuzmast immer stärker drückende Luftstrom wirkte den Segeln entgegen und die Arkona gehorchte nicht mehr ihrem machtlosen Steuer. Um sieben begann das Schiff sich stark auf die Seite zu legen. Noch war die Luft hell genug, um zu sehen, wie die Wogen sich Hügeln gleich hinter einander in Reihen thürmten, vom eigenen Gipfel in milch-weissem Schaume herabstürzend. Das Barometer fiel mit ungewohnter Schnelligkeit, und man wurde inne, dass der gefürchtete Teifun wirklich losgebrochen war. Um acht Uhr wurde es so dunkel, dass man das Ende des Schiffes nicht mehr sehen konnte; Meer und Wolken schienen sich zu verschlingen. Die Wogen standen Mauern gleich und der Sturm peitschte den Wasserschaum wie dichten Nadelregen durch die Luft. See- und Regenwasser ergoss sich in Strömen über das Deck und durch alle Oeffnungen in die Batterie hinunter; Wind und Wellen rauschten nicht mehr, Alles bebte und donnerte, so dass man sein eigenes Wort kaum hörte und die Commandos von Mann zu Mann weiter gegeben werden mussten. Nur mit der grössten Anstrengung und die quer über Deck gespannten Seile fassend konnten sich die Matrosen fortbewegen.“

„Der Wind ging nach Osten herum, und die Segel flogen mit lautem Krachen berstend in Fetzen über Bord. Raaen und Spieren sausten von den Masten nieder, und in der Takelage schlugen die Tau-Enden den Leuten die Köpfe blutig. Mit zerrissenen Kleidern und halb besinnungslos stiegen viele von oben herab, und so gross war die Gewalt des Windes, dass einem Matrosen in den Wanten das wollene Hemd buchstäblich in Fetzen vom Leibe geblasen wurde. Eine See schlug in die zu Backbord hangenden Boote; der erste Cutter und die Jolle füllten sich mit Wasser, die Davids brachen unter der Last und beide Boote versanken.

„Die Arkona schlängerte, vom Winde lehwärts fest in die Wogen gedrückt, nur wenig, und holte selten stark nach Backbord über, obgleich die Neigung nach Steuerbord über 30 Grad betrug. Eine gewaltige Welle nach der anderen rollte donnernd unter ihr fort; das gute Schiff bäumte sich jedesmal mächtig empor und glitt dann, seinen äussersten Bord in das Wasser tauchend, ruhig in das Wogenthal hinab. Nur zweimal wälzte sich eine unbändige See, den Galion umschlingend, vom Bugspriet her über das ganze Verdeck, und stürzte brausend in die Batterie, in das Zwischendeck hinab.

„Um neun Uhr ging der Wind nach SO. herum und wurde etwas schwächer; zwischen ein viertel und halb zehn stand das Barometer am niedrigsten, das Quecksilber war in 1 ½ Stunden um einen Zoll gesunken. Bald darauf erhob sich der Wind, der indess durch OSO. und SO. nach S. herumgegangen war, wieder zu seiner früheren Heftigkeit; alle Seeleute versicherten, etwas Aehnliches nie erlebt zu haben.

„Der Theorie der Cyclonen gemäss hätte man den Kurs nach NO. beibehalten müssen, um so in der Richtung, in welcher er kam, wieder herauszusegeln; aber auch hier lag das Land in grosser Nähe, und die Gefahr, zu stranden, wuchs in jedem Augenblick. Da alle am Fockmast aufgebrachten Segel wegflogen, so schickte Capitain Sundewall die Mannschaft in die Wanten hinauf, um die Luft zu fangen, aber vergebens; das Schiff konnte nicht zum Abfallen gebracht werden. Der Capitain liess nun die Maschine heizen. Schon waren die Backbordwanten arg gelockert, und die Masten drohten über Bord zu gelten, — die Mannschaft arbeitete mit unsäglicher Anstrengung und Gefahr, um sie durch Balken und Tauwerk zu sichern, — schon standen die Zimmerleute mit den Beilen bereit, um als letzte Auskunft den Kreuzmast zu kappen, — da machte gegen halb zwölf Uhr die Schraube, unter allgemeiner ängstlicher Spannung, ihre ersten Umdrehungen : das Schiff gehorchte dem Steuer und drehte sich in den Wind, — Schon gegen zwölf liess die Gewalt des Sturmes wieder nach; um drei Uhr brach die Sonne durch die Wolken, und gegen vier war das Meer ziemlich ruhig.

„Der Orkan war sehr kurz und bewegte sich von SO. nach NW. Sein Durchmesser muss sehr klein, seine Axe der Arkona um ein viertel auf zehn am nächsten gewesen sein. Der Wind blies zwischen zehn und elf schon aus SSW., später aus SW. und hatte so in wenig Stunden die halbe Windrose durchlaufen. Der niedrigste Barometerstand (um 9 ¼ Uhr) war 28",96; von halb zehn fing das Barometer wieder an zu steigen, stand um halb zwölf auf 29",75, und um 8 Uhr Abends auf 30",14. Die grösste Differenz betrug fast 14 Linien."

Wir schliessen diese Reihe von Berichten über besonders heftige Wirbelstürme mit der Schilderung des sogenannten „Grossen Orkanes" von 1780 (vgl. Karte II). Dove ^{34 b)} hat die von Reid gesammelten Berichte so übersichtlich bearbeitet, dass wir nichts Besseres thun können, als seine Darstellung mit wenigen Zusätzen wörtlich wiederzugeben. Wir besitzen über diesen Westindischen Sturm vom 10. October 1780 so detaillirte Nachrichten, weil er die Flotte des Admirals Rodney traf, welche schon durch den Orkan, der sieben Tage früher Savanna la Mar auf der Westküste von Jamaica zerstörte, bedeutend gelitten hatte. Schon damals gingen der Scarborough, Barbados, Victor und Phönix unter, die vorher in der Montego-Bai lagen, und die Princess Royal, der Henry und Austin Hall wurden in Savanna la Mar von den Ankern gerissen, in die Moräste getrieben und so hoch auf das feste Land gehoben, dass sie hernach den überlebenden Einwohnern zur Wohnung dienten.

Die Breite des Orkans vom 10. October, der in sich alle Schrecken dieser grossartigen Naturerscheinung vereinigt zu haben scheint, war gleich anfangs so gross, dass er die äussersten Grenzen der kleinen Antillen, nämlich Trinidad und Antigua, gleichzeitig umfasste, während sein Centrum über Barbados am 10. nach St. Lucia vorrückte, wo Admiral Hotham mit dem Vengeance, Montagu, Egmont, Ajax, der Alkmene und Amazone lag. Darauf traf er an der Südküste von Martinique den Französischen Convoi, der unter der Führung der Fregatten Ceres und La Constante aus 50 Kaufmanns- und Transportschiffen mit 5000 Mann Truppen an Bord bestand. Nur sechs oder sieben Schiffe retteten sich hier; „Les batiments du convoi disparurent“, heisst es ziemlich lakonisch im Berichte des Intendanten von Martinique. Von hier ging das Centrum des Orkans über Portorico, wo der Deal Castle scheiterte, nach der Insel Mona, und traf hier am 15. Morgens den Englischen Convoi unter dem Ulysses und der Pomona, der davon hart mitgenommen wurde. Darauf rückte es nach den Silver Keys, wo der Stirling Castle unterging. An welcher Stelle der von St. Lucia nach Jamaica segelnde Thunderer, auf welchem der Commodore Walsingham seine Flagge aufgezogen hatte, verloren gegangen, ist nie ermittelt worden. Nun wendete er sich unter 26 Grad Breite nach NO., und traf hier die durch den Savanna la Mar-Orkan entmasteten Schiffe des Geschwaders unter Admiral Rowley, bestehend aus dem Trident, Ruby, Bristol, Hector und Grafton, die unglücklicher Weise gerade von der Westseite des Sturmes in seine Mitte hineinsteuerten. Hierauf wandte er sich nach den Bermudas, in seiner grössten Breite wohl beide Küsten des Atlantischen Oceans umfassend, und holte hier den vom ersten Sturme unbrauchbar gewordenen Berwick auf seinem Rückwege nach England ein. 50 Fahrzeuge wurden hier am 18. October auf den Strand getrieben. Von dem Zustande der Kriegsschiffe giebt eine in Reid's Werk befindliche Skizze des Egmont von einem Officier desselben ein lebhaftes Bild.

Aber nicht minder verderblich wüthete der Orkan auf den Inseln selbst. In Martinique kamen 9000 Menschen um, 1000 allein in St. Pierre, wo kein Haus stehen blieb, da das Meer 25 Fuss hoch anschwell, 150 Häuser am Ufer in einem Augenblick zerstörte, und die hinten stehenden grossentheils eindrückte. Auch das 120jährige Fort St. Pierre wurde zerstört mit Ausnahme der Magazine. Im Fort Royal wurden die Kathedrale, 7 Kirchen und 1400 Häuser umgestürzt, und unter den Ruinen des Hospitals 1600 Kranke und Verwundete begraben, so dass nur wenige sich retteten. In Domenica wurden fast alle am Ufer stehenden Häuser weggerissen, die königliche Bäckerei, die Magazine und ein Theil der Kasernen zerstört. In St. Eustach wurden 7 Schiffe an den Felsen von North Point zerschellt, und von 19 vom Anker gerissenen Schiffen kehrte nur eins zurück. In St. Lucia, wo 6000 Menschen ihren Tod fanden, wurden die festesten Gebäude bis in ihre Fundamente verwüstet; die See schwoll so hoch an, dass sie das Fort zerstörte und die grossen Kanonen viele Yards weit von der Plattform fortriss. Der Kopf des Molo wurde fortgeschwemmt, und die Korallendecke des Meeresbodens, dieses Werk von Jahrhunderten, wurde aufgerissen und Grathe von Korallenfelsen aufgeworfen, die nachher über dem Wasser sichtbar blieben; der Hafen selbst wurde sechs Fuss, an anderen Stellen noch mehr ausgetieft. Von 600 Häusern in Kingstown auf St Vincent blieben nur 14 übrig; die anderen waren „rasirt“. Die Französische Fregatte Juno scheiterte dort. „Unmöglich ist die grässliche Scene zu schildern, welche Barbados darbietet“, sagt Sir George Rodney in seinem amtlichen Bericht. „Nur meine eigene Anschauung hat mich von der Möglichkeit überzeugen können, dass der Wind eine so gänzliche Zerstörung einer so blühenden Insel hervorbringen kann. Ich bin fest überzeugt, dass die Heftigkeit des Sturmes die Einwohner verhindert hat, das Erdbeben zu fühlen, welches ohne Zweifel den Sturm begleitet hat; denn nur ein Erdbeben vermag die massivsten Gebäude bis in ihre Grundvesten zu zerstören. So vollständig ist die Verwüstung, dass keine Kirche, kein Haus ihr entgangen ist.“

In Barbados war noch der Abend des 9. October merkwürdig ruhig, aber der Himmel erstaunlich roth und feurig. Während der Nacht fiel reichlicher Regen, auch am Morgen des 10. viel Regen mit Wind aus NW. Um 10 Uhr Morgens nahm das Unwetter sehr zu und schon um 1 Uhr Nachmittags kamen die Schiffe in der Bai in's Treiben. Um 4 gingen alle Schiffe in See; um 6 hatte der Wind schon viele Bäume ausgerissen und niedergeweht. Im Gouverneurs-Hause wurden Thüren und Fenster verbarricadirt, ohne sonderlichen Erfolg; denn um 10 Uhr Abends brach der Wind aus NNW. durch's Haus.

Die Familie flüchtet in die, durch drei Fuss dicke Mauern geschützte Mitte des Gebäudes unter wachsendem Sturme; um 11 $\frac{1}{2}$ treibt der Wind, der überallhin sich Bahn gebrochen und das Dach grösstentheils abgerissen hat, sie in den Keller. Bald verjagt sie auch hier das um 4 Fuss gestiegene Wasser. Ueberall stürzen Trümmer auf sie herab. Der Gouverneur sucht unter den Kanonen Zuflucht: eine traurige Situation, da viele Kanonen sich bewegten und sie fürchten mussten, dass die sie schützende ausgehoben werde und sie im Fall zerdrücke, oder dass die umherfliegenden Trümmer ihrem Leben ein Ende machen. Auch das Arsenal war dem Boden gleich gemacht und die Waffen umhergestreut. — Bei Tagesanbruch stand kein Gebäude mehr; die Bäume waren, wenn nicht ausgerissen, ihrer Blätter und Zweige beraubt, und der üppigste Frühling in dieser einen Nacht in den schrecklichsten Winter verwandelt. Die Anzahl der Umgekommenen wurde in Barbados auf einige Tausend geschätzt. Auch hier litten die Befestigungen bedeutend; „denn so heftig war hier der Sturm unter Beihülfe der See, dass ein 12-Pfünder von der Süd- nach der Nordbatterie 420 Fuss weit (auf seinen Rädern natürlich) fortgeführt wurde.“

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

Wohl sind diese Zerstörungen, diese verderblichen mechanischen Wirkungen der Wirbelstürme so entsetzlich, so ungeheuer, dass man trotz der zuverlässigsten Zeugnisse sich sträuben möchte, sie für möglich zu halten. Und doch, wie unbedeutend, wie verschwindend klein sind sie gegenüber den kaum fassbaren mechanischen Leistungen, welche selbst in schwächeren Cyclonen durch die immer sich erneuernde Aufregung des Wassers und der Atmosphäre ausgeübt werden! Die lebendige Kraft, welche vom Sturmwinde auf die Meereswogen übertragen wird und welche sich durch eine starke Dünung Hunderte von Meilen über die Grenzen der Cyclone hinaus fühlbar macht, können wir nicht einmal annähernd berechnen. Dagegen haben wir genügende Anhaltspunkte, um uns von der mechanischen Arbeit, welche zur Aufwühlung des Luftraumes in den Wirbelstürmen verwendet wird, eine bestimmte Vorstellung zu machen.

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

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

Durch sie wurde die Luft in unserem Sturm-Cylinder am 5., 6. und 7. October 1844 mehr als dreizehnmal vollständig erneuert! Woher kam diese Luft? In den orkanartigen Theil der Cyclone strömte sie aus dem mehr aussen gelegenen, wo nur ein gewöhnlicher Sturmwind herrschte, in diesen aber aus den umgebenden Gegenden der Erdoberfläche, wo das Wetter nur ein stürmisches Aussehen hatte u.s.w. Der einströmenden Luft wurde also allmählig die Geschwindigkeit eines Orkanes ertheilt, und dazu ist ein colossaler Aufwand von mechanischer Arbeit erforderlich. Bei einer Geschwindigkeit von 40 Metern per Secunde besitzen die 490 Millionen Kilogramm Luft, welche in jeder Secunde in den Sturm-Cylinder eintreten, eine lebendige Kraft von 39950 Millionen Meter-Kilogramm. Ebenso gross ist die mechanische Arbeit, durch welche diese lebendige Kraft erzeugt wird, für jede Secunde; dieselbe beträgt also nicht weniger als $532 \frac{2}{3}$ Millionen Pferdestärken. Wenn wir jedoch annehmen, dass die eintretende Luft grösstentheils von Passatwinden herrührt, und deshalb schon eine Geschwindigkeit von 30 Engl. Meilen per Stunde besass, ehe sie in den Bereich der Cyclone eintrat, so müssen wir jenen Betrag um seinen neunten Theil vermindern, und finden so folgendes Resultat:

Der Cuba-Orkan hat allein zur Bewegung der einströmenden Luft allermindestens eine Arbeit von $473 \frac{1}{2}$ Millionen Pferdestärken während drei voller Tage aufgewendet, d. h. mindestens 15mal so viel, als alle Windmühlen, Wasserräder, Dampfmaschinen und Locomotiven, Menschen- und Thierkräfte der ganzen Erde in der gleichen Zeit leisten.

Hätten wir für die Abweichung der Windrichtung nach innen zu 10 statt 6 Grad angenommen, so würden wir 788 Millionen Pferdestärken erhalten haben; und wenn bei 6 Grad Abweichung die Windgeschwindigkeit 120 statt 90 Engl. Meilen pr. St. betrüge, so würden zur Bewegung der dann pr. Sec. einströmenden 13 Millionen Centner Luft sogar 1184 Millionen Pferdestärken erforderlich sein. Ebenso wächst dieser Arbeitsaufwand, wenn wir den Sturm-Cylinder grösser annehmen, als bei unserer Rechnung geschehen ist.

Keiner der uns bekannten Autoren über die Wirbelstürme nimmt auf diesen ungeheuren Verbrauch an mechanischer Arbeit Rücksicht; und doch sollte bei jedem Versuche, die Entstehung der Cyclonen zu erklären, dieser Punkt vor Allem ins Auge gefasst werden, weil niemals lebendige Kraft von selbst entstehen kann. Nur eine einzige Art atmosphärischer Vorgänge von ähnlicher räumlicher Begrenzung lässt sich von mechanischem Standpunkte aus mit dieser Leistung der Wirbelstürme vergleichen, und das sind die ausgedehnten, heftigen Regengüsse; welche die Cyclonen regelmässig begleiten.

Thom hat für die folgenden vier Mauritius-Orkane die Regenmengen nebst dem tiefsten Barometerstande notirt, wobei wir bemerken, dass der mittlere Barometerstand, in Mauritius etwa 30" beträgt:

Orkan von	1786	1789	1836	1840
Regenhöhe	6" 1", 24	8" 4", 24	8" 6", 69	10" 0", 90
Barometer	28", 90	28", 70	28", 23	28", 90

Auch während des Ostindischen Orkans vom April 1847, dessen Centrum mit 12 Seem. Geschwindigkeit an der Malabarküste hinaufging, fielen, wie Thom mittheilt, in Tellicherry 29 Zoll, und allein am 18. auf dem 8640 Fuss hohen Dodabetta 10 Zoll Regen; das Barometer sank dabei von 30 auf 28 Zoll im Centrum. Thom fügt seinen obigen vier Angaben hinzu: „Selbst unter den Tropen sind diese Regenmengen erstaunlich, und nahezu gleich einem Fünftel des ganzen Betrages, der in einem Jahre fällt. Bei den zwei zuletzt erwähnten Stürmen kann man sich auf die Genauigkeit des Regenmessers verlassen; durch ihre Uebereinstimmung bestätigen sie die früheren beiden Ergebnisse.“

Nehmen wir an, die Condensations-Sphäre sei auf einen Kreis von 300 Engl. Meilen Durchmesser begrenzt, und auf diesen Falle acht Zoll Regen in 48 Stunden, so würde die ganze in diesen isolirten Raum fallende Regenmenge während 20 Tagen neunzig Engl. Cubik-Meilen Wasser betragen, und hinreichen, um die Oberfläche von Grossbritannien fünf Fuss vier Zoll hoch zu bedecken." Thom schliesst daraus, dass in den Bereich des Sturmes fortwährend feuchte Luft eindringen müsse. Wir aber wollen sein Beispiel nach einer anderen Richtung hin weiter verfolgen.

Neun Englische Cubik-Meilen Regen in 48 Stunden geben 213333 Cubik-Meter oder 213 $\frac{1}{3}$ Millionen Kilogramm in jeder Secunde. Nehmen wir an, dieser Regen falle nur 300 Meter hoch herab, so werden bei seinem Sturze fortwährend nicht weniger als 850 Millionen Pferdestärken von der Schwerkraft geleistet und zur Beschleunigung der Regentropfen sowie zur Ueberwindung des Luft Widerstandes aufgewendet. Aber noch mehr: Bei der Condensation von 213 $\frac{1}{3}$ Millionen Kilogramm Wasserdampf zu Regen werden in jeder Secunde 128 Milliarden Calorien latente Wärme frei und an die Luft abgegeben. In mechanische Arbeit umgesetzt, was durch Expansion der Luft leicht geschehen kann, würde der tausendste Theil dieser Wärmemenge hinreichen, um der von aussen in den Wirbelsturm einströmenden Luft eine solche lebendige Kraft zu ertheilen, wie wir sie vorhin für den Cuba-Orkan berechnet haben. Wir kommen im nächsten Abschnitte auf diese beachtenswerthen Beziehungen des Regens zu den Orkanen zurück.

Sechster Abschnitt.

Die Ursachen der Wirbelstürme.

Die Naturwissenschaften begnügen sich nicht damit, die Erscheinungen der belebten und unbelebten Welt sorgfältig zu beobachten, die Regeln, welchen sie gehorchen, erfahrungsmässig festzustellen und das Gefundene übersichtlich zu gruppieren und zu ordnen, sondern sie forschen zugleich nach dem inneren Zusammenhange der Erscheinungen, nach den Kräften, durch welche sie hervorgebracht werden, nach ihren tiefer liegenden Ursachen. So befriedigt auch Das, was wir von den Wirbelstürmen wissen, uns nicht völlig, so lange wir die Ursachen dieser furchtbaren Erscheinung nicht kennen. Woher rührt ihre entsetzliche Gewalt? Weshalb stürzen gerade in ihnen so gewaltige Regenmassen vom Himmel herab? Was zwingt die Sturmwinde, in bestimmtem Sinne um das windstille Centrum zu kreisen und sich demselben zugleich zu nähern? Warum sinkt das Barometer und wächst zugleich die Windgeschwindigkeit, jemehr man jenem windstillen Centralraume nahe kommt? Weshalb treten die Cyclonen vorzugsweise in den wärmeren Monaten auf? Und wie kommt es, dass sie bei aller Verschiedenheit ihrer fortschreitenden Bewegung doch in so regelmässigen Bahnen sich bewegen? Wie hängen mit einem Worte alle Erscheinungen, welche an Cyclonen wahrgenommen werden, unter einander zusammen? — Das sind lauter offene Fragen, welche jedem denkenden Leser schon wiederholt sich aufgedrängt haben werden.

Ihre Beantwortung dient keinesweges bloss zur Befriedigung eines geistigen Bedürfnisses, sondern sie allein macht es uns möglich, das Ganze des gewaltigen Meteores richtig aufzufassen und in ihm allen einzelnen Erscheinungen die Bedeutung beizulegen, die ihnen in Wirklichkeit zukommt. Nur die Lösung jener Fragen kann uns ausserdem lehren, auf welche Punkte die Aufmerksamkeit der Beobachter etwa vorzugsweise noch zu lenken ist; zugleich vereinfacht sie das Studium der Wirbelstürme, indem sie uns den Schlüssel zu demselben in die Hand giebt.

Unsere Aufgabe würde uns wesentlich erleichtert werden, wenn es uns gelänge nachzuweisen, dass die Cyclonen, Wettersäulen und Wirbelwinde gleichartige Erscheinungen sind, die sich im Grunde nur durch ihre Grösse unterscheiden.

So ganz leicht ist dieser Nachweis deshalb nicht, weil sehr eng begrenzte Cyclonen selten mehrere Schiffe zugleich überstreichen und deshalb nicht leicht ihre Wirbelbewegung constatirt werden kann, und weil sie gleichwohl zu gross sind, um, wie die Wettersäulen, von einem Beobachter völlig übersehen zu werden. Uebrigens erinnern wir hier daran, dass von den kleinsten Wirbelwinden bis zu den grössten Wettersäulen und Americanischen Tornados, deren Bahnbreite 1 bis 1 ½ Englische Meilen beträgt, eine stetige Aufeinanderfolge bezüglich ihrer Grösse unzweifelhaft besteht, und dass wir wenigstens von einem Tornado, demjenigen von New-Harmony, wissen, dass er die Mitte einer 30 Engl. Meilen breiten Cyclone bildete (pag. 74).

Wir kennen auf offenem Meere Wirbelstürme bis zu 50 Seemeilen Durchmesser herunter. Piddington hat in seinem zweiten Memoir einen so kleinen beschrieben, welcher mit äusserster Heftigkeit am Cap Negrais in Ostindien wüthete; derselbe warf das Schiff Cashmere Merchant so auf die Seite, dass das Wasser die Luken erreichte, blies ihm die Segel fort und machte es leck. An der Küste von Ceylon bilden sich ebenfalls manchmal sehr heftige, aber eng begrenzte Stürme, die wegen ihrer Rotation wahre Cyclonen sind, jedoch wegen ihres geringen Umfanges von Piddington den Namen Tornado-Cyclonen erhalten haben. In seiner Sturmkarte der Bai von Bengalen bat Piddington zwei derselben verzeichnet, darunter denjenigen, welcher im Januar 1805 das Englische Kriegsschiff Sheerness von den Ankern riss und es in dem von Land eingeschlossenen Hafen Trinco-malee an den Felsen leck machte. Er schreibt denselben eine fortschreitende Bewegung von 5 bis 10 oder mehr Seemeilen per Stunde zu.

Zwischen diesen Tornado-Cyclonen und den früher besprochenen Tornados und Wettersäulen liegt nun die Kluft, die wir auszufüllen suchen müssen, um so den Nachweis von ihrer Gleichartigkeit zu führen. Wir können sie aber ausfüllen einerseits durch die, namentlich in Indien beobachteten Staubstürme, anderseits durch die See-Tornados, welche besonders an der Africanischen Westküste in der heissen Zone bekannt sind, obwohl sie auch sonst vorkommen, lieber die ersteren entnehmen wir einer Schilderung Baddeley's⁴⁹⁾ die folgenden Sätze:

„Viele Staubstürme kommen zu Lahore und im Pendjab vor, besonders während der heissen und trockenen Monate, und zwar sieben oder neun in einem Monate. . . Sie haben eine fortschreitende Bewegung, eine Drehbewegung gleich den Wirbelstürmen zur See, und eine eigenthümliche Schraubenbewegung von oben nach unten gleich einem Korkenzieher. . . Diese Stürme beginnen hier meistens von NW. oder W., und im Verlaufe von ungefähr einer Stunde haben sie nahezu den Kreis vollendet und sind vorübergeschritten, Ganz gleichartige Erscheinungen sind in allen Arten von Staubstürmen wahrzunehmen: von den wenige Zoll breiten an bis zu denjenigen, welche eine Ausdehnung von fünfzig Engl. Meilen und mehr besitzen . . . Einige von ihnen kommen mit grosser Schnelligkeit heran, vielleicht mit der Geschwindigkeit von 40 bis 80 Engl. Meilen per Stunde. Sie kommen zu allen Stunden vor, oft kurz vor Sonnenuntergang. Der Himmel ist klar und kein Hauch regt sich: auf einmal zeigt sich am Horizont eine tiefe Wolkenbank, und Ihr seid erstaunt, dass Ihr sie nicht früher bemerkt. Nach wenigen Secunden hat die Wolke den halben Himmel bedeckt, und nun ist keine Zeit zu verlieren. Es ist ein Staubsturm, und Hals über Kopf stürzt jeder in's Haus, um nicht von ihm erfasst zu werden . . . Gewöhnlich habe ich beobachtet, dass gegen Ende eines derartigen Sturmes ein plötzlicher Regenfall eintritt.“ Interessant ist noch, dass Baddeley in diesen Staubstürmen mittelst eines oben am Hause aufgerichteten Drahtes electriche Funken bis zu einem Zoll Länge gezogen hat.

Von den See-Tornados liefert uns die beste, durch neuere Beobachtungen vielfach bestätigte Beschreibung ein altes Manuscript aus dem 17. Jahrhundert.⁵⁰⁾ Dieselbe lautet:

„Die Tornados sind veränderliche Winde. Sie werden im Portugiesischen Travados genannt, aber am Treffendsten von den Griechen Eknephas (aus den Wolken heraus); denn ihr sicherstes Vorzeichen ist eine dicke Wolke, die plötzlich über dem Horizonte aufsteigt und leicht in jenen Gegenden, wo die Luft allgemein klar und heiter ist, sichtbar wird.

"Die Wolke wird wegen ihrer Kleinheit zuerst Olho-de-Boy, das Ochsenauge, genannt; doch nach so unmerklichem Beginn dehnt sie sich allmählig aus, und zuletzt, das ganze Angesicht des Himmels mit einem Vorhang von Dunkelheit bedeckend, verursacht sie schreckliche Stürme, Donner und Blitz und schwellt die tobende See empor zu den Wolken, welche sie in Fluthen Regens mit Gewalt niederdrücken. Der Regen fällt eher in grossen Cascaden und eimerweise als in Tropfen, manchmal zugleich mit Hagelsteinen von erstaunlichem Umfang. So veränderlich und unstet sind die Tornado-Winde, so wenig gehorchen sie einer bestimmten Regel, dass sie gewöhnlich im Verlauf einer Stunde nach allen Strichen des Compas umspringen, indem sie in solch plötzlichen und ungestümen Stössen blasen, dass ein Schiff, welches gerade an einer Seite umschlagen wollte, nicht weniger gefährlich an der anderen gefasst wird. Manchmal springen sie ohne Unterlass um, und manchmal wieder blasen sie ruckweise, so dass Ihr nach jedem Stosse eine vollkommene Windstille habt. Lasst eine Flotte von Schiffen so nahe segeln wie möglich, ohne dass sie auf einander stossen, so werden sie verschiedene und entgegengesetzte Winde haben.

„Besonders an den Küsten von Africa kann man an einem und demselben Tage von vielen derselben beunruhigt werden, je eine halbe oder drei Viertelstunden lang: und wären sie ebenso anhaltend wie ungestüm, so würden Wenige durch das Guinea-Gold dahin gelockt werden, oder für das reichste Handelsgut des Ostens wagen, die Linie zu kreuzen.

„Unsere Seeleute begegnen den Tornados gewöhnlich vom 10. und 12. Grade N. Br. an, ebenso am Wendekreis des Steinbocks nahe dem Vorgebirge der guten Hoffnung. Dort erhebt sich die verhängnissvolle Wolke nur wie ein kleiner Fleck in der Luft, und verschiebt sich dann selbst, gleich einem Teppich über dem Gipfel des Berges sich ausbreitend; und sie erspähend ziehen die Seeleute selbst im ruhigsten Wetter sogleich ihre Segel ein und treffen Vorsorge für den nachfolgenden Sturm, welcher nicht lange nachher im Blitz und Winde niedersteigt und um so gefährlicher ist, weil er gleich mit äusserster Wuth beginnt und plötzlich in einem Augenblick umspringt. Ihr habt eine verrätherische Windstille, einen fürchterlichen Sturm und im Verlauf einer Stunde wieder klaren Himmel und die See spiegelglatt. Die Portugiesen verloren bei ihren Entdeckungen Ost-Indiens von zwölf Schiffen neun, welche durch das ungeheure Ungestüm dieser plötzlichen Stösse kenterten ...

„Diese Eknephas kommen nicht nur an den Küsten von Malaguta und Guinea vor, sondern reichen bis Terra de Natal; und am Cap Gardafui, nahe der Mündung des Arabischen Golfes, beunruhigten sie jene Gegenden im Mai, wie Varenius aus den Holländischen Zeitungen ermittelte. Im Meere, gegen das Königreich Loango hin, in jenem Theile des Aethiopischen Oceans, sind die Tornados am häufigsten im Januar, Februar und März . . . An den Küsten Guineas herrschen sie im April, Mai und Juni." — Sie kündigen sich oft 2 bis 3 Stunden im Voraus an und dauern etwa eine, höchstens zwei Stunden. Nie kommen sie in den Wintermonaten vor. Sie sind „am heftigsten, wenn die Sonne dort dem Zenith nahe ist und in der dortigen Regenzeit, wenn die Luft feucht ist und grössere Mengen blähender Dünste liefert."

Eine Hauptautorität über die See-Tornados ist noch immer der treffliche Pirat Dampier.⁴⁴⁾ Auch er hat sie hauptsächlich in dem tropischen und zugleich östlichen Theile des Atlantischen Oceans kennen gelernt; doch sind auch das Indische Meer und die Südsee nahe der Linie, sowie die Küsten von Mexico und Angola denselben ausgesetzt. Er schildert die Africanischen wie folgt:

„In unseren Sommermonaten giebt es dort nur Windstillen und Wirbelwinde, welche im Spanischen Tornados heissen. Dieses sind Windstösse, die sich gewöhnlich gegen den regelmässigen Wind erheben und sich plötzlich bilden, aber nicht lange andauern. Sie sind so heftig, dass ein Schiff unter vollen Segeln, welches diese Windstösse auszuhalten hat, grosse Gefahr läuft, umzuschlagen oder wenigstens die Masten zu verlieren... Es ist schon viel, wenn ein Schiff eine Seemeile zurücklegt, ehe der Wind sich auf einmal legt oder nach Süden dreht. Man weiss nicht einmal, ob er nur drei Minuten anhält, ehe er umspringt, und manchmal dreht er sich schneller als das Schiff." Und an einer anderen Stelle sagt Dampier:

„Diese Tornados beginnen gewöhnlich zu Anfang April, und die Cote d'Or ist bis zum Anfang Juli selten von ihnen befreit. Manchmal kommen drei oder vier an einem Tage, aber sie gehen sogleich vorüber. Höchstens dauern sie zwei Stunden, und der stärkste nicht selten nur eine Viertel- oder halbe Stunde. Diesen Wirbelwind begleiten schreckliche Donnerschläge, Blitze und Regen; und der Wind ist so rasend, dass er manchmal das Blei, mit denen die Häuser gedeckt sind, heruntergerissen und es so fest aufgerollt hat, wie nur die Kunst der Menschen es vermocht hätte.“ —Die Küste Guinea vom Cap Lopez bis zum Cap des Palmes ist nach Dampier „eine äussert feuchte Küste, schrecklichen Tornados und übermässigen Regengüssen unterworfen, zumal im Juli und August, in welchen Monaten es selten einen schönen Tag giebt.“

Ueber die Tornados der Americanischen Westküste verdanke ich Herrn Professor von Seebach die folgende briefliche Mittheilung: „Sie sind an der Westküste Central-Americas während unserer Sommermonate sehr gemein und werden dort Chubasco genannt. Sie reichen beiderseits nur wenige Meilen von der Küstenlinie, pflegen aus WNW., also parallel der Küste einzusetzen und sind besonders häufig um Sonnenuntergang. Sie kommen in circa 30 Minuten, wehen meistens etwa ebenso lange mit der vollständigen Stärke des Orkans und sind dann ebenso schnell spurlos verschwunden. Von dem begleitenden Regen und der Gewalt der gleichzeitigen electricischen Entladungen lässt sich kaum eine Beschreibung machen. Sie sind nur ganz local, denn schon unmittelbar darauf ist die Südsee wieder glatt. Der Wind springt meist nach SW. um etc. Wenn die Axe überhaupt fortschreitet, so ist es doch nur auf wenige Meilen. Leider habe ich nur vier erlebt und davon drei bei Nacht, d. h. zwischen 7 und 8 Uhr Abends.“

Aus diesen Schilderungen der See-Tornados geht hervor, dass dieselben ihrer Ausdehnung nach zwischen den Wirbelstürmen und den Tornados der Vereinigten Staaten stehen. Die letzteren brauchen, um einen Ort zu überschreiten, selten mehr als eine Minute; auch die See-Tornados gehen oft in wenigen Minuten über ein Schilf hinweg, ja manchmal "dreht der Wind sich schneller als das Schiff"; dann aber giebt es auch sehr heftige von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde Dauer und bis zu zwei Stunden hinauf. Die noch länger anhaltenden wird jeder Seemann wohl schon mit dem Namen Orkan oder Teifun belegen, während Piddington sie Tornado-Cyclonen nennt. Wirbelstürme, die in sechs bis acht Stunden über Schiffe oder Inseln hinwegschreiten, sind ja keine Seltenheit, obgleich natürlich von grösseren Cyclonen, welche an jedem von ihnen überstrichenen Orte 20 bis 70 und mehr Stunden lang dauern, ausführlichere Nachrichten in Umlauf kommen. Selbst der oben beschriebene, furchtbare Orkan vom 10. und 11. August 1831 scheint auf Barbados nur acht bis neun Stunden gewüthet zu haben; und in St. Thomas hat der schreckliche Antigua-Sturm vom 2. August 1837 als Orkan noch weniger lange getobt, wie aus dem Tagebuche der Water-Witch und aus den von Dove mitgetheilten Wind- und Barometer-Beobachtungen zu ersehen ist.

Wäre uns die Geschwindigkeit bekannt, mit welcher die See-Tornados fortrücken, so könnten wir aus ihrer örtlichen Dauer leicht ihren Durchmesser berechnen. Betrüge z. B. jene Geschwindigkeit wie bei den Nordamericanischen Land-Tornados durchschnittlich 32 Seemeilen per Stunde, so wäre der Durchmesser eines viertelstündigen See-Tornados acht, und derjenige eines zweistündigen sogar 64 Seemeilen gross. Selbst bei der Geschwindigkeit von 10 Seemeilen pr. St., welche nur dreimal so gross ist wie die eines Fussgängers, würde der Durchmesser eines zweistündigen Tornados schon 20 Seemeilen betragen. Ein solcher Tornado kommt also, was die Grösse anlangt, der kleinsten, 50 Seemeilen überspannenden Cyclone Piddington's schon recht nahe, und den stetigen Uebergang zu letzteren bilden, wie schon erwähnt, die Tornado-Cyclonen. Sonach dürfen wir Piddington's Annahme als erwiesen betrachten, dass nicht bloss von den Wirbelwinden und Wasserhosen bis zu den grösseren Tornados, sondern auch von diesen bis zu den eigentlichen Wirbelstürmen eine vollständige Reihenfolge bezüglich ihrer Grösse sich aufstellen lässt.

Diese Thatsache, gegen deren Annahme kein stichhaltiger Grund vorliegt, giebt uns einen deutlichen Fingerzeig über die Entstehung und die Fortdauer der Wirbelstürme. Wie in den Wirbelwinden und Wettersäulen der vertikale, in den meisten Fällen aufsteigende Luftstrom das Ursprüngliche ist, indem er das Heranströmen der Luft zum Fusse, die Abnahme des Luftdruckes,

die rasche Bildung von Regen- und Gewitterwolken verursacht und die grössten mechanischen Wirkungen hervorruft: so auch in den Wirbelstürmen. Darauf weist uns auch die ungeheure Menge von Luft hin, welche unten in den Cyclonen allmähig gegen die luftdünne Mitte heranströmt; denn die allermindestens $420 \frac{1}{3}$ Millionen Cubikmeter Luft per Secunde, welche tagelang in den Cuba-Orkan eingeströmt sind, können nicht vom Meere verschlungen, sie müssen vielmehr in der Nähe des Centrums aufgestiegen sein. Darauf weisen uns endlich die ausgedehnten Wolkenmassen hin, von denen die Cyclonen überdeckt sind, und die gewaltigen Regenmengen, die fortwährend aus ihnen herabstürzen. Namentlich diese Regenmengen wären ganz unerklärlich, wenn man die Annahme nicht gelten lassen wollte, dass sie in Form von durchsichtigem Wasserdampf mit der aufsteigenden Luft zu den stets sich erneuernden Wolken emporgetragen werden. Von Jedem aber, der die Gleichartigkeit der erzeugenden Ursachen bei den Wettersäulen und den Wirbelstürmen leugnen will, ist der Nachweis einer bestimmten Grenze zu leisten, wo erstere aufhören und die letzteren beginnen. — Wir werden sehen, dass das Vorhandensein eines starken aufsteigenden Luftstromes im Innern der Cyclonen auch deren Drehungssinn und ihre fortschreitende Bewegung sehr einfach erklärlich macht.

Nur in zwei wichtigen Punkten bedingt die Grösse der Cyclonen eine Abweichung von den Vorstellungen, welche unserer Erklärung der Wirbelwinde und Wettersäulen zu Grunde liegen. Wenn wir bei letzteren von der Voraussetzung eines labilen Gleichgewichts-Zustandes in der Atmosphäre ausgehen durften und mussten, so wird uns diese Voraussetzung für die vielen Tausend Quadrat-Seemeilen der Meeresfläche, welche zugleich oder nach und nach von einem grossen Wirbelsturme betroffen werden, nicht mehr gestattet sein. Und wenn wir zuerst bei Olmsted's Rohrbrand-Wirbelwinden und dann überhaupt bei den Wettersäulen die bald unmerkliche, bald sehr rasche und einmal nach rechts, ein andermal nach links gehende Drehbewegung und ebenso die fortschreitende Bewegung den Unebenheiten des Bodens und überhaupt ungleichen Verhältnissen rings um den Fuss des Wirbels zuschreiben durften, so ist auch Dieses bei Cyclonen von oft tausend Seemeilen Durchmesser und auf offenem Meere nicht mehr zulässig. Dagegen dürfen und müssen wir voraussetzen, dass die untersten Luftschichten im Wirbelsturm und rings um denselben stark mit Wasserdämpfen geschwängert und in den Sommermonaten auch verhältnissmässig stark erwärmt sind.

Lassen wir zunächst die Frage nach der Entstehung der Cyclonen bei Seite, um uns über die Fortdauer einer schon vorhandenen Rechenchaft zu geben, und gehen wir dabei von der Thatsache aus, dass im Innern derselben ein sehr umfangreicher und starker Luftstrom gen Himmel steigt. Die Luft muss bei diesem Aufsteigen, weil sie zugleich um die Cyclonenaxe rotirt, mehr oder weniger steile Schraubenwindungen beschreiben. Erinnern wir uns, dass dieser aufsteigende Luftstrom z. B. im Cuba-Orkan der untersten, 100 Meter hohen Luftschicht mindestens $420 \frac{1}{3}$ Millionen Cubikmeter Luft in jeder Secunde entführte. Da der Luftdruck nach oben hin abnimmt, so dehnen diese Luftmassen sich allmähig aus und kühlen sich zugleich ab; ihr Wasserdampf muss deshalb, sobald sein Sättigungspunkt erreicht ist, sich nach und nach zu Nebel und Wolken verdichten. Wahrscheinlich zeigen uns die losen, fliegenden Sturmwolken unten die zuerst gebildeten nebelartigen Niederschläge, weiter oben aber verdichten sich immer grössere Mengen des mitgerissenen Wasserdampfes zu compacten Wolkenmassen, welche selbst in grosser Ferne wie eine düstere, unheilvolle Bank erscheinen. Die zugleich frei werdende latente Wärme des Dampfes verlangsamt die Abkühlung der aufsteigenden Luft, dehnt diese aus und beschleunigt dadurch ihr Emporsteigen. Zugleich erweitert der schon unten sehr breite Luftstrom sich nach allen Seiten, wie auch aus der Thatsache hervorgeht, dass die fliegenden Storm-scuds sich in Spiralwindungen von der Cyclonen-Axe entfernen. In einer uns unbekanntem Höhe fliessen diese aufsteigenden Luftmassen nach Verlust des grössten Theiles ihres Dampfgehaltes, der als Regen zu Boden fällt, seitlich ab und breiten so den durch sie gebildeten und stets erneuerten Wolkenteppich aus bis weit über die Grenzen der Cyclone. Was aber wird unten an der Meeresoberfläche vorgehen?

Unter der emporsteigenden Luftsäule, in welcher durch die frei gewordene Wärme des verdichteten Wasserdampfes eine höhere Temperatur herrscht als in ihrer Umgebung, muss der Luftdruck niedriger sein als ringsum.

Zu dieser Verdünnungsstelle strömt von allen Seiten, jedoch den vorhandenen Spiralwindungen des Sturmwindes folgend, die Luft heran, anfangs langsam, dann schneller und immer schneller, weil von aussen her der grössere Luftdruck sie treibt. Die Thatsache, dass der Sturmwind um so stärker wüthet, je näher man dem luftdünnen Centralraume kommt, wird hiedurch verständlich. Zugleich dehnt die einströmende Luft allmähig sich aus, z. B. bis um ein Zwanzigstel ihres anfänglichen Volumens, wenn das Barometer in der Cyclone um 1 ½ Zoll gefallen ist. So kommt es, dass ihr Dampfgehalt manchmal schon an der Meeresfläche anfängt sich zu verdichten; die Wolken hängen im Innern der Cyclone tief auf das Meer hernieder oder, wie wir im Berichte der Arkona lasen, „Meer und Wolken scheinen sich zu verschlingen“. Diese Ausdehnung der Luft und die mit ihrer Geschwindigkeit und Annäherung an das Centrum doppelt rasch wachsende Centrifugalkraft bewirken, dass die einströmende Luft, noch ehe sie die Cyclonen-Axe wirklich erreicht hat, aufzusteigen beginnt, so einen windstillen oder nur von schwächeren und unregelmässigen Winden erfüllten Centralraum sturmfrei lassend. Ueber einer weiten ringförmigen Fläche, nicht über einer vollen Kreisfläche steigt die Cyclonenluft allmähig, durch ihre Dampfwärme beschleunigt, empor. Bei dieser Gelegenheit wollen wir hervorheben, dass manchmal im Centrum eines Wirbelsturmes der Himmel sich aufklärt, während ringsum schwere Wolken sich aufthürmen. So finden wir in Thom's Bericht über die Exmouth-Cyclone vom Mai 1840 (im südlichen Indischen Ocean) die folgende Stelle, nachdem zuvor eine grausige Windstille von einer vollen Stunde geschildert ist, in welcher das Quecksilber in der Barometerröhre ganz verschwand: „Um 12 Uhr 20 Minuten (gegen Ende der Windstille) erschien die Sonne auf wenige Minuten und verschwand alsdann, worauf ein schauerlich hohles, entferntes Poltern oder Gerumpel folgte. Nach wenigen Minuten erhielten wir einen schrecklichen Windstoss aus SSO., der das Schiff völlig auf die Seite legte.“ Auch im Mauritius-Orkan von 1840 wurde während der Windstille blauer Himmel und auf einige Minuten auch die Sonne sichtbar, während der Sturm ringsum in 10 Minuten Abstand tobte. In dem von Reid ^{36b}) veröffentlichten Journal des Schiffes Atlas lesen wir d. d. 14. December 1831: „26° 10' S. Br., 54° 11' O. L. Um 6 Uhr Abends wurde der Sturm schrecklich, die Masten schwankten wie Weiden, jeden Augenblick sahen wir ihrem Fortgange entgegen. Um 7 Uhr legte sich der O.-Wind und die Wolken (sky) brachen auf von N. gegen O. Dieses dauerte kurze Zeit, worauf der Sturm oder Orkan eben so wüthend von NW. bis SW. losging, von Blitz und Regen begleitet.“ Piddington hat verschiedene ähnliche Fälle zusammengestellt; so von zwei Tornado-Cyclonen und namentlich von der Bengalischen Cyclone im October 1849, bei welcher während der zweistündigen centralen Windstille die Sterne sehr klar oben strahlten, inmitten einer dicken Nebelbank ringsum. Im Ganzen aber scheint diese Helle im Centrum, obgleich die Spanier für sie den besonderen Namen „Auge des Sturmes“ besitzen, doch sehr selten einzutreten.

Die rings um das stille Centrum aufsteigenden Luftströme werden so lange fortdauern, als genügende Mengen Wasserdampf mitgerissen werden, um bei ihrer Verdichtung die Luft zu erwärmen und so empor zu treiben. Denn die bewegende Kraft in den Wirbelstürmen ist diejenige der Wärme, welche durch Condensation atmosphärischen Wasserdampfes frei wird. Alle Thatsachen sprechen für diese Erklärung der Cyclonen, durch welche vor Allem die rasende Gewalt der Orkane und die ungeheuren Regenmengen, die in ihnen zur Erde fallen, unserem Verständnisse näher rücken. Sie macht auch begreiflich, weshalb die Cyclonen vorzugsweise in den Sommermonaten und am heftigsten über Ozeanen und in der heissen Zone auftreten; denn hier und in jenen Monaten enthalten die unteren Luftschichten die grösste Menge Wasserdampf. Die Abnahme des Luftdruckes und die Zunahme der Windgeschwindigkeit nach innen hin, sowie die centrale Windstille sind vorhin schon erklärt worden. Auch über die unregelmässigen, heftigen Windstösse, die in Orkanen vorherrschen und von den Seeleuten besonders gefürchtet werden, können wir uns jetzt Rechenschaft geben.

Jeder Seemann weiss, dass beim Herannahen eines heftigen Regenschauers regelmässig starke Böen oder Windstösse sich fühlbar machen; und auch auf dem Lande, zumal bei Gewittern, erlebt man häufig genug derartige Stürme im Kleinen. Offenbar reissen die schweren und dichten Regentropfen eine Menge Luft mit herab, die vor dem Schauer her heftig nach aussen strömt.

Nun ist es sehr wahrscheinlich, dass in Cyclonen der aufsteigende Luftstrom die Regentropfen gleich nach ihrer Bildung zunächst mit emporträgt, bis sie in solcher Menge sich anhäufen, dass sie mit Gewalt sich einen Weg nach unten bahnen. Diese fallenden Wassermassen drängen mit viel grösserer Gewalt, als ein gewöhnlicher Regenschauer, unten die Luft nach allen Seiten fort; sie verstärken die Sturmgewalt an der einen Seite zu der eines plötzlichen Windstosses, während sie dieselbe auf der entgegengesetzten Seite vielleicht bis zur momentanen Windstille mässigen, auf den übrigen Seiten aber die Richtung des Sturmwindes mehr oder weniger ändern. Hiemit stimmt auch die Thatsache überein, dass die Richtung dieser Böen, welche, wenn einmal gebildet, weithin sich erstrecken können, bedeutenden Schwankungen unterliegt.

Die im Wirbelsturm aufsteigenden Luftmengen müssen, wie schon oben gesagt, in einer uns unbekanntem Höhe seitlich abfliessen. Wenn sie nun auch andere daselbst befindliche Luftmassen vor sich herschieben mögen und wenn auch dieses Abfliessen in einem sehr grossen Umkreise stattfindet, so ist es doch wahrscheinlich, dass dadurch der Luftdruck am äusseren Rande der Cyclone, wenn auch nur wenig, erhöht wird. Diese Folgerung aus unserer Theorie der Wirbelstürme wird durch mehrfache Beobachtungen bestätigt. So sagt Redfield ^{35k}): „Die Beobachtung hat gezeigt, dass den meisten unserer Winterstürme ein hoher Barometerstand vorhergeht“; und die von ihm ^{35p}) veröffentlichte, über 40 Stunden sich erstreckende Barometer-Curve des Kriegsschiffes Vincennes für den Teifun der Bonin-Inseln (27.—29. Oct. 1854) zeigt sehr deutlich dieses Anschwellen des Luftdruckes vor und hinter dem Orkan, obwohl dasselbe nur etwa eine Linie betrug. Ein anderes interessantes Beispiel giebt Reid ^{36b}). Derselbe befand sich am ersten October 1848, während auf der Westhälfte des Atlantischen Oceans nach Neufundland hinauf ein Sturm tobte, im Postdampfer Medway auf der Osthälfte desselben Oceans. Bei schönem Wetter erhielt das Schiff eine zuerst westliche Dünung, welche zunahm und am genannten Tage das Schiff im 46° N. Br, und 14° W. L. nahezu aus Norden traf. Reid beobachtete selbst aufmerksam diesen Wogengang, weil er schon vermuthete, dass derselbe von einem sehr entfernten Sturme herrühre. „Während nun der Orkan an der Westseite des Atlantischen Oceans wüthete, stiegen zwei Barometer an Bord des Medway einen halben Zoll über ihren gewöhnlichen Stand, und lieferten so einen weiteren Beweis, dass der Luftdruck gerade jenseits der Grenze von Wirbelstürmen steigt.“

Zur Lösung der Frage „Wie entstehen die Wirbelstürme?“ liefert uns die Beobachtung leider sehr wenig Anhaltspunkte, obgleich wir manchmal ziemlich genau angeben können, wo und wann sie entstehen. So fand Reid ^{36b}), dass der Orkan XIX unserer Karte II am 10. September 1846 zwischen den Inseln Trinidad, Margarita, Grenada und Tobago sich gebildet haben müsse. Auf Trinidad fiel an jenem Tage das Barometer auf 29", 86, und es wurde gegen Norden viel Donner und Blitz wahrgenommen; in Tobago war vor dem 11. das Wetter ungewöhnlich unruhig (boisterous) und der Wind veränderlich, auch regnete es stark am 10. Am 11. verursachte dieser Sturm auf Barbados und den östlichen Antillen einigen Schaden; doch wehte er, während er nordwärts nach Portorico zu sich bewegte, nicht sehr heftig, sondern nur als gewöhnlicher Sturm. Während er aber fortrückte wuchs seine Stärke, bis er ein wüthender Orkan wurde. — Ueber den Wirbelsturm vom 18. bis 21. Januar 1860 unserer Karte IV wird uns berichtet ⁴³), dass am 17. beinahe rings um die Gegend, wo er entstand, Blitze beobachtet wurden, und dass daselbst das Wetter schwül und drückend war bei leichten Winden. — Piddington ^{37b}) hat uns ferner zwei Berichte von Schiffen überliefert, die in der Bai von Bengalen sich innerhalb erst entstehender, heftiger Cyclonen befanden. Wir erfahren daraus, dass am Himmel dichte, tief hängende Wolken sich sammelten, dass es blitzte und in Strömen zu regnen anfang, und dass der Wind in heftigen, immer stärker werdenden Stössen blies. Piddington giebt uns endlich noch den folgenden aus Peltier's Buch über die Tromben entlehnten Bericht vom Entstehen eines Sturmes.

„Dem Dr. Leymerie verdanke ich den Bericht von einer Trombe, welche er am 2. September 1804 an Bord des Kutters Le Vautour wahrnahm. Dieses Schiff segelte mit Kaperbriefen und kam von

Cayenne der Africanischen Küste zu; sie waren nicht weit von Gambia als dieses Meteor stattfand. Ehe die Trombe sich bildete, herrschte Todtenstille. Der vorhergehende Tag war sehr heiss gewesen und seit dem Morgen hatte sich der Himmel mit zahlreichen dicken Wolken bedeckt. Der Kutter jagte ein Englisches Sklavenschiff, als sie plötzlich eine Wassersäule von etwa 100 Metern sahen, die aus der See sich erhob und aufstieg, um sich mit einer, aus einer Wolke sich herabsenkenden Dunstsäule zu vereinigen. In diesem Augenblicke hörte die Windstille auf und der Sturm (tempête) begann heftig zu wehen. Wir haben Dr. Leymerie's Ausdruck Wassersäule beibehalten, obgleich wir überzeugt sind, dass sie nicht von flüssigem Wasser, sondern, wie wiederholt gezeigt, von Wasser in Form dichten Dampfes gebildet wurde. Diese Säule war durch und durch leuchtend; sie hatte ein phosphorescirendes Aussehen und war leicht gelb oder wie ein Hirschkalb gefärbt. Die See selbst war jenen Tag leuchtend und das Schiff Hess einen langen Feuerstrich hinter sich. Diese Trombe, sowie der sie begleitende Sturm dauerten vierzehn Stunden und verursachten zahlreiche Schiffbrüche an jenen Küsten. Sie endeten erst am folgenden Tage um 4 Uhr Morgens, so dass sie etwa um 2 Uhr Nachmittags begonnen hatten und einen grossen Theil der Nacht andauerten."

Auch der Antigua-Orkan vom August 1837 war, wie der oben mitgetheilte Bericht des Capitain Seymour (pag. 108) vermuthen lässt, vielleicht aus einer grossen Wasserhose entstanden; bei anderen Cyclonen mag zuerst die rasche Bildung ausgedehnter Gewitterwolken einen starken aufsteigenden Luftstrom hervorgerufen haben; oder auch es mag durch das Vordringen kalter Luftströme in der Wolkenregion eine bedeutende und umfangreiche Störung des atmosphärischen Gleichgewichtes eingetreten sein. Genug, Ursachen lassen sich schon finden, welche unter günstigen Umständen das erste Emporsteigen der warmen und feuchten unteren Luftschichten in grossem Massstabe veranlassen. Nach der Stelle, wo Dieses stattfindet, strömt dann die benachbarte Luft von allen Seiten heran, um ebenfalls aufzusteigen, und der Wasserdampf bewirkt, dass diese Bewegung so bald kein Ende nimmt.

Aber muss nicht auf diese Weise ein centripetaler Sturm an der Erdoberfläche sich bilden? Keineswegs! Sondern wenn unter den aufsteigenden Luftmassen der Luftdruck sich sehr vermindert und der so entstehende Verdünnungs-Raum ausgedehnt ist, so muss allemal eine wirkliche Cyclone entstehen. Dieses ist eine Folge der Rotation unseres Erdkörpers, wie unseres Wissens zuerst Belt ¹²⁾ hervorgehoben hat. Zur Erläuterung nehmen wir beispielsweise an, die Luft ströme allseitig aus einer Entfernung von 120 Seemeilen oder zwei Graden des Erdmeridians zur Verdünnungsstelle heran, und zwar anfangs wirklich centripetal. Befindet sich alsdann dieser luftdünne Centralraum auf der nördlichen Erdhälfte, so ist er der Erdaxe näher, als die aus Süden, und weniger nahe, als die aus Norden heranströmenden Luftmassen, und die Geschwindigkeit, mit der er um die Erdaxe rotirt, ist folglich kleiner als diejenige der südlichen und grösser als die der nördlichen Luftströme. Die südlichen müssen deshalb dem Centrum nach Osten zu voraneilen, und die nördlichen hinter demselben nach Westen hin zurückbleiben; und trotz ihrer anfänglichen centralen Bewegung werden diese Luftströme nicht in Radien dem Centrum sich nähern, sondern in Spiralen, welche von N. über W. nach S. und O., also gegen die Sonne sich winden. (Dass auch die Luftmassen, welche von Osten oder Westen her zum luftdünnen Centralraum strömen, denselben Drehungssinn hervorrufen, ist in den Verhandlungen der Pariser Akademie, Comptes Rendus T. 49 p. 659, 686 und 760 bewiesen.) Die nachrückenden Luftmassen folgen diesen Windungen, haben aber wegen ihrer Centrifugalkraft und weil der Einfluss der Erdrotation fort dauert, beständig die Tendenz, sie der Kreisform zu nähern, so dass es begreiflich ist, wenn bei ausgedehnten Cyclonen die centripetale Bewegung sehr zurücktritt gegen die um das Centrum kreisende. — Befindet sich das Verdünnungs-Centrum auf der südlichen Erdhälfte, so müssen die allseitig anströmenden Luftmassen aus gleichen Gründen im Sinne N., O., S., W. oder wie ein Uhrzeiger das Centrum umkreisen.

Die von der Erdrotation herrührenden Geschwindigkeits-Componenten der zuströmenden Luft sind übrigens von vornherein gar nicht so unbedeutend, wie man vielleicht annehmen möchte.

Befindet sich z. B. das Verdünnungs-Centrum in 20 Grad N. Br., so hat in 120 Seemeilen Entfernung die Luft im Süden eine um 10 Seemeilen grössere und im Norden eine um 11 Seemeilen kleinere Geschwindigkeit nach Osten hin als das Centrum; jene Geschwindigkeits-Unterschiede betragen sogar 20 und 21 Seemeilen per Stunde, wenn das Centrum auf dem vierzigsten Breitengrade sich befindet.

Ohne Zweifel befördert die so entstehende Wirbelbewegung das Andauern und Wachsen der centralen Luftverdünnung und damit zugleich die oft wochenlange Dauer der Cyclonen. Könnte die Luft ohne Wirbelbewegung direct von allen Seiten der Verdünnungsstelle zuströmen, so würde daselbst ein bis zu zwei Zoll niedrigerer Barometerstand sich wohl nicht lange erhalten können, auch würden die feuchteren unteren Luftschichten bis auf grosse Entfernungen hin bald erschöpft sein und die latente Wärme des Dampfes würde nach kurzer Zeit aufhören, in Wirksamkeit zu treten. Die Americanischen Tornados und wohl auch die kleineren See-Tornados bieten uns Beispiele von derartigen, wenn auch äusserst heftigen, doch nach wenigen Seemeilen Weges endenden, kleineren Orkanen, in denen die Drehbewegung weit weniger merklich ist als in grossen Cyclonen. Dass sie schwächer ist rührt daher, dass der Einfluss der Erdrotation auf die Bewegung der zuströmenden Luft um so geringer wird, je kleiner der Durchmesser der Verdünnungsstelle ist. Die See-Tornados treten zudem vornehmlich in der Nähe des Aequators auf, wo jener Einfluss ohnehin schwächer ist. Denn befände sich z. B. das Centrum der Verdünnung auf dem Aequator selbst, so würde in den zuströmenden Luftmassen gar keine Tendenz zur Drehung vorhanden sein; vielmehr würden sowohl die von Norden als auch die von Süden aus 120 Seemeilen Entfernung zuströmenden Luftmassen nach Westen zu hinter dem Centrum zurückbleiben, jedoch nur mit der unbedeutenden Geschwindigkeits-Differenz von $\frac{4}{7}$ Seemeilen per Stunde. Auch die bekannte Thatsache, dass innerhalb der ersten fünf Grad nördlicher wie südlicher Breite kaum jemals Cyclonen, sondern nur Wasserhosen und allenfalls Tornados beobachtet worden sind, findet in diesem mangelnden Antrieb zur Drehbewegung eine ebenso einfache wie ausreichende Erklärung. (Ueber Stürme auf der Linie ist uns nur eine einzige Stelle, und zwar bei Piddington aufgestossen. Derselbe sagt gelegentlich der Sturmbahnen des Stillen Oceans: „At the Kingsmill Groupe on the Equator! violent storms, which seem to be Typhoon-like are experienced.“)

Um unsere Vorstellungen über die Wirbelstürme zu vervollständigen, müssen wir noch die Höhe, bis zu welcher sie sich erstrecken, näher in's Auge fassen. Redfield ^{35 m)} hält es für wahrscheinlich, dass diese Höhe in den centralen Theilen einer Cyclone grösser ist, als in den äusseren, und in niederen Breiten bedeutender, als in höheren; für die Atlantischen Küsten der Vereinigten Staaten schätzt er sie nur auf eine Englische Meile. Dabei stützt er sich auf die Beobachtung, dass die Wolkenschicht, welche den Orkan und die fliegenden Sturmwolken überdeckt, in ihrer Bewegung nicht merklich vom unten herrschenden Sturmwinde beeinflusst zu werden scheine, trotz ihrer geringen Höhe von kaum einer Engl. Meile. Er vergleicht deshalb den Sturmkörper niemals mit einer wirbelnden Säule, sondern stets mit einem Discus, einer flachen Scheibe, deren Durchmesser 200mal so gross sein möge, wie die Höhe. Gegen diese Ansicht Redfield's möchten wir vor Allem geltend machen, dass doch jene obere Wolkenschicht als ein nie fehlender Begleiter zum Wirbelsturme gehört, dass sie von ihm erzeugt und stets erneuert wird. Die grossen Entfernungen aber, aus welchen manchmal jene Schicht als drohende Wolkenbank gesehen wird, lassen uns schliessen, dass ihre Höhe sehr bedeutend sein muss. Wir erinnern hier an Dampiers Bemerkung, dass manchmal zwölf Stunden lang vor Ankunft eines Teifuns eine schreckliche, schwere Wolke im NO. wahrzunehmen sei, die kurz vor dem Ausbruch des Sturmes rasch sich zu bewegen beginne. Reid ^{36a)} theilt einen Brief des Capitains Mondel von dem Westindienfahrer Castries mit, welcher eine so dicke und feste Wolkenbank sah, dass dieselbe bei hellem Tageslicht um 3 $\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags von Allen an Bord für Land gehalten wurde; und doch befand sich das Schiff damals 350 Seemeilen entfernt von St. Lucia, wo am folgenden Tage eine Cyclone stark gespürt wurde. Wenn auch die Wolkenbank 350 Seem. vom Schiffe entfernt war, so erhob sich ihr Gipfel um mehr als 15 Seemeilen über die Meeresoberfläche. Endlich möchte auch die grosse, fast nächtliche Dunkelheit im Innern vieler Cyclonen nur durch die Annahme einer nicht bloß dichten, sondern auch ausserordentlich hohen Wolkenmasse, zu erklären sein.

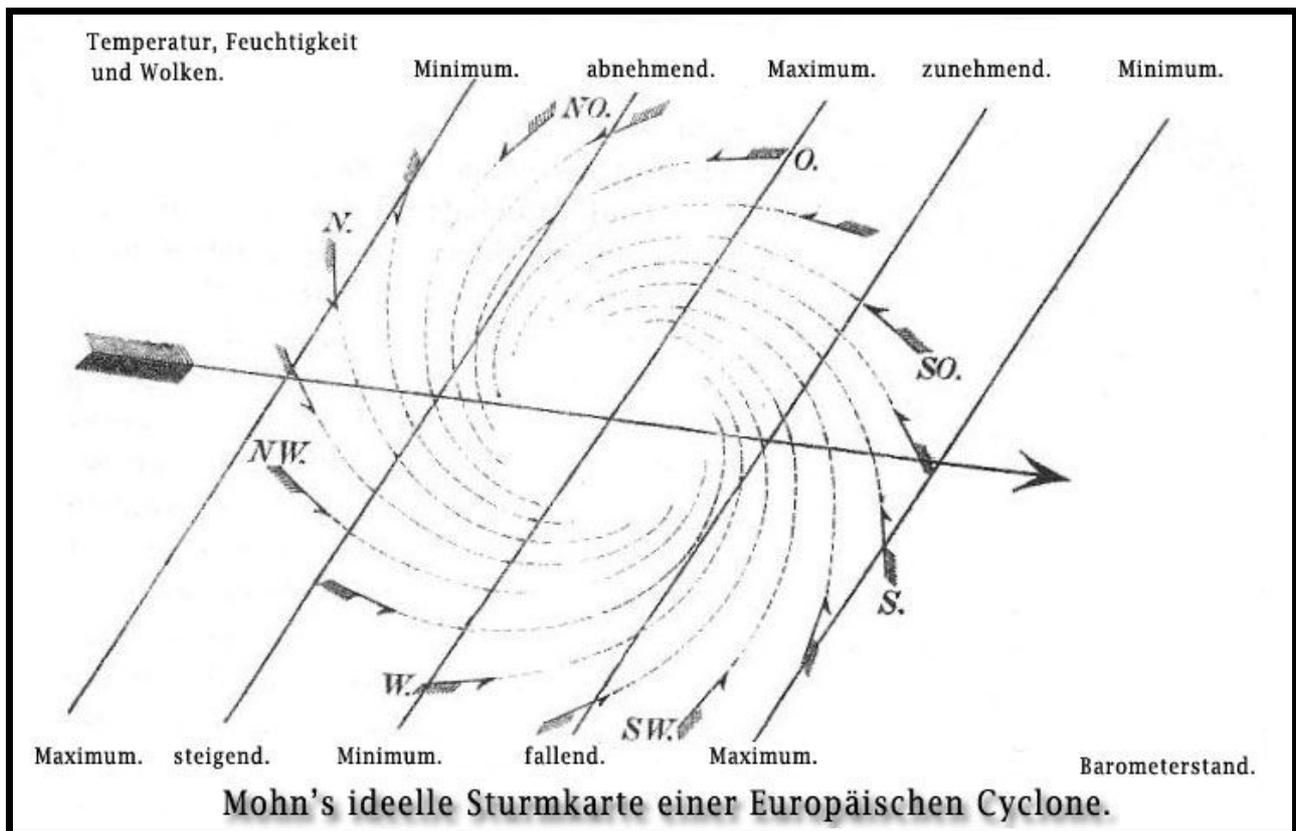
Piddington glaubt „kühn behaupten zu können, dass die Höhe des Sturmdiscus niemals zehn Seem. überschreitet und gewöhnlich weit geringer ist.“ Thom macht auf die Thatsache aufmerksam, dass Wirbelstürme die luftigen, 3000 bis 5000 Fuss hohen Berge von Mauritius und Bourbon überschreiten, ohne merklich aufgehalten oder irgendwie beeinflusst zu werden; er sieht darin einen Beweis, dass ihre Wirksamkeit sich bis weit über die Erdoberfläche erstreckt, zumal da jene beiden Inseln den Passat wesentlich hemmen und in neue Kanäle lenken. Gegen Redfield's Ansicht sprechen aber direct die von Reid ^{36b)} veröffentlichten meteorologischen Beobachtungen auf dem 8640 Fuss hohen Dodabetta. Auch in dieser grossen Höhe von 1.8 Engl. Meilen blies die Cyclone vom 16. bis 18. April 1847 mit Orkanstärke (30 Pfund Druck). Das Barometer sank von 22". 10 auf 21".89 Englisch, während das Orkancentrum in etwa 190 Seemeilen Entfernung vorbeiging, und vom 16. bis 20. April fielen 17". 70 Regen bei der Station.

Wenn auch, wie wir glauben, die aufsteigende Luft sich bis zu 10 oder 15 Seem. über der Erdoberfläche erhebt, so müssen wir uns dennoch mit Redfield den ganzen wirbelnden Sturmkörper wegen seiner grossen horizontalen Ausdehnung als eine sehr flache Scheibe vorstellen. Wir halten es sogar für sehr wohl möglich, dass die an der Erdoberfläche hinsausenden Luftmassen, bevor sie in ihrer spiralförmigen Bewegung dem Centrum nahe genug gekommen sind, um aufzusteigen, manchmal nur eine Höhe von 2000 Metern oder noch weniger haben. Sie wirbeln um die Cyclonen-Axe tief unterhalb der grossen Wolkenschicht, die sie ja erst durchbrechen und zugleich erneuern können, wenn sie sich genügend ausgedehnt haben, um unter Verdichtung ihres Wasserdampfes emporzusteigen. Jene Wolkenschicht gehört mit zum Wirbelsturm, aber sie braucht ja deshalb durchaus nicht die Bewegung des Sturmwindes unten zu theilen. In der That sehen wir oft genug starke Winde über einander hinströmen, die, nach den Wolken zu schliessen, in vertikalem Sinne nur geringe Ausdehnung haben; sie lassen sich am besten mit sehr dünnen, aber breiten Bändern vergleichen, die über einander hingleiten. Selbst der Nordpassat hat bei Teneriffa nur eine Höhe von 9000 Fuss, und über ihm auf dem Pik weht ein so heftiger West- oder Südwest, dass Humboldt am Rande des Kraters kaum vermochte auf den Füssen zu stehen.

Die fortschreitende Bewegung zunächst der Europäischen Wirbelstürme hat Mohn ³⁹⁾ so befriedigend erklärt, dass wir wenig hinzuzusetzen wissen. Mohn theilt, wie umstehende Figur andeutet, seine nahezu gegen Osten fortschreitenden Cyclonen durch einen von SSW. nach NNO. gellenden Durchmesser in eine vordere und eine hintere Hälfte, zwischen denen sich durch Beobachtung folgende Unterschiede herausgestellt haben:

Auf der vorderen Hälfte	Auf der hinteren Hälfte
ist der Wind O., SO., S., SW. bis W., d.h. er hat eine südliche Componente;	ist der Wind W., NW., N., NO. und O., d.h. er hat eine nördliche Componente;
das Barometer ist im Sinken;	das Barometer ist im Steigen;
die Temperatur nimmt zu;	die Temperatur nimmt ab;
die Spannung des atmosphärischen Wasserdampfes wird grösser;	die Spannung des atmosphärischen Wasserdampfes wird kleiner;
Regen oder Schnee stark und anhaltend.	Regen oder Schnee schwach und stossweise.

Alle diese Verhältnisse hat Mohn auf seiner unten folgenden Sturmkarte verzeichnet. Auf der östlichen, vorderen Hälfte befindet sich also die aus Süden heranströmende Luft, welche schon wegen ihrer höheren Temperatur eher aufsteigen wird, als die nördliche Luft der hinteren Hälfte. Diese Südluft enthält zudem mehr Wasserdämpfe als die aus Norden kommende, sie wird deshalb rascher emporsteigen und stärkere Wolken bilden als diese, und an ihrer Seite muss auch der Regen in grösserer Menge niederfallen. Eben deshalb aber schreitet die Stelle des tiefsten Barometerstandes nach dieser Seite hin, und damit zugleich der ganze Wirbelsturm, weil eben gegen jene Stelle die Luft von allen Seiten in Spiralwindungen heranströmt. Wir erinnern bei dieser Gelegenheit an Redfield's und Thom's Bemerkung (pag. 96), dass der Ort des tiefsten Barometerstandes in den Cyclonen etwas nach vorn liegt.



Mohn lässt die Spiralen seiner Sturmkarte nur etwa eine Viertelwindung machen; offenbar aber muss das Centrum nach derselben Seite hin fortrücken, wenn die zuströmende Luft, bevor sie aufsteigt, fünf, neun oder dreizehn Viertelwindungen um das Centrum macht. Denn die Cyclone muss sich immer nach derjenigen Seite hinbewegen, an welcher längere Zeit hindurch die wärmste und feuchteste Luft in ihr emporsteigt und an welcher demnach auch die dichtesten Wolken sich bilden und am meisten Regen niederstürzt. Mit dieser Bemerkung stimmen nun ganz vortrefflich die Beobachtungen überein, welche in Bezug auf den Regen bei den Wirbelstürmen des Atlantischen und des südlichen Indischen Oceans gemacht sind. Redfield sagt bereits in seiner ersten Arbeit über die Küstenstürme der Vereinigten Staaten: „Regen oder der Niederschlag von Dampf in irgend einer Form scheint sich ganz auf die nordöstliche oder vorrückende Hälfte der rotirenden Masse zu beschränken, obwohl ihre äusseren oder Grenz-Parthien oft wolkenfrei sind; hingegen zeigt die südwestliche Hälfte meistens klares Wetter.“ Fünfzehn Jahre später ^{35m}), nachdem seine bedeutendsten Arbeiten bereits vollendet waren, erwähnt er gelegentlich, dass an der hinteren oder trockenen Seite des Sturmes die ihn überdeckende Wolkenschicht oft verschwinde. Eines der allgemeinen Resultate ferner, zu welchen Thom ³⁸) durch das Studium der Süd-Indischen Cyclonen gelangte, ist das folgende: „Condensation von Wasserdämpfen scheint zugleich mit der Wirbelbewegung der Stürme stattzufinden; sie erstreckt sich über eine gewisse Strecke an jeder Seite des Centrums, wird aber viel weiter an der vorderen als an der hinteren Seite des Wirbels wahrgenommen.“ Es wäre sehr zu wünschen, dass die Aufmerksamkeit der Seeleute sich diesem wichtigen Punkte mehr zuwendete.

Da die Windrichtung in Wirbelstürmen meistens nur um einige Grade von den Tangenten der um das Centrum beschriebenen Kreise abweicht, so wird im Allgemeinen, zumal in ausgedehnten Cyclonen, die Luft wohl mehr als einen Umgang machen, ehe sie aufzusteigen beginnt. Auch die Bahnen, welche die Brig Charles Heddle und andere Schiffe um die Wirbelcentren beschrieben haben, indem sie vor dem Winde liefen, führen zu diesem Schluss. Aber unter sonst gleichen Verhältnissen wird diejenige Seite der Orkane, an welcher der wärmste und feuchteste Theil der unten zuströmenden Luft aufzusteigen beginnt, doch immer dieselbe sein, und so erklärt es sich, dass in den meisten Meeren die Wirbelstürme so regelmässige Kurse einschlagen.

Was insbesondere die Westindischen Orkane anlangt, so halten wir es für möglich, dass der Golfstrom das Umbiegen derselben nach NO. veranlasst. Denn bevor sie denselben erreichen, erhalten sie den wärmsten und feuchtesten Theil ihrer Luft jedenfalls aus Süden, und derselbe steigt, um ihr Centrum herum wirbelnd, in ihrer nordwestlichen Hälfte auf; wenn sie aber ganz in der Nähe des Golfstromes angelangt sind, so dürfte dieser ihnen von Westen her noch feuchtere Luft zusenden als der Süden, und diese wird dann schon auf ihrer nordöstlichen Seite emporsteigen. Gerade in Betreff dieses Umbiegens der Orkanbahnen sind übrigens, zumal in anderen Meeren, weitere Forschungen noch sehr zu wünschen. Namentlich fragt es sich, welchen Einfluss die Nähe des Landes und die vorherrschenden Winde, vor Allen die Passate, auf die Bahnen der Orkane ausüben.

Wir glauben jetzt alle wichtigeren Fragen, zu welchen die Wirbelstürme Anlass geben, genügend beantwortet zu haben bis auf die eine: „Warum sind die Cyclonen gerade in der heissen Zone so überaus heftig, und warum nehmen sie an Heftigkeit ab und an Umfang zu, je mehr sie sich den kalten Zonen nähern?“ Der Grund dieser Erscheinung liegt wohl darin, dass über den Meeren der heissen Zone die Luft wärmer ist und deshalb grössere Mengen Wasserdampf in sich aufnehmen kann, wogegen über den Oceanen der gemässigten Zonen die kühlere Luft trotz ihres geringeren Dampfgehaltes gewöhnlich ihrem Sättigungspunkte viel näher ist. Je mehr Wasserdampf in dem aufwärtssteigenden Luftstrome sich befindet, desto mehr Wärme wird bei seiner Verdichtung frei, und desto heftiger wird die Luft emporgerissen; die nachdringende untere Luft aber muss, wenn sie weit von ihrem Sättigungspunkte entfernt ist, diesem Strome einfach folgen. Gelangt aber die Cyclone in die gemässigte Zone und fliesst ihr unten nahezu gesättigte Luft zu, so wird diese, schon ehe sie in die Gegend des tiefsten Barometerstandes gelangt, sich soweit wegen Abnahme des Luftdruckes ausgedehnt haben, dass ihr Wasserdampf sich zu verdichten und sie in Folge dessen aufzusteigen beginnt; die Kraft der Dampfeswärme, welche sie emportreibt, ist weniger gross, aber wird früher wirksam, als in der heissen Zone. Und so kommt es, dass der Wirbelsturm in höheren Breiten an Ausdehnung gewinnt, an localer Gewalt aber abnimmt.

So ist es uns denn gelungen, die kreisende und centrale Bewegung des Sturmwindes, das Fallen des Barometers, die Wolken und heftigen Regengüsse, die zunehmende Gewalt im Innern, dann den windstillen Centralraum, die Böen und Windstösse, den Drehungssinn des Wirbels, endlich selbst die fortschreitende Bewegung und die zunehmende Grösse, kurz alle wichtigen Erscheinungen, die ein Wirbelsturm bietet, in einen ursächlichen Zusammenhang mit dem aufsteigenden Luftstrome zu bringen; sogar die Jahreszeiten, in denen die Cyclonen vorzugsweise auftreten, finden dadurch ihre Erklärung. Und, was uns nicht das Geringste zu sein scheint, diese unsere Auffassung der Wirbelstürme macht es nicht nothwendig, zwischen Cyclonen, Wettersäulen und Wirbelwinden eine unnatürliche Schranke aufzustellen, sondern fasst vielmehr unter einen Gesichtspunkt zusammen, was naturgemäss zusammengehört. Sie bietet endlich hinreichenden Spielraum, um auch einer genaueren Kenntniss der Wirbelstürme, als wir sie jetzt besitzen, vollkommen gerecht zu werden. Wenn sich z. B. durch feinere Beobachtungen herausstellen sollte, dass die Cyclonen nach aussen hin nicht durch Kreise, sondern durch eiförmige oder elliptische Linien begrenzt sind, so wird sich Dieses etwa durch die Einwirkung der aussen vorherrschenden Winde leicht erklären lassen, ohne dass wir an unseren übrigen Vorstellungen das Geringste zu ändern brauchen. Ebenso dürfen wir mit Bestimmtheit erwarten, dass wir uns über die vielen Verschiedenheiten und sogar Regelwidrigkeiten, welche die Sturmbahnen unserer Karten darbieten, vollkommen Rechenschaft werden geben können, sobald erst unsere sehr unvollkommenen Kenntnisse über die Wind- und Feuchtigkeitsverhältnisse der betreffenden Meere genügend sich erweitert haben.