

Ueber zwei Wirbelstürme

Autor(en): **Hess, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **4 (1879)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594008>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ueber zwei Wirbelstürme

vom 23. bis zum 28. Februar 1879, nebst Bemerkungen über die
Entwicklung und den heutigen Stand der Meteorologie.

Von Prof. *Cl. Hess* in Frauenfeld.

Die Meteorologie ist diejenige Wissenschaft, welche mit den Interessen der Menschheit von allen Disziplinen am engsten verbunden ist. Der Einfluss des Zustandes der Atmosphäre und seiner Veränderungen auf das körperliche Wohlbefinden der Menschen und Thiere, auf die Entwicklung der Pflanzenwelt, die grosse Bedeutung, welche dieselbe für die Schifffahrt und die Existenz vieler Verkehrsmittel des Festlandes hat, die unzähligen Veränderungen der Erdoberfläche, welche durch sie verursacht werden, berechtigen unstreitig zu der Behauptung, dass sie derjenige Theil der Physik ist, auf welchen die Menschheit zuerst ihr Augenmerk gewendet hatte. Die ältesten Völker schrieben die grössten und einflussreichsten atmosphärischen Vorgänge mächtigen Gottheiten zu; aber schon die Griechen und Römer suchten nach Erklärungen der Erscheinungen und den Ursachen derselben, d. h. sie versuchten die Meteorologie wissenschaftlich zu betreiben; denn schon Aristoteles lehrte, dass die Luft schwer sei. Doch konnten natürlich die Fortschritte noch keine bedeutenden sein, weil es einerseits an den

nöthigen physikalischen Vorkenntnissen, andererseits an Instrumenten fehlte, die zu einer guten und zuverlässigen Beobachtung unbedingt erforderlich sind.

So lange letztere nicht vorhanden waren, musste auch diese Wissenschaft langsamer als jede andere vorwärts schreiten, was auch bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts, bis zu den epochemachenden Erfindungen des *Barometers* durch *Terricelli* im Jahre 1643, des *Thermometers* durch *Ferdinand II. von Toscana* anno 1640 und dessen Einrichtung zur wissenschaftlichen Brauchbarkeit durch *Fahrenheit* 1709, *Réaumur* 1730 und *Celsius* 1742, sowie durch die Einführung des *Hygrometers* in die Reihe der physikalischen Apparate durch *Saussure* 1775 wirklich der Fall war.

Aber auch jetzt noch wurde nur von einzelnen Männern und unabhängig voneinander, in ganz verschiedener Weise beobachtet; es mangelte an einem einheitlichen Plane, nach dem die Veränderungen der meteorologischen Elemente verfolgt und aufgezeichnet wurden, so dass der wissenschaftliche Anfang der Meteorologie eigentlich erst in die Zeit der Gründung der meteorologischen Societät (*Societas meteorologica palatina*) in Mannheim durch *Churfürst Karl Theodor von der Pfalz* zu verlegen ist; denn von der genannten Gesellschaft wurde gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts das erste meteorologische Netz geschaffen und über Deutschland, Frankreich Oesterreich und Russland ausgespannt. Die Beobachtungen wurden nun zu bestimmten Zeiten und nach gemeinsamen Vorschriften ausgeführt und in den *Ephemeriden* zusammengestellt.

So bedeutungsvoll die Einrichtung und die Existenz des obigen Institutes nur für die klimatische Erforschung des europäischen Gebietes war, so musste sie doch die

Ueberzeugung wachrufen, dass das Beobachtungsnetz eine vielfach grössere Ausdehnung annehmen müsse, wenn es zur Bestimmung der Mittelwerthe der meteorologischen Elemente für den ganzen Erdball, zur Erforschung der sich über mächtige Zonen der Erdoberfläche erstreckenden Störungen des Gleichgewichtes des Luftkreises und zur Vorausbestimmung des Wetters genügen sollte.

Es brauchte einen *Alexander von Humboldt*, um das Augenmerk einflussreicher und thatkräftiger Männer auf die Nothwendigkeit dieser Erweiterung zu leiten und nur seinen Bemühungen ist auch die Vermehrung der Stationen zunächst in England, Russland und Asien zu verdanken.

Schon vor 12 Jahren besass Preussen 60, Sachsen 24, Oesterreich 107, Württemberg 24, die Schweiz 80, Russland einige zwanzig und Amerika über 100 Stationen. Dadurch wurde die Möglichkeit geboten, mit grosser Wahrscheinlichkeit Witterungsveränderungen und Stürme vorauszusagen und mittelst des Telegraphes besonders die Hafenstädte, welche von den atmosphärischen Störungen zunächst betroffen werden, zu warnen und dadurch der Schifffahrt unennbaren Nutzen zu bringen. Dank diesen bedeutenden praktischen Erfolgen sind es heute nur noch wenige Länder der Erde, wo nicht systematisch meteorologische Beobachtungen gemacht werden.

Doch nicht nur in der Flächenausdehnung suchte man die Atmosphäre unter strenge Bewachung zu bringen, sondern man war und ist beständig noch bestrebt, so viel wie möglich in die höhern Regionen derselben einzudringen, im Bewusstsein, dass beständig thätige und gut ausgestattete Stationen auf freien Bergespitzen der Meteorologie von grossem Nutzen sind. Frankreich war der erste Staat, welcher der Wissenschaft in dieser Hinsicht einen Dienst leistete, indem es auf dem Puy-de-Dôme

bei Clermont-Ferrand und dem Pic du Midi Berg-observatorien errichtete; dann folgten die Schweiz mit dem Grossen St. Bernhard und Gotthard, Italien mit den Apenninen etc.

Man darf nach dieser Aufzählung der Bestandtheile des grossen Beobachtungsapparates wohl fragen, ob denn eigentlich der Nutzen den riesigen Anstrengungen, die zur Vervollkommnung des Apparates und der grossen Arbeit, die zur Handhabung desselben aufgewendet werden, einigermaßen entsprechen. Die Antwort wird sich in der Folge von selbst ergeben und auf keinen Fall ungünstig ausfallen.

Die Ausbeutung des Beobachtungsmaterials ist stets eine zweifache. Einerseits benutzt man dasselbe zur Vervollständigung der Kenntnisse über die Klimate der im Beobachtungsraysen gelegenen Gebiete, zur Ermittlung der Veränderungen der meteorologischen Elemente mit der Höhe über dem Meeresspiegel, der Beziehungen zu andern physikalischen Erscheinungen auf unserm und andern Weltkörpern, der Abhängigkeit von der Gestaltung des Festlandes und zum Ausbau der Theorie der Stürme.

Es würde den der Arbeit zugemessenen Raum zu stark beanspruchen, wollte ich die vielen Geistesprodukte erwähnen, die der Neuzeit ihre Entstehung verdanken und erinnere bloss an die Arbeiten eines Kämtz, Dove, Maury, Buys-Ballot, denen wir ausser guten Lehrbüchern über Meteorologie eine Reihe von Gesetzen über Temperatur, Luftdruck und Luftströmungen verdanken. Andererseits sucht man die Technik für die materiellen Opfer durch die praktische Witterungstelegraphie zu entschädigen. Mit der Geschwindigkeit der Gedanken werden durch den Draht die den Zustand der Atmosphäre kennzeichnenden Konstanten der wichtigsten Stationen der Zentralstation

des betreffenden Netzes mitgetheilt, dort kartographisch aufgetragen, die Veränderungen gegen den vorhergehenden Tag untersucht, daraus die muthmasslich entstehenden Veränderungen für die nächsten 24 Stunden abgeleitet und die Resultate wieder telegraphisch an die Observatorien zurück gesandt. Während die einzelne Beobachtung für sich keinen praktischen Werth hat, ist man durch die Gesammtheit derselben in den Stand gesetzt, dem Schiffer sowohl wie dem Landwirthe und dem Industriellen Anhaltspunkte zu bieten, nach denen er seine nächsten Verkehren anordnen kann.

Den Anfang zur Witterungstelegraphie machten die Amerikaner *Peddington* und *Espy*, indem sie sich telegraphisch die Witterungsverhältnisse einer bestimmten Zeit von mehreren weit voneinander entfernten Orten geben liessen und dieselben miteinander verglichen. Im Jahre 1855 wurde dieses Verfahren in Frankreich eingeführt, dann in Russland, Schweden, England, Belgien, Deutschland, Oesterreich, Italien und mit dem 1. Mai 1879 auch in der Schweiz, und zwar ziehen die Zentralobservatorien der einzelnen Staaten nicht nur das Gebiet ihres eigenen Staates in Betracht, sondern das ganze Beobachtungsgebiet; die Meteorologie wird international betrieben.

Die Zentralobservatorien vertreten in der Regel sehr grosse Gebiete; ihre Wetterprophezeiungen können daher bloss allgemeiner Natur sein, da sie die Konfiguration des Erdbodens kleiner Distrikte unberücksichtigt lassen. Um die ausserordentlichen Einflüsse von Gebirgszügen etc. in Betracht ziehen zu können, müssen die allgemeinen Prognosen noch den einzelnen Gegenden angepasst und dem allgemeinen Publikum mundgerecht gemacht werden.

In unserm Vaterlande fehlte es bisher an einer

speziellen Prognose für das Schweizergebiet oder einzelne Theile desselben, während die allgemeinen Umrisse einerseits den Witterungsberichten der deutschen Seewarte in Hamburg (Prognose für Süddeutschland), anderseits dem internationalen meteorologischen Bulletin des Pariser Observatoriums entnommen werden konnten.

Wir sind daher den Herren *Plantamour*, Professor an der Universität in Genf, *Forster*, Professor an der Universität in Bern und *R. Billwiler*, Chef der meteorologischen Zentralanstalt in Zürich, zu besonderem Danke verpflichtet, wenn sie es unternommen haben, selbst für einzelne Gebiete der Schweiz mittelst einer grössern Anzahl in- und ausländischer Depeschen Wetterprognosen aufzustellen und den einzelnen Gemeinden der betreffenden Zone telegraphisch zukommen zu lassen. Um das hierdurch innerhalb der Vaterlandsgrenzen geweckte Interesse für Meteorologie zu fördern, unternahm ich die Behandlung zweier seltener meteorologischer Vorgänge, nämlich der Wirbelstürme, welche vom 23. bis 28. Februar 1879 Europa von Süd nach Nord durchschritten.

I. Ueber die Depression vom 23. bis zum 25. Februar.

Während am 22. Februar l. J. auf dem ganzen europäischen Gebiete der Luftdruck ziemlich gleichmässig vertheilt war und in Folge dessen nur schwache Luftströmungen vorherrschten, trat mit dem folgenden Tage eine bedeutende Störung des atmosphärischen Gleichgewichtes ein. In der Nacht vom 22. auf den 23. stellte sich auf dem ganzen südlichen Europa ein bedeutendes Sinken des Barometers, auf dem adriatischen Meere und dem Gebiete der mittleren Donau eine erhebliche Er-

wärmung ein und am 23. Februar, Morgens 8 Uhr, lag über dem Golfe von Genua eine ausgeprägte Depression, deren Zentrum sich in unmittelbarer Nähe von Genua befinden musste. Die meteorologischen Observatorien der Umgebung verzeichneten zur genannten Stunde so tiefe Barometerstände, wie sie seit langer Zeit nicht mehr vorgekommen waren; Livorno notirte 733,4, Monaco 733,8, Nizza 734,6 mm. Barometerhöhe; doch schon Rom und Clermont hatten einen Luftdruck von 745 mm., Cette einen solchen von 744,1 und Triest 740,4 mm. Barometerstand. Die Druckzunahme war daher ringsum eine sehr beträchtliche; sie betrug in der Richtung von NW. nach SE. im Mittel 0,3 mm. und von SW. nach NE. 0,2 mm. pro geographische Meile (Gradient). In Folge dieser grossen Gradienten mussten intensive Luftströmungen von den Gegenden höhern nach denjenigen niedrigen Druckes obwalten.

Zur Gewinnung einer Uebersicht über die Luftdruck- und Windverhältnisse verweise ich auf Karte I.

Dieselbe enthält zwei Systeme von Kurven, Isobaren, wovon das eine schwarz, das andere roth ausgezogen ist; davon repräsentirt das schwarze System die Druckvertheilung am 23. Februar, 8 Uhr Morgens, mit dem *Minimum* in dem mit 23. 8^h m. bezeichneten Punkte (Genua), das rothe hingegen die Verhältnisse am Abend des gleichen Tages; das Depressionszentrum ist mit 23. 8^h a bezeichnet; für den 23. Nachmittags 2 Uhr ist bloss das Sturmzentrum und die niedrigste Isobare eingezeichnet. An den Orten, deren Beobachtungen zur Konstruktion der Karten verwendet wurden, finden sich je 2 Pfeile mit hinten angehängten, als Gefieder dienenden Strichen. Die Pfeile geben die Richtungen und Stärke der Winde an, wie sie zur Beobachtungszeit wehten,

wobei zu beachten ist, dass die Pfeile mit dem Winde fliegen und 1 Strich schwachen Wind, 4 Striche Sturm bedeuten; die schwarzen Pfeile gehören zu den schwarzen, die rothen zu den rothen Isobaren. Die Karte zeigt, dass auf der nördlichen Seite der Depression, welches auch zugleich die Nordseite der Alpen ist, fast durchweg mässige bis frische Winde wehten, während die Südseite allgemein von Sturm heimgesucht wurde; es erhellt daraus, dass in nördlicher Richtung die Alpen und in nordöstlicher und östlicher Richtung die Alpenninen die Strömungen von den genannten Seiten gegen das Zentrum beeinträchtigten. In Folge des spiralförmigen Zufließens der Luft gegen das Zentrum herrschten über Italien SW.- und an der Südküste Frankreichs NW.-Stürme. Die aus den südlichen Gegenden kommenden, wärmern Luftmassen besitzen hohen Wasserdampfgehalt, der natürlich um so grösser wird, je feuchter die von ihnen bestrichenen Regionen sind. Betrachten wir die Tafel IX. und speziell zunächst die mit Rom und Livorno überschriebenen Kurven, von denen die ganz ausgezogenen die Barometerstände, die gestrichelten die Temperaturen und die fein punktirten den Dunstdruck oder die Spannkraft des Wasserdampfes der Luft zu den darüber geschriebenen Zeitmomenten angeben, so finden wir, dass mit dem Sinken des Barometers ein Steigen der Temperatur und des Dunstdruckes verbunden ist und umgekehrt; man findet daher in allen Darstellungen, dass zur Zeit eines Luftdruck-Minimums ein Temperatur- und Dunstdruck-Maximum stattfand. Schneller als es auf freiem Terrain der Fall gewesen wäre, wurden diese mit Wasserdampf geschwängerten Luftmassen, durch Stauung an den Gebirgszügen in die Höhe getrieben, abgekühlt. Die nächste Folge hiervon war, dass Trübungen der Atmosphäre, bei weiterer Ab-

kühlung aber Niederschläge stattfinden mussten. Ich habe auch die vom 22. bis 23. gefallenen Niederschläge in die Karte I eingezeichnet und die Gebiete gleicher Niederschlagsmengen gleichartig schraffirt. Uebereinstimmend mit dem Gesagten findet man, dass gerade an den Ufern des Mittelmeeres und der Adria, längs den dort befindlichen Gebirgszügen, die grössten Niederschläge auftraten. Es fielen vom 22. auf den 23. in Nizza 40, Monaco 35, Rom 31, Triest 21, Florenz 10, Sicié 7, Marseille 5 und Lesina 4 mm. Regen, während auf der Nordseite der Alpen, wo grösstentheils nördliche und nordöstliche Winde herrschten, keine Kondensationen vorkamen.

Solche Zonen der Luftverdünnung, wie ich eine oben beschrieben und in Karte I graphisch dargestellt habe, sind auf beständiger Wanderung, und zwar bewegen sie sich auf dem europäischen Festlande in der Regel von Westen nach Osten, Nordosten oder Südosten. In dieser Hinsicht macht unser Beispiel eine Ausnahme, wesshalb ich es als einen seltenen atmosphärischen Vorgang bezeichnete; seine Bewegungsrichtung ist nämlich nahezu eine nördliche, die ihren Anfang im Süden Europa's genommen hat. Das Depressionszentrum überschritt am 23. Morgens von Genua aus in nordöstlicher Richtung zunächst die Apenninen, dann das Gebiet des Po und die Tyroler Alpen, so dass es sich Mittags 2 Uhr in der Nähe von Salzburg befand, seinen Marsch über Linz in's Böhmisches fortsetzte und Abends 8 Uhr zwischen Wien, Prag und Breslau auf der Südseite des Riesengebirges lag, nachdem es kurz zuvor eine geringe Wendung nach Norden gemacht hatte. Die Strecke (Genua-Königsgrätz) wurde in 12 Stunden zurückgelegt, was eine stündliche Geschwindigkeit von 81 Kilometer ergibt, d. i. 22,5 Meter

pro Sekunde, was der Geschwindigkeit der Luft bei einem Sturme (17—28 Meter) entspricht.

Die Bahn selbst ist durch die gekreuzelte Kurve der Karte III, die Luftdruck- und Windverhältnisse vom 23. Abends 8 Uhr durch die rothen Kurven und Pfeile der Karte I dargestellt.

Während der Nacht vom 23. 8 Uhr Abends bis zum 24. 8 Uhr Morgens durchschritt das Zentrum Schlesien und Posen und befand sich am 24. 8 Uhr Morgens ungefähr in der Mitte zwischen Berlin und Thorn. Seine mittlere Geschwindigkeit betrug daher 24 Kilometer pro Stunde oder 6,7 Meter pro Sekunde. Die Isobaren und Winde finden sich in der Karte II eingezeichnet (schwarz); erstere haben nahezu die Gestalt von Kreisen, was sich, nebenbei bemerkt, immer zeigte, wenn das Zentrum eine Wendung zu machen im Begriff war.

Verfolgen wir nun in Kürze die Aenderungen des Zustandes der Atmosphäre während der letzten 24 Stunden.

Was den Luftdruck anbelangt, so ist derselbe (vergl. Tafel IX, Rom, Livorno, München, Prag) im südlichen und westlichen Europa allgemein gestiegen, im Osten und Nordosten dagegen gefallen, während Temperatur und Feuchtigkeit die entgegengesetzten Bewegungen ausführten. Links der Bahn des Zentrums (siehe gekreuzelte Linie der Karte III) drehten sich die Winde allgemein der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzt, was in Karte III durch die gekrümmten Pfeile angedeutet ist und zwar meistens von NE. oder E. aus über NW. nach W. Die durchweg vom Meere herströmenden Luftmassen entledigten sich grösstentheils ihres Wasserdampfgehaltes, denn auf der ganzen linken Seite, von Bornholm bis Zentral-Deutschland fand manchenorts Schneesturm und allgemein anhaltend Schneefall statt, während auf der

rechten Seite, wo die Winde grösstentheils südlich bis südöstlich waren, und nach rechts drehten, stellenweise, zumal im Weichselthale, Regenwetter eingetreten war.

Die Niederschlagsmengen am 23. sind in Karte II eingetragen; die Niederschlagsgebiete sind der Niederschlagsmenge entsprechend schraffirt. Nach dieser Darstellung fanden die meisten wässerigen Ausscheidungen in Italien und den Grenzgebieten von Deutschland und Oesterreich statt. An diesem Tage wurden in Rom 24, Wien 20, Prag 20, Triest 18, Friedrichshafen 16, München 14, Swinemünde 10 und Budapest 9 mm. Niederschlag gemessen. Ein Vergleich mit der physikalischen Karte Deutschlands liefert den Beweis, dass auch hier Stauungen an höhern Gebirgsmassen die reichlichern Entleerungen bewirkt haben müssen; übrigens sei noch bemerkt, *dass die Mittellinie des Regengebietes nahezu mit der Bahn des Zentrums zusammenfällt.*

Am 25. 8 Uhr Morgens lag die Depression im westlichen Russland, das Zentrum etwas südlich von Petersburg. Dieselbe musste sich mit vergrösserter Geschwindigkeit fast geradlinig an der Südostküste des baltischen Meeres entlang bewegt und stündlich im Mittel 40 Kilometer oder sekundlich 11 Meter zurückgelegt haben.

Die Aenderungen des Luftdruckes und der Temperatur sind unter *Wilna* in der Tafel IX dargestellt. Die Depression hat an Tiefe bedeutend verloren, wesshalb die Winde schwächer geworden sind, und nur bis am 24. Abends in der westlichen Ostsee stürmischen Charakter beibehalten hatten. Inzwischen hatte sich im Nordwesten und Osten Europa's stilles Wetter eingestellt, dessen Bestand aber nur von kurzer Dauer sein sollte. Fragen wir nach denjenigen Stellen des Wirbels, an denen die reichlichsten Niederschläge stattgefunden haben müssen, so

erhalten wir die Antwort durch die Thatsache, dass die Zunahme der Bewölkung und die wässerigen Ausscheidungen auf derjenigen Seite erfolgen, wo westliche, südwestliche und südliche Winde warme und feuchte Luft gegen das Zentrum führen. Diese Luftmassen kommen nämlich einerseits durch die nördliche Bewegung, anderseits durch das Aufsteigen im Innern der Depression in kältere Regionen, in denen sie sich immer mehr dem Zustande der Sättigung nähern und endlich einen Theil des Wasserdampfes ausscheiden. In unserm Falle sind die Südwest-, Süd- und Südostseite die betroffenen Stellen, woraus sich ergibt, dass *bei der Bewegung einer Depression vom Süden nach dem Norden Europa's die grössten Niederschläge auf der Rückseite des Minimums erfolgen müssen.*

In der Karte IV sind die Niederschläge vom 22. bis zum 25. Februar eingetragen und die Punkte Niederschlagsmenge verbunden; die an den Enden und seitlich der Kurven stehenden Zahlen geben die Grenzen der Niederschlagsmengen an, die an den zwischenliegenden Orten gefallen waren.

Ausserdem enthält die gleiche Karte die Linien der gleichen mittleren Temperaturen (23. bis 28.) oder die Isothermen, von denen die 0^{te} die ungefähre Grenze zwischen Schnee- und Regenfall angibt. Es ist in die Augen fallend, dass die Osthälfte der genannten Isotherme fast übereinstimmenden Verlauf hat mit der Bahn des Sturmzentrums; die Erklärung dürfte nicht schwer zu finden sein und ist direkt aus der Karte III abzulesen. Auf der linken Seite der Bahn strömte die Luft aus nordöstlichen, nördlichen, nordwestlichen bis westlichen Gegenden gegen das Zentrum, während auf der rechten Seite die südlichen, und als solche wärmern Winde vorherrschend waren.

Wie sehr sich die Land- und Seewinde im Feuchtigkeitsgehalte unterscheiden, zeigen die Karten III und IV ebenfalls in augenscheinlicher Weise.

Es ist bis jetzt der *Bewölkung* und deren Aenderung mit dem Fortschreiten des Wirbels nicht gedacht worden, und es ist dieselbe auch nicht in die Karten eingetragen. Ich unterliess dieses absichtlich und zwar aus dem Grunde, weil sie während dieser Periode fast auf dem ganzen von der Depression bestrichenen Streifen sehr gleichmässig und *sehr stark* war; die Einzeichnung hätte die Karte bloss überladen.

II. Ueber die Depression vom 24. bis zum 28. Februar.

Wie schon bemerkt, war die über Mitteleuropa eingetretene atmosphärische Ruhe nur von kurzer Dauer; denn ehe noch die eben behandelte Depression sich im Nordosten Europa's ausgefüllt hatte und völlig verschwunden war, hatte sich über dem Mittelmeere, Italien und Adria bereits wieder eine neue Depression eingestellt, welche berufen zu sein schien, die Atmosphäre in noch höherem Grade in Aufregung zu bringen, als dieses am 23. und 24. geschehen war. In welcher Art und Weise dieselbe den europäischen Boden betrat, lässt sich am besten erkennen, wenn ich aus den meteorologischen Aufzeichnungen der bedeutendern Observatorien Südeuropa's das Wichtigste hier zusammenstelle.

Der Vorbeimarsch des barometrischen Minimums in Rom wurde von Herrn *Lorenzo Respighi* in einem Aufsatze, betitelt; „Sulla burrasca atmosferica del 24. e 25. febbraio scorso“, behandelt. Nach dieser Schrift hat sich der besagte Sturm durch aussergewöhnliche Aenderungen

der meteorologischen Elemente bemerkbar gemacht und sich besonders ausgezeichnet durch das ungewöhnliche Fallen des Barometers, welches eine Grenze erreichte, die beispielsweise in den römischen Annalen der Meteorologie des letzten Jahrhunderts.

Das Barometer, welches vom 23. bis zum 24. sich im Zustande beständigen Steigens befand, nahm am 24. Nachmittags eine schnellfallende Bewegung an, obschon ein mässiger und trockener NNE. obwaltete, dem in den höhern Regionen eine südliche bis südöstliche Luftströmung gegenüberstand. Während des raschen Fallens des Barometers blieb der Himmel heiter, wurde dann aber gegen 11 Uhr bewölkt, während das Rollen des Donners im Südosten ein fernes Gewitter bekundete.

Am 25. Februar, Morgens 3 bis 4 Uhr, herrschte ein bedeutendes Schneegestöber; bei rascher Drehung des Windes von NNE. nach SSE. hatte der eingetretene SSE. bald die Geschwindigkeit von ungefähr 50 Kilometer pro Stunde. Um 8 Uhr Morgens des 25. verkündete ein starkes Donnern im Südosten das Herannahen eines schweren Gewitters; heftiger Regen, der reichlich mit Staub und röthlichem (afrikanischem) Sande, welcher den Boden durchweg bedeckte, vermischt war, strömte nieder und um 9^{3/4} Uhr folgte Hagelschlag. Ungefähr um 11 Uhr hatte das Barometer seinen tiefsten Stand, der 733,87 mm. betrug und seit 1781 nie wieder erreicht wurde, und der SSE. eine Geschwindigkeit von 62 Kilometer pro Stunde angenommen. Von 1^{1/2} Uhr an stieg nun das Barometer wieder rasch; der Wind drehte sich von S. nach W. und erschlaffte allmähig, so dass Abends 9 Uhr die Geschwindigkeit nur noch 20 Kilometer betrug. In der darauf folgenden Nacht war der Himmel bewölkt und es verabschiedete sich am Morgen des 26. Februar die

Depression mit einem kräftigen Sturme mit starkem Regen bei Donner und Blitzschlägen. Die benachbarten Berge und Hügel hatten sich während der Nacht mit Schnee bedeckt.

Der aussergewöhnlich tiefe Barometerstand und mehr noch das fast direkte Umschlagen des Windes machten es wahrscheinlich, dass das Wirbelzentrum sich in unmittelbarer Nähe Roms vorüberbewegt haben musste, und da gewöhnlich in nächster Nähe des Zentrums die Windstärke geringer ist, als an entlegeneren und von der Depression beeinflussten Orten, erklärt das Faktum, dass seitlich von Rom die Kraft des Windes eine noch viel bedeutendere war als in Rom selbst.

Letzteres bestätigt sich durch folgende Angaben aus den „Osservazioni meteorologiche dell' I. R. Accademia di Commercio e Nautica in *Trieste* mese di Febbraio 1879.“ In der Nacht vom 24. auf den 25. ereigneten sich zwischen Nachts 11 Uhr und Morgens 6 Uhr eine Reihe von Erderschütterungen und gleichzeitig herrschte eine äusserst heftige *Bora*. Es ist dieses jener scharfe und trockene Nordostwind, welcher meist im Winter von den kroatischen und illyrischen Gebirgen her das ganze Litorale und die istrischen Küsten bis Triest bestreicht, das Ein- und Auslaufen der Schiffe aus den Häfen hindert und oft mit solcher Heftigkeit auftritt, dass er Fensterscheiben eindrückt, Wagen u. dgl. umwirft, so dass es zeitweilig nöthig wird, Seile über die Strassen zu spannen, um nur daran gehen zu können. Sie erlangte diesmal eine Maximalgeschwindigkeit von 80 Kilometer pro Stunde (22,2 Meter pro Sekunde) und hielt bis zum 25. Nachmittags 2 Uhr an, begleitet von heftigem Regen, welcher letzterer bis zum 27. mit kurzen Unterbrüchen andauerte.

Lesina berichtet den Fall von Meteorstaub bei SE.-

Wind, der die unglaubliche Geschwindigkeit von 145 Kilometer pro Stunde (40,3 Meter pro Sekunde) erreichte und im Golfe von *Lyon* wüthete der *Mistral*, ein kalter NW.-Wind, der, vom Hochlande der Avenuen herabströmend, die Südküste Frankreichs peitscht und zuweilen die blühenden Uferlandschaften der untern Rhone mit grossem Schaden heimsucht.

Um sich ein Bild von der Luftdruckvertheilung und den Winden am 25. 8 Uhr Morgen zu verschaffen, beachte man die Karte V, in der die schwarzen Kurven und Pfeile die Situation kennzeichnen. Das Zentrum lag zur genannten Stunde zwischen Rom und Livorna und bewegte sich, die Tyroleralpen überschreitend, in rein nördlicher Richtung, so dass es sich am 25. Abends 8 Uhr bei *Meran* und am 26. 8 Uhr Morgens bei *Prag* befand.

Hier theilte sich die Depression in zwei partielle, wobei die eine über *Berlin*, *Swinemünde* in die *südliche Ostsee*, die andere hingegen über *Thorn*, *Memel* und den *finnischen Meerbusen* nach Norden fortschritt (Tafel VII). Die atmosphärischen Veränderungen bei dem Durchmarsch durch Europa sind denen vom 23. bis zum 25. Februar so ähnlich, dass ich mich mit dem Hinweise auf die graphischen Darstellungen in den Karten V, VI, VII und Tafel IX und wenigen Bemerkungen über die allgemeine Witterung begnügen zu dürfen glaube. Während sich das Depressionszentrum von Italien nach Böhmen bewegte, stellten sich in Süddeutschland westliche Winde mit rasch steigendem Barometer ein; von Bornholm bis Borkum wehten stürmische Nordostwinde mit fallendem Barometer und gleichzeitig fand von Bornholm bis Paris allgemein Schneefall statt. Bei der Bewegung des Minimums nach Westrussland wurden die Winde allmählig schwächer, unterhielten aber am 26. und 27. bei geringen Temperatur-

änderungen einen anhaltenden Schneefall, der sich nahezu über ganz Deutschland ausbreitete.

Am 1. März waren die beiden partiellen Depressionen vom europäischen Schauplatz verschwunden.

Die Karten V und VI enthalten die Isobaren und Winde vom 25. und 26., sowie die Lage der Zentra und die tiefsten Isobaren vom 27. Februar; die Karte VII enthält die Bahn des Zentrums, die Drehungen der Winde und zudem die Linien gleicher Niederschlagsmengen, die durch die besprochene Depression verursacht wurden.

Es folgen einige Bemerkungen in Beziehung auf die Karte VIII. Dieselbe enthält die Kurven gleicher Niederschlagsmengen für die Zeit vom 22. bis zum 28. Februar und verdeutlicht daher die Vertheilung der wässerigen Ausscheidungen der Atmosphäre, die zum Haupttheile durch die beiden Stürme verursacht worden sind. Die Linien gleicher Mengen sind roth ausgezogen und mit steigender Niederschlagshöhe dichter schraffirt.

Die reichlichsten Entleerungen der Wolken fanden bei Triest sowie in Italien statt, wo die Regenkurven mit den Apenninen geradezu parallel laufen und in auffallendster Weise den Einfluss eines solchen natürlichen Dammes gegen die Strömungen feuchter Luftmassen darstellen. Die zweitgrösste Menge fiel in einem biscuitförmigen Gebiete von Wien bis Berlin. Dasselbe ist umschlossen von der Linie 25 und umfasst Brandenburg, Provinz und Königreich Sachsen, Böhmen und Mähren. Die Linie 20 besteht aus 3 getrennten Theilen, wovon sich der erste über Oberitalien, Oesterreich, Böhmen, Bayern, Provinz und Königreich Sachsen und Hannover, der zweite über die Niederlande und der dritte über den südöstlichen Theil von Schweden, sowie das Mittelgebiet der Ostsee erstreckt. Die Linien 10 und 5 umschliessen nahezu den ganzen von der Depression bestrichenen Streifen.

Die schwarzen Linien der nämlichen Karte sind die Isothermen für die Tage vom 22. bis zum 28. Februar; davon hat die 0^{te} zum Zwecke, die ungefähre Grenze für Schnee- und Regenfall zu vergegenwärtigen. Sie zieht sich von den Niederlanden nach Paris, umschliesst die Alpenwelt und steigt dann wieder, Böhmen beinahe halbirend, an den östlichen und südlichen Grenzen von Brandenburg, Pommern, West- und Ostpreussen hinauf.

Es schneite daher im östlichen Frankreich, der Schweiz, der westlichen Hälfte von Böhmen, ganz Deutschland mit Ausnahme von Schlesien und Posen, in Schweden, dem Ostseegebiete und dem nordwestlichen Russland. Die grössten Schneemassen fielen im Königreiche Sachsen und der Mittelmark Brandenburg; denn Prag weist 25, Leipzig 36 und Berlin 27 mm. Wassermenge auf. Nehmen wir aus diesen drei Zahlen das Mittel, also nahezu 30 mm., und berücksichtigen, dass $\frac{1}{2}$ mm. Wasser durchschnittlich 10 mm. Schneehöhe entsprechen (Wolf's Handbuch, Band II, § 391, pag. 186), so repräsentirt obige Wassermenge eine Schneedecke von 60 cm., welche sich gleichmässig über das ganze Gebiet ausbreitet; für die Umgebung von Leipzig beträgt die Schneemenge im Mittel 72 cm., die also in der Hauptsache vom 23. bis 27. niedergeworfen wurde.

In der folgenden Zusammenstellung sind die *Geschwindigkeiten des Zentrums* enthalten.

I. Depression.

23. 8 ^h M.	—	23. 8 ^h A.:	81 Km. pro Stunde.
23. 8 ^h A.	—	24. 8 ^h M.:	25 " " "
24. 8 ^h M.	—	24. 8 ^h A.:	22 " " "
24. 8 ^h A.	—	25. 8 ^h M.:	57 " " "

II. Depression.

25. 8^h M. — 25. 8^h A.: 37 Km. pro Stunde.

25. 8^h A. — 26. 8^h M.: 37 " " "

26. 8^h M. — 26. 8^h A.: 30 " " "*)

26. 8^h A. — 27. 8^h M.: 24 " " "*)

Aus vorstehenden Zahlen bestätigt sich, dass die Geschwindigkeiten der Wirbelzentra um so geringer werden, je mehr letztere in das Festland eindringen, dass sie aber gewöhnlich an solcher zunehmen, wenn die Depression wieder über Meeresflächen fortschreitet.

Die Tafel IX zeigt, dass gleichzeitig mit dem Abnehmen der Geschwindigkeit ein Ausfüllen des Minimums, d. h. ein Steigen des Luftdruckes im Depressionszentrum stattfindet.

Was die Ursache der Entstehung solcher Stürme und deren Fortschreiten, den Zusammenhang zwischen der Form der Isobaren, der Grösse der Gradienten etc. anbelangt, so erlaubt es der für die vorliegende Arbeit zur Verfügung stehende Raum nicht, eingehender auf dieselben einzutreten, da auch über die Theorie der Stürme bereits eine sehr reiche Literatur vorhanden ist, die in jüngster Zeit durch E. Loomis**), Blasius***), Eliot†), Hann††),

*) Bezieht sich auf das nach Finnland gezogene Zentrum.

**) *E. Loomis*: Results derived from an examination of the United States Weather Maps. Third Paper bis Seventh Paper. (Americ. Journ. of Science and Arts Vol X—XIV. July 1875—June 1877.)

***) *Blasius*: Storms, their Nature, Classification and Laws with the mean of predicting them by their unboetiments the Cloud. Philadelphia 1875.

†) *Eliot*: Der Wirbelsturm und die Sturmfluth vom 31. Oktober auf den 1. November 1876 in Bengalen. (Zeitschrift für Meteorologie, XII. Band.)

††) *Hamm*: Bemerkungen über die Entstehung der Cyklonen (Zeitschrift für Meteorologie, Band XII., 1877. Wien.)

Hellmann*), Hamberg**), Cl. Ley***), Guldberg und Mohn†) werthvolle Bereicherungen erhielt.

Bezüglich der Entstehung der Wirbel bestehen heute im Wesentlichen zwei verschiedene Ansichten. Nach der einen liegt die Ursache der Wirbelbildung in der Kondensation des Wasserdampfes und dem sich daraus entwickelnden aufsteigenden Luftstrom, der eine Verminderung des Luftdruckes, sowie das Zuströmen der Luft an der Erdoberfläche nach sich zieht. Die drehende Bewegung wird durch die Axendrehung der Erde erklärt.

Die zweite Theorie erklärt die Luftdruckvertheilung bei einem Barometer-Minimum einzig als eine Wirkung der Zentrifugalkräfte, welche die gegen das Zentrum strömenden Lufttheilchen um so mehr von demselben zu entfernen suchen, je mehr letztere sich ihm mit zunehmender Geschwindigkeit nähern, und die mathematischen Berechnungen von Guldberg und Mohn bewiesen bereits eine auffallende Uebereinstimmung zwischen Theorie und Wirklichkeit. Indem ich aus bereits angeführten Gründen

*) *Hellmann*: Ueber die Ursachen der grössern Tiefen der Barometer-Depressionen im Winter. (Zeitschrift für Meteorologie, XI. Band, 1876.)

**) *Hamberg*: Ueber die Entwicklung eines Barometer-Minimums, begleitet von Gewittern in Schweden und Norwegen, 14. bis 20. Juli 1872. (Zeitschrift für Meteorologie, XI. Band, 1876.)

***) *Cl. Ley*: The Connection between the relative steepness of the Gradients in a Depression, and the Course of the Depression. Journal of the Scottish Meteorologie, Soc. IV. Band Januar 1876.

†) *Guldberg und Mohn*: Ueber die gleichförmige Bewegung der horizontalen Luftströme. — Ueber die Bewegung der horizontalen Luftströme in der Nähe des Aequators. — Die Bewegung der Luft in aufsteigenden Wirbeln (Cyklonen). — Die Bewegung der Luft in absteigenden Wirbeln (Antiklonen). (Zeitschrift für Meteorologie, Band XI.)

eine weitere Ausführung der Theorien unterlasse, verweise ich den Leser auf die unter Seite 258/259 angeführte Literatur.

In Beziehung auf die Form der Isobaren glaubt man nach den neuern Untersuchungen annehmen zu dürfen, dass sie im Allgemeinen an den Grenzen der Depression meistens diejenige langgestreckter Ellipsen haben, sich aber gegen das Zentrum hin immer mehr der Kreisform nähern. In den behandelten Beispielen sind jedoch *selbst die innersten Linien gleichen Luftdruckes langgestreckte Ellipsen, wo das Minimum eine rasche geradlinig fortschreitende Bewegung hat, dagegen jedes Mal kreisförmig, wo die Bahn eine geringe Wendung macht*; man vergleiche die Isobarensysteme der Tafeln I, II, V und VI und die Bahnen der Tafeln III und VII; die grosse Axe der Ellipsen bildet jeweilig nahezu die Tangente der Bahn. Was die Beziehung der Grösse der Gradienten und speziell der steilsten zur Richtung des Fortschreitens des Sturmes anbelangt, so kann aus vorliegenden Beispielen mit Sicherheit kein Schluss gezogen werden, weil sich ausser den betrachteten Hauptdepressionen noch einige kleinere Minima seitlich auf europäischem Gebiete befanden, welche die regelrechte Luftdruckvertheilung einigermaßen modifizirten; sie sind nicht in die Karten aufgenommen, um letztere nicht zu sehr zu überladen.

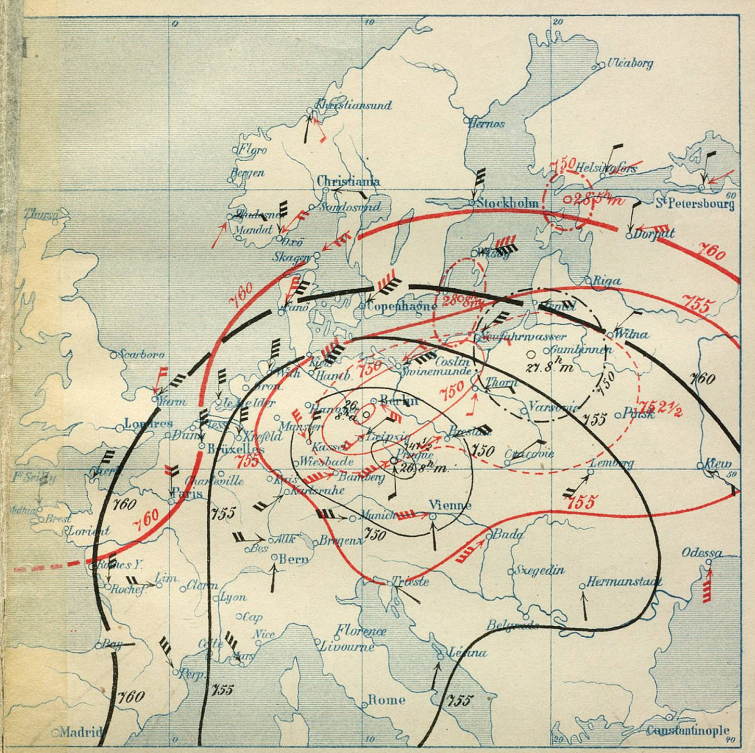
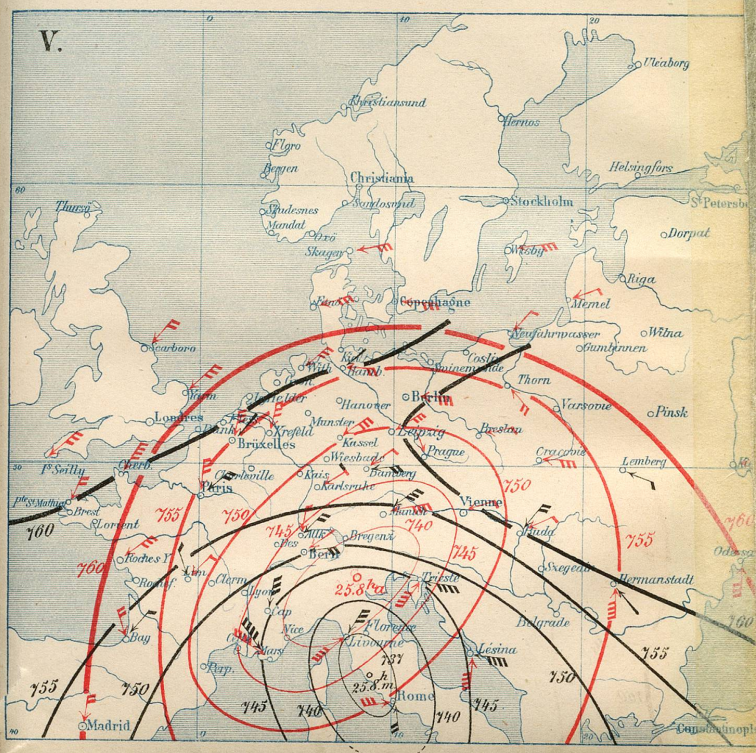
L i t e r a t u r .

Als Hilfsquellen benutzte ich in erster Linie die mir von den Herren Direktoren der meteorologischen Observatorien der in die Karten eingezeichneten Stationen gütigst übersandten

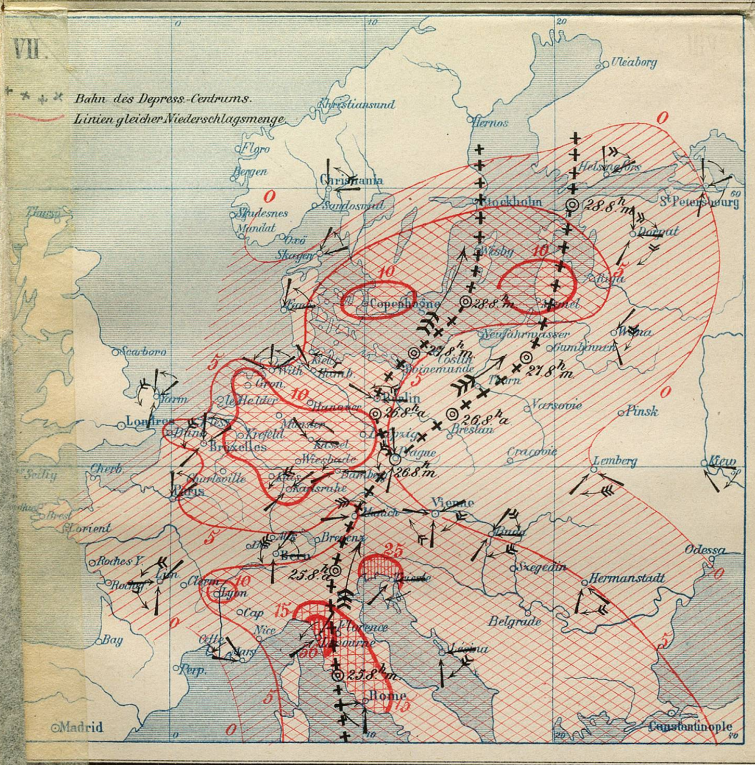
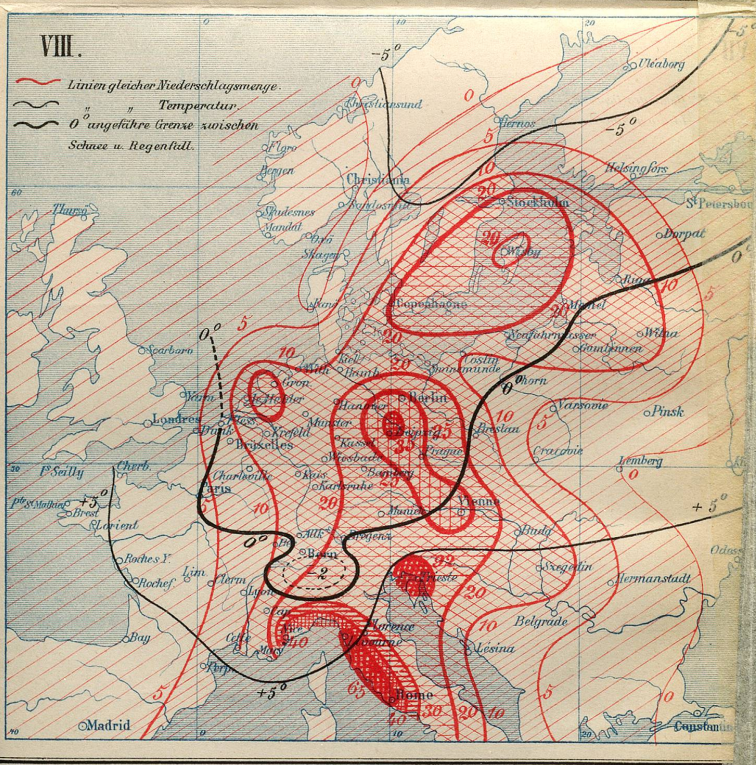
Beobachtungen. Ich spreche hiemit den Uebersendern für ihr äusserst freundliches Entgegenkommen, mit dem sie mich in den Stand setzten, einen kleinen Beitrag zur Verbreitung der meteorologischen Kenntnisse zu liefern, den verbindlichsten Dank aus.

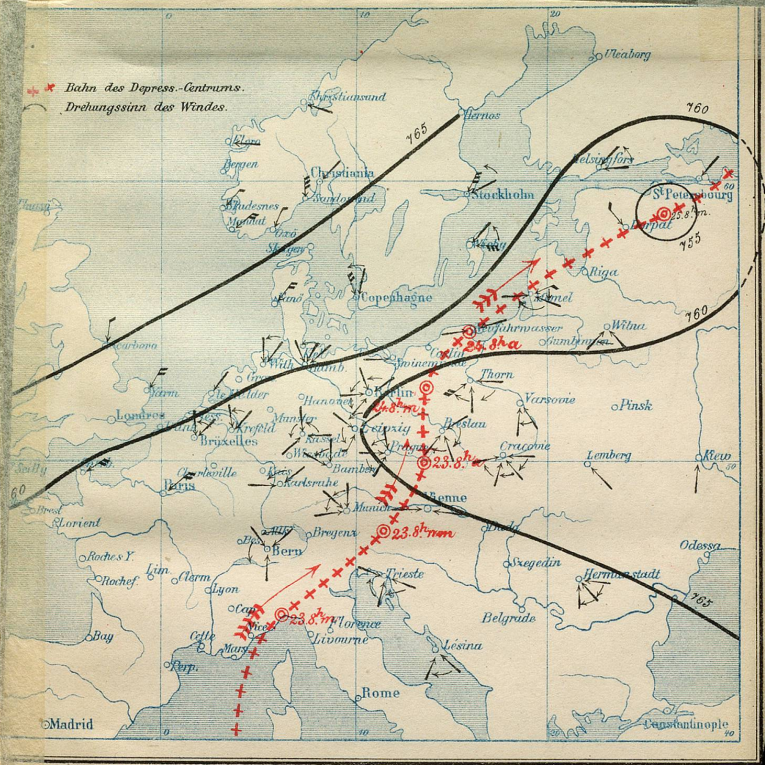
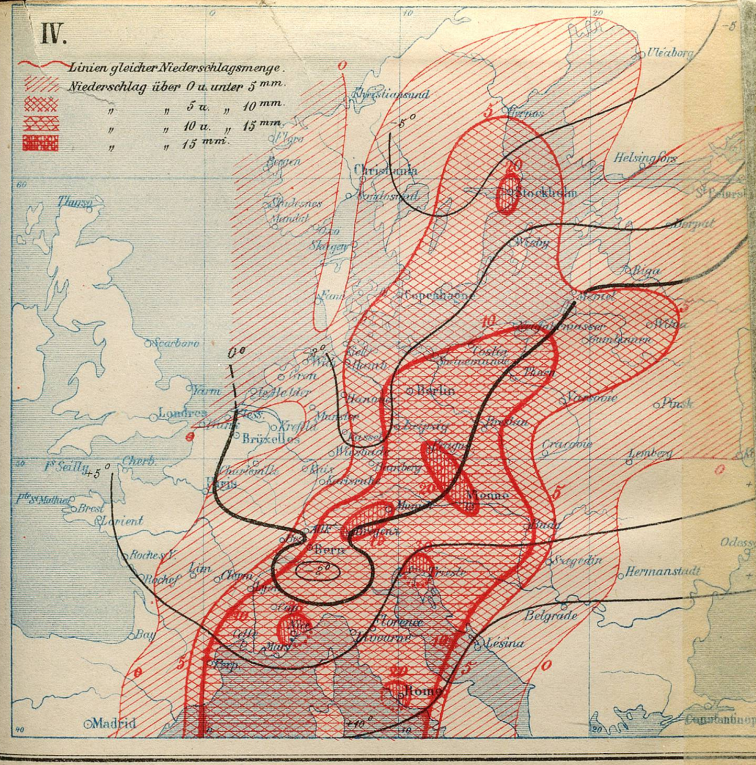
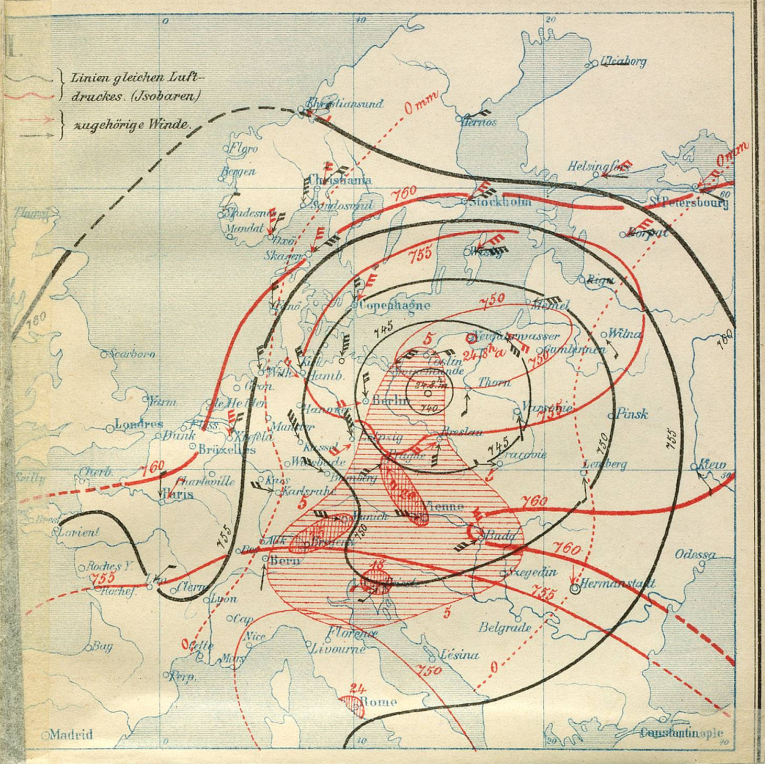
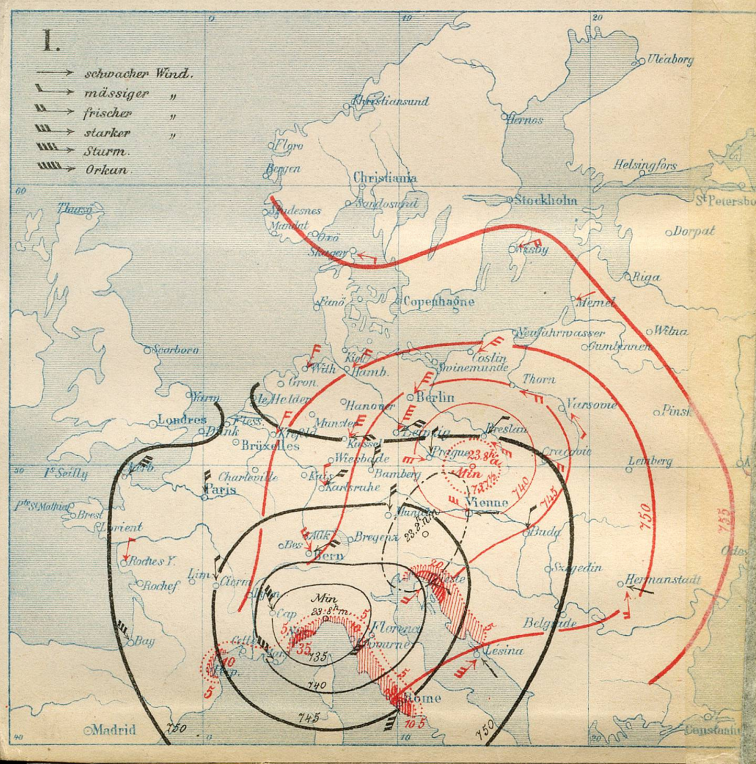
Ferner benutzte ich die *Wetterberichte der deutschen Seewarte* in Hamburg, das *Bulletin International du Bureau-Central Météorologique de France*, den *Bericht über die Fortschritte der geographischen Meteorologie von Dr. J. Hann* in E. Behm's geogr. Jahrbuch, VII. Band, 1878. *Wolf's Handbuch der Mathematik*, und die bereits im Texte angegebenen Schriften.

V.



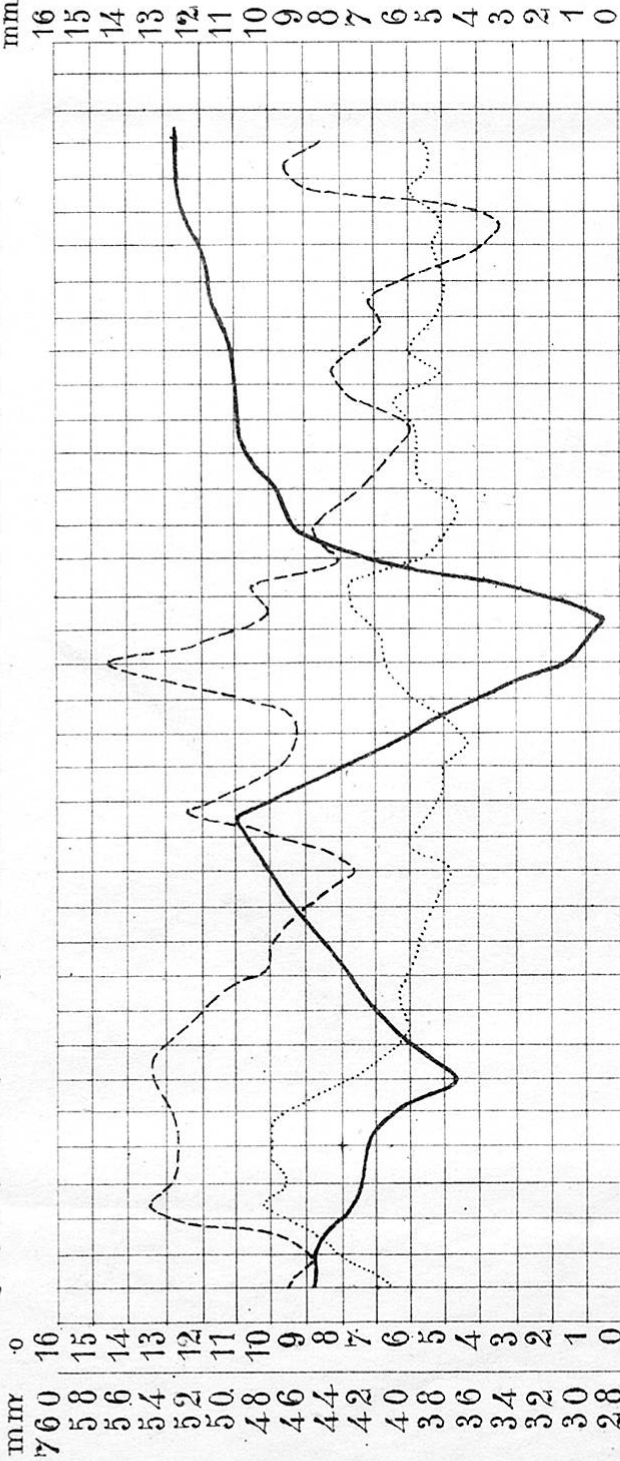
VIII.





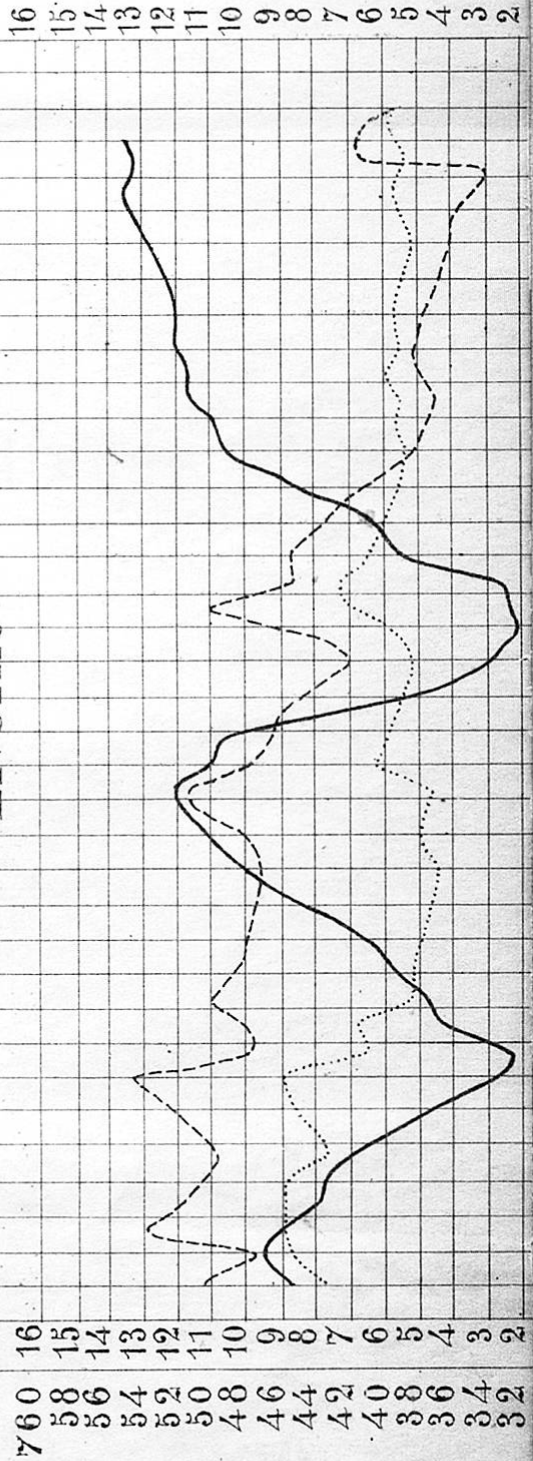
Rom.

Mt.	Mn.	Mt.	Mn.	Mt.	Mn.	Mt.	Mn.	Mt.	Mn.	Mt.	Mn.	Mt.	Mn.
22	23	24	25	26	27	26	25	24	23	22	23	24	25
6	10	2	6	10	2	6	10	2	6	10	2	6	10



mm	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
7	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2

Livorno.



mm	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
7	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2