

Tromben und Tornados.

Von

DR. J. M. PERNTER.

Vortrag, gehalten den 24. Februar 1886.

(Mit 3 Figuren im Texte.)

Es ist eine Eigenthümlichkeit der menschlichen Natur, deren Erklärung wir den Physiologen und Philosophen überlassen müssen, dass wir Alle ein ganz eigenes Vergnügen an der wirbelnden Bewegung empfinden. Mit welcher Freude und Ausdauer schauten wir als Kinder der wirbelnden Drehung des Kreisels zu; welches Vergnügen bereitet es Knaben und Mädchen, sich gegenseitig an den Händen fassend, so lange im Kreise zu drehen, bis endlich Alles, wenn sie selbst sitzen, sich im Kreise um sie dreht; mit welcher immer gespannten Neugierde sitzt man am Rande eines Wassers, dem Spiele des Strudels zuzusehen! Und scheint es nicht, dass die Kinder, zu Jünglingen und Jungfrauen herangereift, die Lust und Freude an der wirbelnden Bewegung nur um so lebhafter in sich tragen? Oder sollte ich mich täuschen? All die Kränzchen und Bälle, der grosse Aufwand von Geld und Zeit, von Toiletten, Putz und Schmuck, sollte er nicht wegen des Gefallens und der Freudé an der wirbelnden Bewegung des Tanzes gemacht werden? Ja sollte etwa gar jener urwüchsige, kräftige deutsche Spruch

— unter uns Deutschen darf man wohl davon reden — „wer niemals einen Rausch gehabt, das ist kein braver Mann“, seine tiefere Begründung in der erwähnten Eigenthümlichkeit der menschlichen Natur finden? Und was ist es Anderes als ein Wirbeln durchs Weltall, das wir auf unserer Erde um die Sonne vollführen? Gewiss ist es auch der Reiz, den Wirbelbewegungen auf Alle ausüben, welcher Sie veranlasste, sich zum heutigen Vortrage über Tromben und Tornados einzufinden; denn Tromben und Tornados sind, wie Sie wohl wissen, Wirbelstürme.

Ich bin mir wohl bewusst, dass mit den beiden Ausdrücken „Tromben und Tornados“ im Wesentlichen ein und dasselbe Ding, wesentlich nicht verschiedene Erscheinungen bezeichnet sind. Im Allgemeinen sagt man überall Trombe, in Amerika aber heissen die dort unerhört heftigen Tromben Tornados. Deutsch hat man sie auch „Wettersäulen“ genannt, doch konnte sich diese Benennung nicht recht einbürgern; möglich, dass der neue Sprachreinigungsverein sie wieder aufnimmt. Mehr Eingang fanden die Worte „Wasserhose“, „Sandhose“. Von allen Benennungen ist wohl Tornado die zutreffendste; Tornado ist ein spanisches Wort und heisst Wirbel, Wirbelsturm. Trombe ist aus dem italienischen tromba, die Trompete, wahrscheinlich weil die ganze Erscheinung einer Trombe mit einer Trompete möglichst wenig Aehnlichkeit hat. Aehnliches gilt auch wohl von den deutschen Benennungen Sandhose und Wasserhose. Die Unterschiede in den

Benennungen sind sachlich nicht wesentlich, nur sind wir gewohnt, mit dem Ausdrucke Tornado die Vorstellung eines heftigeren und gefährlicheren Wirbelsturmes zu verbinden als mit der Benennung Trombe; der Grund hiefür liegt darin, dass diese amerikanischen Tornados in der That die böartigere Gattung sind.

Doch nun lassen Sie uns die Erscheinung selbst kennen lernen, die wir mit Trombe und Tornado bezeichnen. Um Ihnen ein volles und klares Bild davon zu geben, werde ich Ihnen die Beschreibung ein paar solcher Wirbelstürme möglichst detaillirt geben.

Mohr hat eine am 1. Mai 1835 zu Coblenz beobachtete Trombe in Poggendorf's Annalen beschrieben, und ich gebe diese Beschreibung aus zwei Gründen an erster Stelle: erstens wird eine Erscheinung meist besser aufgefasst, wenn uns die Gegend, in der sie auftrat, nicht allzu fremd ist; es ist schon einmal so, dass wir das, was in Deutschland sich ereignete, leichter für richtig annehmen, als was in Amerika oder Australien oder gar in China sich abspielte; zweitens ist gerade in der Mohr'schen Trombe mit einem Schlage eine Sand- und Wasserhose gegeben und ersparen wir uns dadurch zwei verschiedene Tromben zu beschreiben. Müller gibt in seiner kosmischen Physik folgende Darstellung der Mohr'schen Trombe:

„Um $\frac{1}{2}$ 3 Uhr bildete sich am Fusse des Alexander-Forts, im Felde von Neuendorf, ein Wirbelwind, der rasch zu einer fürchterlichen Stärke heranwuchs, Sand und Staub aufwühlte und mit sich

fortführte. Er nahm seine Richtung von Nordwest nach Südost, gerade auf die Landspitze zu, welche das linke Rhein- und das linke Moselufer mit einander bilden. Eine Frau, welche mit einem Korbe auf dem Kopfe aus dem Felde kam, wurde durch die Trombe zu Boden geworfen und der Korb hoch durch die Luft auf die andere Rheinseite fortgeführt. Die Staubwolke, welche wirbelnd über die Erde fortzog, war grau von Farbe und undurchsichtig. Sie hatte eine schräge Lage nach der Strömung des Windes in den höheren Regionen, mit dem oberen und breiteren Theile nach vorne, den unteren schmälern gleichsam nach sich ziehend. Sie hatte die scheinbare Form eines Trichters, dessen Spitze nach unten gekehrt einen Durchmesser von 30 bis 40 Fuss hatte, dessen oberer Durchmesser aber drei- bis viermal so gross war. An Höhe hatte sie bald alle nahegelegenen Häuser weit überstiegen.

Die Bewegung dieser Trombe war von einem fürchterlichen Sausen begleitet. Der erste höhere Gegenstand, welchen sie traf, war eine Saffianfabrik. Unter fürchterlichem Geprassel wurde das Dach des hinteren Gebäudes losgerissen und über das Hauptgebäude hinweg etwa 40 Schritte weit ins Feld geschleudert. Fenster wurden zertrümmert, Laden und Fensterflügel herausgerissen und Alles weit herumgestreut. Die auf den Speichen aufgehängenen Häute wurden von der Trombe fortgerissen, so dass man sie wie schwarze Vögel hoch in den Lüften dahin fliegen sah.

Von da bewegte sich die Trombe rasch gegen die etwa noch 100 Schritte entfernte Mosel hin, wo sich das ganze Schauspiel veränderte. Die Erdtrombe wurde nämlich eine Wasserhose; sie wühlte das Wasser in so wildem Brausen auf, dass es auf der ganzen Basis schäumend auf eine bedeutende Höhe wirbelnd hinaufgezogen wurde, während ausserhalb des Wirkungskreises der Wasserspiegel weder gestört, noch getrübt wurde. Der Durchmesser des Trichters nahm über die Hälfte des Flussbettes ein. Auf der Landspitze angekommen, welche das rechte Mosel- mit dem linken Rheinufer bildet, an der Ecke des ehemaligen deutschen Hauses, schien das Meteor einige Augenblicke stillzustehen, setzte aber alsbald seinen Weg in gerader Richtung über den Rhein gegen Ehrenbreitstein hin fort.

Auf der rechten Rheinseite angekommen, warf es das Wasser 8 bis 10 Fuss hoch auf das Land und nahm ein 60 Ellen langes Stück Leinen von der Bleiche hoch in die Luft, so dass man es wie eine Bandschleife umherflattern sah. Sieben Bäume von 6 bis 8 Zoll Durchmesser wurden abgebrochen, Aeste von 4 bis 6 Zoll Dicke abgerissen und umhergeschleudert, womit dann das Meteor so ziemlich sein Ende erreichte.

Wenige Minuten nach dem Aufhören desselben fiel ein heftiger Platzregen mit starkem Hagel.“

Doch das ist ja harmlos Spiel gegenüber einem amerikanischen Tornado. Es ist äusserst selten, dass ein Beobachter Gelegenheit bekommt, so einen Sturm-

könig auf seinem vernichtenden Streifzuge ruhig und unbehelligt von der Ferne zu betrachten und den ganzen Verlauf und die äussere Erscheinung desselben mit dem Blicke eines unbetheiligten Zuschauers zu verfolgen. Um so interessanter ist es, die Beschreibung eines solchen Tornado von einem der Wenigen, die der Zufall begünstigte, zu vernehmen. Herr Rupert gibt im „Jowa Herald“ folgende lebhaftere Darstellung, datirt von Huron 28. August:

„Heute war es sehr heiss, die Sonne schien versengend. Jedermann erwartete ein Gewitter, aber es kam keines. Statt eines Gewitters hatte ich den prächtigen Anblick einer Wasserhose zu Land, wenn man einen Tornado so nennen darf. Beiläufig um $\frac{1}{2}$ 4^h p. m. sah man eine einzelne Wolke genau im Norden der Stadt. Sie war nicht sehr ausgedehnt und Niemand dachte, dass sie eine der grossartigsten Naturerscheinungen erzeugen würde. Sie sah so harmlos und unbedeutend aus. Da bemerkte man etwa 2 Miles nördlich von der Stadt den Staub unten in ungewöhnlicher Bewegung, eine Anzahl kleiner Wirbelwinde schienen sich allmählig zu vereinigen, während ein langer Arm langsam von den Wolken herabgesenkt wurde gegen die Erde, die ihm entgegenkam. Dieser Arm war anfangs von undeutlicher Begrenzung, nahm aber rasch die Form eines Trichters an. Die Sonne schien hell und war während des ganzen Phänomens nicht verdunkelt, so dass die grosse wirbelnde, siedende, schäumende Säule von Wolken und Erde fast zauberhaft und

überirdisch erschien, indem sie langsam über die Prairie fortschritt, beständig an Kraft gewinnend. Ich hatte oft gewünscht, Zeuge einer solchen sonderbaren Laune der Natur zu sein, aber darnach, was ich heute gesehen habe, ist eine halbe Mile die geringste Entfernung, in die ich zu gehen wage. Die Wolke schien sich glattweg über die Stadt schwingen zu wollen, sie bewegte sich jedoch, während der Wind direct aus Nord blies, nach Südwest und liess gerade die Stadt beiseite. Wir verfolgten sie auf Miles hinaus auf ihrem Wege der Zerstörung und fragten uns mit Verwunderung, woher sie die grosse Kraft gewinne und wohin ihre Wuth komme. Es war ein sehr schöner Anblick, wenn man für einen Augenblick das Furchtbare vergessen konnte. Ich glaube nicht, dass ich Ihnen zu einer Vorstellung der Erscheinung verhelfen kann. Ich weiss nur, dass Jemand, der die Annäherung des Tornado bemerkt, mehr als genug Zeit hat, ihm aus dem Wege zu gehen, wenn er Geistesgegenwart besitzt. Das grosse Unglück besteht darin, dass in solchen Zeiten die Leute unfähig sind zu denken. Zwei Miles von hier war ein Mann so vorsichtig gewesen, eine Cyklonenhöhle zu graben. Seine Frau sah die Annäherung der Wolke und hatte übermässig Zeit, die Grube zu erreichen, aber anstatt dessen versuchte sie die Thür gegen den Sturm zu halten. Das Haus und Alles, was darin war, wurde in Stücke gerissen und verbogen. Die Frau wurde hundert Yards weit geschleppt und ziemlich schwer verletzt. Während des

Durchganges des Tornado blies hier kein Wind und nur unmittelbar an der Bahn des Sturmes gab es eine ungewöhnlich heftige Störung der Luft. Der umgekehrte Kegel, der von der Wolke herabhing, schien nicht in sehr erregter Bewegung zu sein, obgleich in seiner Mitte eine hellere Säule zu sehen war, welche zu kochen und zu sieden schien. Als der Tornado über den Fluss ging, glaubte man, das Wasser sei gänzlich aus dem Bette bis zu einer Höhe von über 100 Fuss hinaufgezogen. Als er die Prairie verwüstete, wurde Alles, was in seiner Bahn war, in den gefrässigen Wirbel hineingezogen. Bauhölzer waren wie Papierfetzen, die von einem leichten Sommerwind aufgewirbelt werden. Selbst Eisenstangen wurden entzwei gebrochen. Käme so ein Stormkönig in tiefer Nacht, so wäre er gar schrecklich. Er muss nothwendig Alles mitnehmen, was er berührt. Er käme ohne jede Warnung, denn ich hörte diesmal nichts von jenem „leise grollenden Geräusch“, welches, wie man sagt, den Tornado immer begleitet. Es gab weder einen Windstoss, noch einen Regenschauer als Ankündigung der Gefahr. Die Hitze des Tages hatte die Störung der Luft verursacht und der Zufall allein bestimmte den Platz, wo der Sturm begann. Man sah die Wolke, nachdem sie hier vorübergezogen war, sich theilen und zu einer Zeit waren nicht weniger als fünf dieser sonderbar gestalteten Wolken in Sicht. Diese konnten sich zeitweilig vereinigen und sich wieder trennen, um sich neuerdings zu vereinigen. Zur Zeit, wo ich

dies schreibe, kennen wir die Ausdehnung des Sturmes nicht, aber wir wissen, dass er überall, wo er anstieß, mehr oder weniger Schaden angerichtet hat. Ich glaube, es hat nie eine bessere Gelegenheit gegeben, die Entstehung und das Fortschreiten eines Tornado zu beobachten, als ich sie heute hatte, und es wird sich vielleicht keine so gute darbieten während eines Menschenlebens. Ein vollkommener Sommertag, nicht der geringste Dunst; die Luft von einem leichten kühlenden Zephyr durchfurcht; die weite Prairie, in die wir auf Meilen hinausblicken konnten, ohne den geringsten Gegenstand, der die Aussicht verdeckte. Es thut mir leid, im Interesse der Wissenschaft, dass nicht Photographie der Erscheinung in den verschiedenen Stadien ihres Entstehens aufgenommen worden. Obgleich die Rotationsbewegung so rapid war, blieb doch die fortschreitende Bewegung ganz langsam, noch etwas über die Zeit hinaus, wie sie hier vorbeikam. Nachher legte der Sturm 20 bis 30 Miles per Stunde zurück. Ich wünschte die wilde und wunderbare Scenerie beschreiben zu können: die seltsame Wolkenform; die zwei Kegel mit vereinigten Scheiteln; den Trichter, in dessen Mitte es kochte, was man für die schrecklichen Trümmer der Erdoberfläche halten konnte, die in der Sturmbahn lag; Gebäude und Bauhölzer Spielzeugen gleich. Und dann nur wenige Fuss von all dem ein heller Sommertag mit Sonnenschein und Vogelgezwitscher. Aber das ist ein Anblick, der sich nicht beschreiben lässt, man muss ihn gesehen haben, um ihn zu würdigen.“

Ich will nun noch ein Beispiel anführen, aus dem Sie die Schrecken und Verwüstungen dieser rasenden Wirbelstürme ersehen mögen. Der 29. und 30. Mai 1879 waren in einigen nordamerikanischen Staaten verhängnisvoll wegen ihrer furchtbaren Tornados. Ich entnehme die Beschreibung eines Theiles des Barnard Tornado Finley's Originalbericht über die Tornados dieser Tage. Dieser Wirbel zog verwüstend und Entsetzen verbreitend am 29. Mai durch eine beträchtliche Strecke des Staates Missouri.

„Gegen 3^h p. m. sah man zwei Wolken sich erheben, die eine in Nordwest, die andere in Südwest, von ganz verschiedener Form und Erscheinung. Die erste war dunkler, schwarz und breiter, von glatter Oberfläche, deren Schwärze heftigen Regen anzeigte; die zweite war leichter und bot den Anblick von Rauchsäulen, wie wenn sie aus einem gewaltigen Kamine aufstiegen; man erkannte die Annäherung eines heftigen Sturmwindes. Diese zwei Wolken näherten sich einander, bis gerade zwischen ihnen Rauchwolken aufzusteigen schienen. Es herrschte starker Südwind und die Hitze war erdrückend. In wenigen Minuten zeigte sich genau an dem Platze, wo die Rauchsäule vorher erschien, die charakteristische trichterförmige Tornadowolke, der Wind ging in Südwest über und das Entsetzen erregende Geräusch des Tornados war deutlich zu hören. Der Trichter war zweifellos schon ausgebildet, ehe man ihn sah. Als man die Rauchsäule aufsteigen sah, war dies zweifellos eine

Wirkung der rollenden und wirbelnden Bewegung des oberen Theiles des Trichters. Als die Entfernung der Wolke etwa noch eine halbe englische Meile betrug, konnte man deutlich alle Arten Trümmer in der schreckenerregendsten Weise darin herumfliegen sehen, ein Anblick, welcher die ängstlichen Zuschauer fast erstarren machte. Das Haus M. Turner's erreichte der Trichter zwischen 4 und 5^h p. m., und im Augenblicke, als der Südwestwind dasselbe traf, war die Erschütterung und der Knall, wie wenn in der Nähe des Gebäudes eine gewaltige Kanone abgeschossen würde. Während der Verwüstung, welche fast in einem Augenblicke erfolgte, war das Gebäude und Alles ringsum in so schwarze wirbelnde Rauchmassen gehüllt, dass man sie ‚mit einem Messer hätte schneiden können‘. Das Brausen des Sturmes war so betäubend und jedes andere Geräusch übertönend, dass man nicht einmal weder das Zusammenbrechen des Hauses, noch den Fall eines im Süden des Blockhauses, wo die Familie M. Turner's geflüchtet war, befindlichen grossen Baumes hörte. In diesem Blockhause kauerten aber die armen Leute in ängstlicher Erwartung ihres schrecklichen Geschickes. Mr. Turner sagt: ‚Keine Feder kann angenähert die Schreckensscene und das unbeschreibliche Entsetzen zugleich mit der völligen Vernichtung unserer körperlichen Kräfte schildern während der kurzen Dauer des Vorüberganges des Sturmes, die uns eine Ewigkeit schien.‘ Auf seiner weiteren Bahn erfasste der Tornado einen Knecht, der

auf der Flucht (Fig. 1) an der Ostseite eines Hauses
heraustret, und trug den 160 Pfund schweren Mann

Fig. 1.

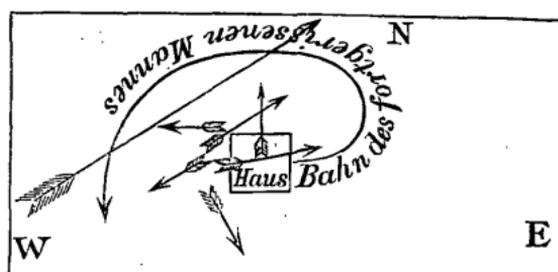
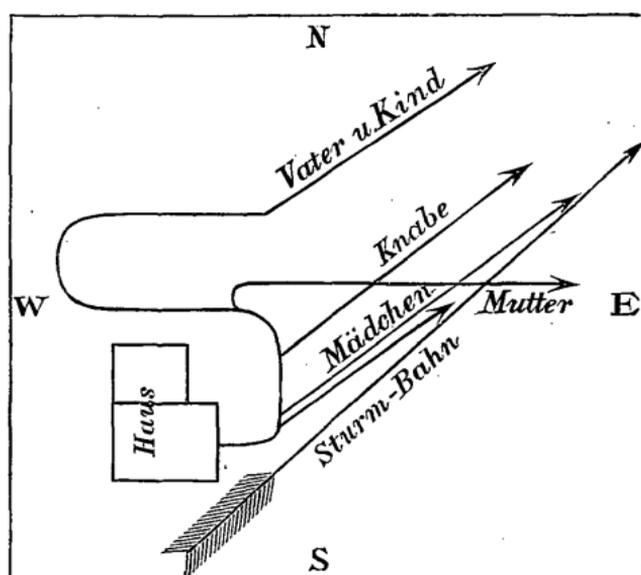


Fig. 2.



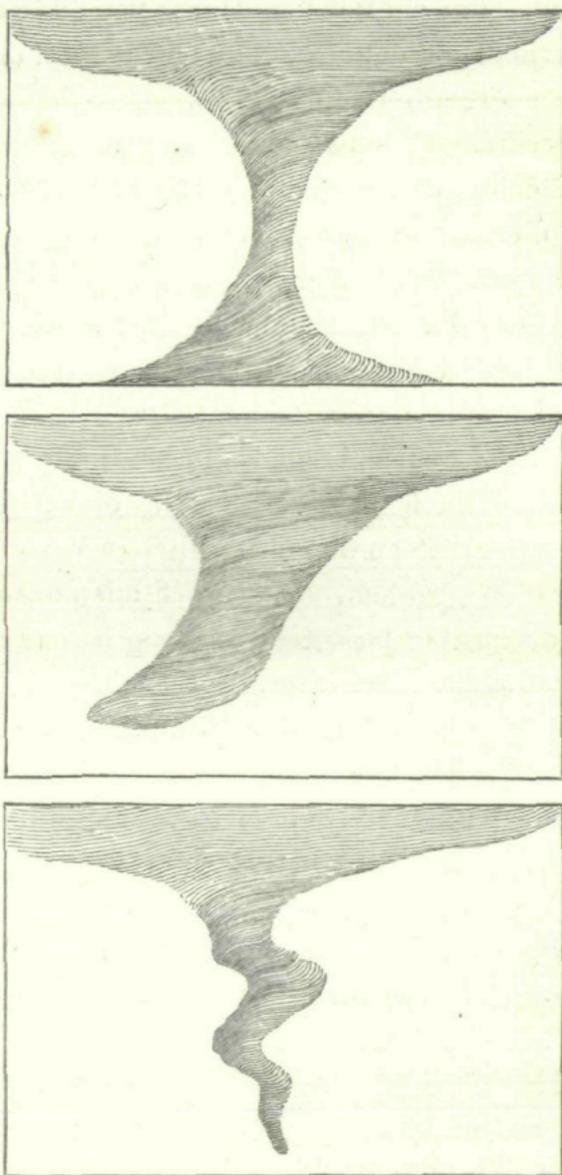
rings um das Haus über Nord nach Südwest 125 Yards
weit, wo er ihn dann zwar unverletzt, aber ordentlich
schwindelig fallen liess. Schlechter erging es einer

anderen fliehenden Familie am selben Tage, die vom Lee Summit-Tornado ergriffen wurde. Das Centrum des Tornados ging südlich vom Hause von Südwest gegen Südost vorüber. (Fig. 2.) Sie Alle wurden auf der Flucht vom Hause ergriffen und weit weggeschleudert. Das zuerst ergriffene Mädchen wurde todt aufgefunden, das zweite Mädchen und der Knabe wurden nicht ernstlich verletzt, die Mutter war an einen Baum geschleudert und blieb todt. Der Vater mit dem kleinen Kinde auf dem Arme, der schon in Sicherheit war, wurde verwirrt, verliess die rechte Bahn gegen Westen, kehrte um gegen Osten und wurde nun mitsammt dem Kinde mehrere hundert Yards weit getragen und beide blieben todt.“

Haben Ihnen diese Beispiele einen genügend deutlichen Begriff von den entsetzlichen Verwüstungen eines Tornado gegeben, so ist doch aus denselben der Tornado als meteorologische Erscheinung nicht erschöpfend gekennzeichnet. Es erübrigt mir daher, den allgemeinen Verlauf der Bildung und des Zuges eines Tornados genau darzustellen.

Die Vorbedingung für die Entstehung eines Tornado ist warmes, wenn nicht heisses Wetter. Meist gehen mehrere Tage solchen Wetters mit Windstille voraus. Nähert sich dann von der einen Seite ein kalter Luftstrom, besonders wenn er durch Gebirgszüge gezwungen ist, über der warmen Luft eines ausgedehnten Flachlandes hinzufliessen, so ist der Ausbruch von Tornados mehr als wahrscheinlich. Zuerst sieht man dann eine dichte Wolke entstehen, die sich allmählig

Fig. 3.



trichterförmig zur Erde senkt (Figur 3). In diesem Trichter sieht man es wirbeln und bald bemerkt man, dass er die auf der Erde befindliche Luft in seine Kreise zieht; es hebt sich dann von der Erde ein umgekehrter Trichter, ein Kegel, und vereinigt sich mit dem von der Wolke sich herabsenkenden und nun tobt der Tornado in seiner ganzen Wuth. Die wirbelnde Bewegung wird bis zur rasendsten Geschwindigkeit gesteigert und gleichzeitig schreitet der ganze Wirbel über das Land hin. Die drehende Bewegung des Wirbels erreicht nur zu oft eine Geschwindigkeit, zu welcher kein anderer Sturm sich erhebt; die fortschreitende Geschwindigkeit des ganzen Tornado ist bald langsam, bald schnell, zwischen 8 und 120 Kilometer, im Mittel etwa 30 Kilometer per Stunde. Beim Herannahen des Phänomens hört man ein Tosen und Brausen beängstigender Art. Alles, was die drehende Bewegung erfasst, wird zerstört oder mitgerissen. Häuser von noch so fester Construction werden im Centrum eines Tornado demolirt, in der nächsten Nähe des Centrums auf ihren Fundamenten als Ganzes verschoben und gedreht. Die schwersten Gegenstände, wie Fichtenbäume, Scheunenthore, fliegen wie Buschwerk und Schindeln in der Höhe des Wirbels. Kommt das Centrum gerade über ein Haus weg, so entsteht im letzteren eine geradezu fürchterliche Explosion, in Folge der die Fenster und Thüren nach auswärts bersten und gar oft die Mauern selbst nach Aussen geworfen werden.

Der Durchmesser eines solchen Tornado ist meist nicht 1 Kilometer und die Länge seiner Bahn erreicht kaum je ein paar hundert Kilometer. Während die ganze Länge der Bahn eines Tornado etwa auf Kilometerbreite alle Arten von Zerstörung und Verwüstung aufweist, fühlt man in nächster Nähe davon nichts mehr von der vernichtenden Wuth des Sturmes, ja nicht einmal ein nennenswerther Wind ist bemerkbar. Meistens sind Tornados von Gewittern und Hagel oder heftigen Regen gefolgt, aber durchaus nicht immer. Ist der Tornado selbst mit Elektrizität geladen, so wird der Anblick desselben durch die unheimliche Helligkeit und Gluth, die ihn zu durchdringen scheint, noch entsetzlicher. Sie ersehen hieraus, dass ein Tornado eine heftig gesteigerte Trombe unserer Gegenden ist. Ich habe das Hauptgewicht der Schilderung auf die Tornados gelegt, weil sie viel häufiger und besonders viel verwüstender auftreten und in Folge dessen besser beobachtet und untersucht werden als unsere mehr oder weniger harmlosen Tromben. Ich kann jedoch nicht umhin, zu erwähnen, dass auch in Europa unter besonders günstigen Verhältnissen Tromben sich ausbilden, die in Bezug auf ihre Heftigkeit und Verwüstung recht wohl ihren amerikanischen Vettern, den Tornados, vergleichbar sind. Dergleichen wurden in letzter Zeit mehrmals in Norwegen beobachtet.

Habe ich Sie so mit den Erscheinungen der Tromben und Tornados im Allgemeinen und im Besonderen mit ihren schrecklichen Verwüstungen

bekannt gemacht, so will ich jetzt zur Erklärung dieser ganz räthselhaften Phänomene vorzugehen suchen.

Schon als Knabe erinnere ich mich, an schönen sonnigen Sommertagen mit grossem Vergnügen dem Spiele der kleinen Staubwirbel auf den Strassen zugehört zu haben. Sie haben dieselben wohl auch schon oft beobachtet, waren sich aber gewiss ebensowenig wie ich seinerzeit bewusst, in den dahinhuschenden Koboldchen im Wesentlichen Tornados zu beobachten, die Sie wohl oft mit Ihrem Stocke vertrieben oder vielmehr vernichteten. Zuweilen wachsen die Zwerge unter den Tornados etwas grösser und bilden manns-, ja haushohe Staubwirbel. Ist diese Erscheinung schon seltener und auch eindrucksvoller, so sind dergleichen kleine Sandhosen doch noch immer harmlos und man kann sich mit ihnen manchen Spass erlauben. Zuweilen versuchen sie es wohl, mit etwas bedrohlicher Miene aufzutreten, man sieht ihnen aber recht bald ihre kraftlose Aufgeblasenheit an. Eine sehr nette Beschreibung solch kleiner Tromben bei Bonn theilte Budde 1883 in der „Oesterreichischen meteorologischen Zeitschrift“ mit:

„Im Jahre 1872 ging ich über den Venusberg bei Bonn, ein Plateau, welches etwa 60 Meter über dem Rheinthal liegt und an der uns interessirenden Stelle sehr nahe horizontal ist. Die Temperatur war für die Jahreszeit hoch (ich schätzte sie auf etwas über 20 Grad C.), die Luft beinahe bewegungslos, der Himmel leicht verschleiert. Wenige Schritte von mei-

nem Wege entfernt ertönte plötzlich ein schnarchendes Geräusch. Gerade als ich mich anschickte, ihm nachzugehen, erklang unmittelbar vor mir ein ganz ähnlicher Ton und wurde schnell so laut, dass er wohl auf 100 Meter Entfernung deutlich vernehmbar gewesen sein würde. Er kam vom Boden her, und zugleich trat dort eine stark wirbelnde, aber auf einen engen Raum beschränkte Bewegung auf: es sah ganz so aus, als ob in einem Kreise von etwa 25 Centimeter Durchmesser eine unsichtbare Zunge am Boden umherleckte; die leichte Staubdecke des Weges wurde aufwärts gefegt, und wenn eine heftigere Luftbewegung den Boden vollständig kahl scheuerte, ertönte jedesmal ein lauter schnarchender Schall. Unmittelbar nachdem der centrale Wirbel so begonnen hatte, seine Thätigkeit an der Erdoberfläche fühlbar zu machen, fingen Staub und welke Blätter in einem Umkreise von etwa 0·5 Meter Radius an, sich im Kreise um das Centrum zu drehen, hoben sich in die Luft, wurden erst langsamer, dann schneller nach der Mitte des Wirbels gezogen und stiegen dort, eine unregelmässige Säule bildend, in die Höhe. Etwa 20 Centimeter über dem Boden lag die engste Stelle dieser Säule, die ich auf $\frac{1}{3}$ Meter Durchmesser schätzte, nach oben erweiterte sie sich wieder, aber nicht stark. Das Phänomen dauerte kaum eine Minute, bis ich es (s. unten) unterbrach, und bewegte sich während dieser Zeit in einer unregelmässigen Bahn, so langsam, dass ich ihm gehend folgen konnte, vor mir her. Es verliess bald den

gebahnten Weg, auf dem es sich zuerst gezeigt hatte, und kam dadurch an eine freie Stelle, wo zahlreiche welke Blätter lagen; diese wurden emporgerissen, und nach einer Zeit, die ich auf $\frac{1}{3}$ Minute schätze, hatte ich schon eine stattliche Blättersäule von reichlich 50 Meter Höhe vor mir, deren Durchmesser in der Höhe von 4 bis 5 Meter betragen mochte. Beim Fortschreiten blieb indessen die Trombe nicht in kontinuierlicher Berührung mit dem Boden, sondern hob sich drei- bis viermal auf meterlange Strecken von der Erde ab; das untere Ende der Blättersäule stieg dabei um $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Meter in die Höhe und bewegte sich, wie vorher, in horizontaler Richtung langsam weiter. Der Fuss des Wirbels stieg dann, unsichtbar wegen mangelnder Blätter, wieder abwärts, berührte den Boden aufs Neue und frische Blätter wurden in seinen Bereich gezogen. Nimmt man an, die Wirbelbewegung habe, um unsichtbar herabzusteigen, etwa ebensoviel Zeit gebraucht, wie sie verwendete, um mit Blättern beladen emporzugehen, so würde sie sich nach dem Obigen um etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ Meter vom Boden entfernt haben.

Ich versuchte nun, die Trombe zu unterbrechen; da ich nichts Anderes zur Hand hatte, zog ich meinen Rock aus, spannte ihn rasch zwischen den Händen und hielt ihn in Schulterhöhe mitten in den Blätterwirbel hinein. Ich selbst verspürte an dem Hinderniss keine besondere Kraftentwicklung; der Wirbel unterhalb des Rockes hörte aber nach wenigen Drehungen

auf zu existiren; oberhalb dagegen stieg die vorhandene Blättersäule weiter. Sie erhob sich wirbelnd immer höher, und ich verlor die Blätter in einer Höhe von mehreren hundert Metern aus dem Gesicht, wo sie von einem leisen Winde nach Südost getrieben wurden. Am Boden war das Aufhören der Trombe endgiltig; sie hat die Erde nicht wieder berührt.

Ich hatte inzwischen den Wirbel, dessen Schnarchen im Eingang erwähnt wurde, ausser Beachtung gelassen, sah aber jetzt über dem Orte, wo ich ihn gehört, eine Blättersäule stehen, die sich, ganz wie die oben näher beschriebene, in grosser Höhe verlor. Den Boden berührte auch er nicht mehr, nachdem ich ihm meine Aufmerksamkeit zuwenden konnte. Ich wartete und sah binnen 10 Minuten noch zwei weitere Blätterwirbel in meiner Nähe aufsteigen; sie dauerten aber weniger lange, und ich konnte ihnen nicht unmittelbar nahe kommen.“

Bedeutend bedenklicher werden diese Sandwirbel oder Sandhosen in der Wüste, sie erreichen dort zuweilen eine für reisende Karawanen verhängnissvolle Grösse und Stärke.

Doch ich wollte Ihnen ja die Erklärung der Entstehung und des Verlaufes der Tromben geben. Ich glaube durch Zurückführung Ihrer vielleicht zu erregten Vorstellungen über die amerikanischen Tornados auf einfache Staubwirbel in der That schon eine Art Erklärung gegeben zu haben: Tromben und Tornados sind im Wesentlichen das Gleiche wie Staubwirbel.

Wissen wir auch durch diese Erkenntniss nicht zur Erklärung der Entstehung und des Wesens dieser Wirbel überhaupt vorzudringen, so ist es immerhin eine Beruhigung, die fürchterlichen Drehstürme, deren Erscheinung absolut räthselhaft blieb, auf einfachere Fälle kleiner Sandwirbel zurückgeführt zu haben, indem wir so hoffen können, leichter einen Einblick in das Wesen der Erscheinung zu erlangen.

Leider kann ich Ihnen diesen tiefern Einblick in das Wesen der Tromben und Tornados nur durch eine Hypothese verschaffen, aber durch eine ebenso der objectiven Wirklichkeit Rechnung tragende als auf gründlichere Kenntniss und Auffassung der Gesetze der Luftbewegungen beruhende; ich nenne sie die Ferrel'sche Hypothese, da sie in ihren Hauptzügen und wichtigsten Details von dem berühmten amerikanischen Meteorologen Ferrel aufgestellt worden ist.

Ueber die Vorbedingungen eines Tornado, einer Trombe oder eines Staubwirbels entscheidet die Beobachtung. Ganz regelmässig erscheinen diese Gäste nur bei andauernder Wärme. Es ist daher eine Vorbedingung für ihr Entstehen, dass entweder durch die Kraft der Sonnenstrahlen die Erde und die untere Luft sehr stark erwärmt werden, oder dass ein warmer Wind einestheils die Wärme zuführe und dabei andernteils von den Sonnenstrahlen bei der Erwärmung unterstützt wird.

Sehen Sie sich nun die Staubwirbel der Strasse und speciell die oben von Budde beschriebenen an.

Ihre Entstehung verdanken sie stets der Erwärmung der Strasse durch die Sonne. Es gehört nun aber noch eine zweite Bedingung dazu, damit sich ein Staubwirbel oder eine Trombe entwickeln könne: es muss die untere Luft so stark erwärmt sein, dass, wenn sie keinem Zwange unterworfen ist, sie mit einem Male in eine höhere Luftschichte aufsteigen würde. Es ist nämlich ein unnatürlicher Zwang, der einer stark erwärmten Luftschichte auferlegt wird, wenn sie verhindert wird, in die Höhe zu steigen, da sie durch die Erwärmung specifisch leichter wird und daher bis zu einer solchen Stelle in der Atmosphäre aufsteigen will, wo ebenso leichte Luft sich in Folge der natürlichen Lagerung der Luftschichten befindet. Ist eine Luftmasse eine Zeit lang diesem Zwange unterworfen, so kann die Situation so recht im eigentlichen Sinne für gespannt erklärt werden. Findet dann endlich an einer Stelle die untere stark erhitzte Luft einen Ausweg nach oben, so strömt plötzlich die ganze überhitzte Luftmasse von allen Seiten dieser Stelle zu und entweicht nach oben. Bei diesem Einströmen von allen Seiten muss sich nun eine wirbelnde Bewegung bilden und hiemit ist im Wesentlichen die Trombe hergestellt.

Denken Sie sich nun auf einer von den Sonnenstrahlen stark erhitzten Strasse eine Stelle, wo die unterste stark erhitzte Luftschichte eine Zeitlang am Aufsteigen verhindert wird, so wird im Augenblicke, wo sie einen Ausweg nach oben findet, ein Staubwirbel ent-

stehen. Seine Grösse und Dauer hängt offenbar von der Dicke der überhitzten Luftschichte und von der horizontalen Ausdehnung derselben ab. Ist die Dicke und Ausdehnung dieser Luftschichte gering, so wird ein kleiner, kurzdauernder Strassenwirbel entstehen, ist die Ausdehnung und Schichtendicke grösser, so werden Sandwirbel grösserer Art, etwa wie die von Budde beschriebenen, sich bilden, bei noch beträchtlicherer horizontaler und verticaler Grösse dieser Schichte werden sich Sandhosen und Wüstenwirbel entwickeln. Immer kann die Erscheinung nur so mächtig sein, als die überhitzte Luftmasse es gestattet, und nur so lange dauern, bis diese ganze Luftmasse in jene Höhe aufgestiegen, wo sie vermöge der natürlichen Schichtung der Luft hingehört, denn da ist sie dann im Gleichgewichte und hat keinen Grund mehr weiter aufzusteigen.

Die Kraft und Gewalt eines solchen Wirbels hängt davon ab, wie gross die Höhe ist, in welcher die überhitzte Luft aufsteigen muss, um ins Gleichgewicht zu kommen. Stellen Sie sich vor, dass an der Stelle, wo sich ein Ausweg für diese Luft nach oben gefunden, die letztere mit einem Rucke in eine bestimmte Höhe versetzt würde; es entsteht da, wo die Luft weggenommen, ein luftverdünnter Raum, der um so weniger rasch gefüllt werden kann, je höher die Luft entführt worden, die früher dort sich befand, und da die nachströmende gleich warme Luft mit gleicher Gewalt bis in dieselbe Höhe aufzusteigen trachtet, so sehen Sie

leicht ein, dass von der Grösse dieser Höhe, wo die Luft dann wieder ihre Ruhe findet, die Gewalt abhängt, mit welcher die untere Luft zuströmt.

Ver mehrt wird diese Gewalt noch durch die rotirende Bewegung des Wirbels. Indem die Luft gezwungen wird, in einer Spirale dem Centrum zuzufliessen, erhält sie in Folge dieser Kreisbahn eine um so stärkere Fliehkraft nach aussen, je rascher die wirbelnde Bewegung ist. Dadurch aber wird im Centrum eine noch stärkere Luftverdünnung erzeugt, und die schliesslich da hinein stürzende Luft wird mit um so grösserer Gewalt in die Höhe gerissen.

Die kleinen Staub- und Sandwirbel, die Sandhosen und auch noch die Wüstenwirbel finden auf diese Weise wohl ihre genügende Erklärung. Um für die Tromben und Tornados, auch die heftigsten, einen voll und ganz genügenden Grund zu finden, müssen wir zunächst unsere Betrachtung ausdehnen auf den Fall feuchtwarmer Luft.

Wenn trockene Luft in die Höhe steigt, so kühlt sie sich für je 100 Meter, die sie sich erhebt, um 1 Grad C. ab; steigt feuchte, mit Wasserdampf gesättigte Luft in die Höhe, so kühlt sie sich erst nach einer Erhebung von 200 Meter um 1 Grad C. ab. Die Höhe, bis zu welcher warme feuchte Luft aufsteigen muss, um zur Ruhe zu kommen, ist also gerade doppelt so gross als die für trockene warme Luft; und da von dieser Höhe, wie oben bemerkt, die Gewalt des Tornado oder der Trombe grossentheils abhängt, so ist es einleuchtend,

dass zur Entstehung der gewaltigen Wirbel, die wir oben kennen lernten, feuchte Luft nöthig ist. Uebrigens zeigt die Wolkenbildung, die dabei auftritt, dass die aufsteigende Luft sehr feucht ist; denn diese Wolken entstehen durch die Condensation der Wasserdämpfe, welche die aufsteigende Luft in die Höhe führt. Hier sei auch bemerkt, dass das scheinbare Niedersinken des Trichters aus der Tornadowolke nur davon herkommt, dass die im aufsteigenden Luftstrome sich condensirenden Wassertröpfchen an immer tieferen Stellen sich bilden müssen.

Ferrel hat aber noch eine zweite Bemerkung gemacht, welche nicht nur zur Erklärung der Tornados, sondern auch der Cyklonen von höchster Wichtigkeit ist. Ferrel glaubt nämlich nicht, dass jemals auf einem so ausgedehnten Gebiete, wie es zur Bildung der heftigen Tornados von grösserer Lebensdauer nothwendig ist, durch Sonnenstrahlung allein ein solcher unnatürlicher Zustand in der Lagerung der Luftschichten eintreten könne, der die Vorbedingung der ganzen Erscheinung ist. Er meint deshalb annehmen zu müssen, dass dabei diese Vorbedingung hauptsächlich dadurch mitgeschaffen wird, dass ein warmer Luftstrom gezwungen ist, unter einem kalten, vielleicht in entgegengesetzter Richtung, hinzuziessen. Die Thatsachen haben auch erwiesen, dass dies der Fall ist. Besonders günstig gelegen für das Eintreten dieser Bedingung sind jene Gegenden, welche gegen ein warmes Meer hin eine weite offene Ebene dar-

bieten, während den kalten, von der entgegengesetzten Seite kommenden Luftströmen ein hoher Wall von Gebirgen den unmittelbaren Zutritt zur Ebene wehrt. Da wird nun der Fall häufig eintreten, dass der feuchte warme Luftstrom vom Meere herein die Ebene überfluthet und von den Sonnenstrahlen zu noch grösserer Wärme erhitzt wird, während oben über den Gebirgskamm her ein kalter Luftstrom sich darüber lagert. Die Ausgleichung dieser unnatürlichen Lage geht unter dem Schrecken und dem Toben von Tornados vor sich. Die weite amerikanische Ebene im Osten des Felsengebirges ist denn auch die eigentliche Heimat der Tornados.

Wir haben bei der Erklärung der Entstehung und Entwicklung der Tornados auf die Elektrizität gar nicht einmal hingedeutet. Ich glaube aber, dass dies nicht mehr als billig ist. Eine Wirbelbewegung ist eine dynamische Erscheinung in der Luft, sie gehört zur Mechanik der Luft und so lange man mit den Principien der Mechanik der Luft ausreicht sie zu erklären, braucht man nicht zur Elektrizität seine Zuflucht zu nehmen. Wir halten daher alle Erklärungsversuche der Tromben und Tornados, welche auf die Elektrizität der Luft ihre Begründung aufbauen, für gänzlich verfehlt. Es ist ja wahr, dass bei Tornados elektrische Erscheinungen auftreten, aber erstens nicht immer und zweitens stärker, ja fast ausschliesslich im Rücken des Tornado. Die elektrischen Erscheinungen sind eine Folgewirkung des Tornado und nicht

seine Ursache. Im Tornado selbst, d. h. im Wirbel fällt auch nie ein Tropfen Regen, was ja selbstverständlich, da nicht nur Regentropfen darin aufwärts gerissen, werden, sondern ganze Bäume und Eisenstangen. Hinter dem Tornado entladet sich aber öfters (nicht immer) ein Gewitter mit heftigem Regen.

Das Getöse, der unheimliche Lärm und die Explosion, die man im Tornado vernimmt, erklären sich auch auf mechanische Weise. Denken Sie an die schnarchenden Töne, die Budde beim Entstehen der kleinen Staubwirbel vernahm. So oft die Luft in einen luftverdünnten Raum mit Gewalt einströmt, gibt es ein Getöse, dessen Heftigkeit freilich recht verschieden ist, je nach der Verdünnung des Raumes; bei Tornados jedenfalls unvergleichlich heftiger als das Schnarchen der kleinen Staubwirbel. Ebenso muss die Reibung der Luft, die in unerhörter Sturmgeschwindigkeit rotirt, besonders an den Balken, Bäumen und grossen Trümmern, die in der Höhe des Wirbels mitgerissen werden, ein durchdringendes, weithin hörbares unheimliches Brausen hervorrufen. Endlich ist es leicht verständlich, dass wenn das Centrum des Wirbels, das ja einen sehr luftverdünnten Raum darstellt, über einem Hause hinzieht, die im Hause eingeschlossene Luft mit solcher Gewalt aspirirt wird, dass eine heftige Explosion erfolgt, bei welcher Fenster und Thüren und häufig auch Mauern nach auswärts geworfen werden.

Es erübrigt nur mehr die Erklärung der fortschreitenden Bewegung der Tornados, Tromben und

Trömbchen. Ferrel meint, dass diese daher rühre, dass die obere Luftströmung einfach den ganzen Wirbel mit sich weiter führe, woraus das Vorgeeignetsein des oberen Wirbeltheiles der Tromben und Tornados auch erklärlich wäre.

Man hat öfters versucht, besonders bei der fortschreitenden Bewegung der Cyklonen, bessere Erklärungen zu geben, es ist aber meiner Ansicht nach noch nicht gelungen. Jedenfalls ist die Ferrel'sche Ansicht insoweit richtig, dass sie eine Theilursache dieses Fortschreitens angibt.

Und nun schliesse ich. Ich habe Ihnen wieder an einem Beispiele gezeigt, wie die Natur zur Hervorbringung der grossartigsten Phänomene sich so einfacher Mittel bedient wie beim Spiele lieblicher Erscheinungen. Sie haben gesehen, dass im Wesentlichen die kleinen Staubwirbel auf der Strasse, die uns zum Scherze geschaffen scheinen, gleicher Natur sind wie der Schrecken und Verwüstung verbreitende Tornado, der uns an Hab und Gut, ja selbst am Leben bedroht. In allen Formen, als Staubwirbel, Sandhose, Wasserhose, Trombe und Tornado, ja selbst in der grossen Cyklone erkennen wir immer das gleiche Walten eines einfachen Naturgesetzes.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Pernter Josef Maria

Artikel/Article: [Tromben und Tornados. 521-550](#)