



**Arbeiten**  
des  
**Naturforscher-Vereins**

zu  
**Riga.**

Neue Folge. Fünftes Heft.

Mit 5 Tafeln und einer Karte.



STERN  
8/10

2

# Arbeiten

des

# Naturforscher-Vereins

zu

## Riga.



Neue Folge. Fünftes Heft.

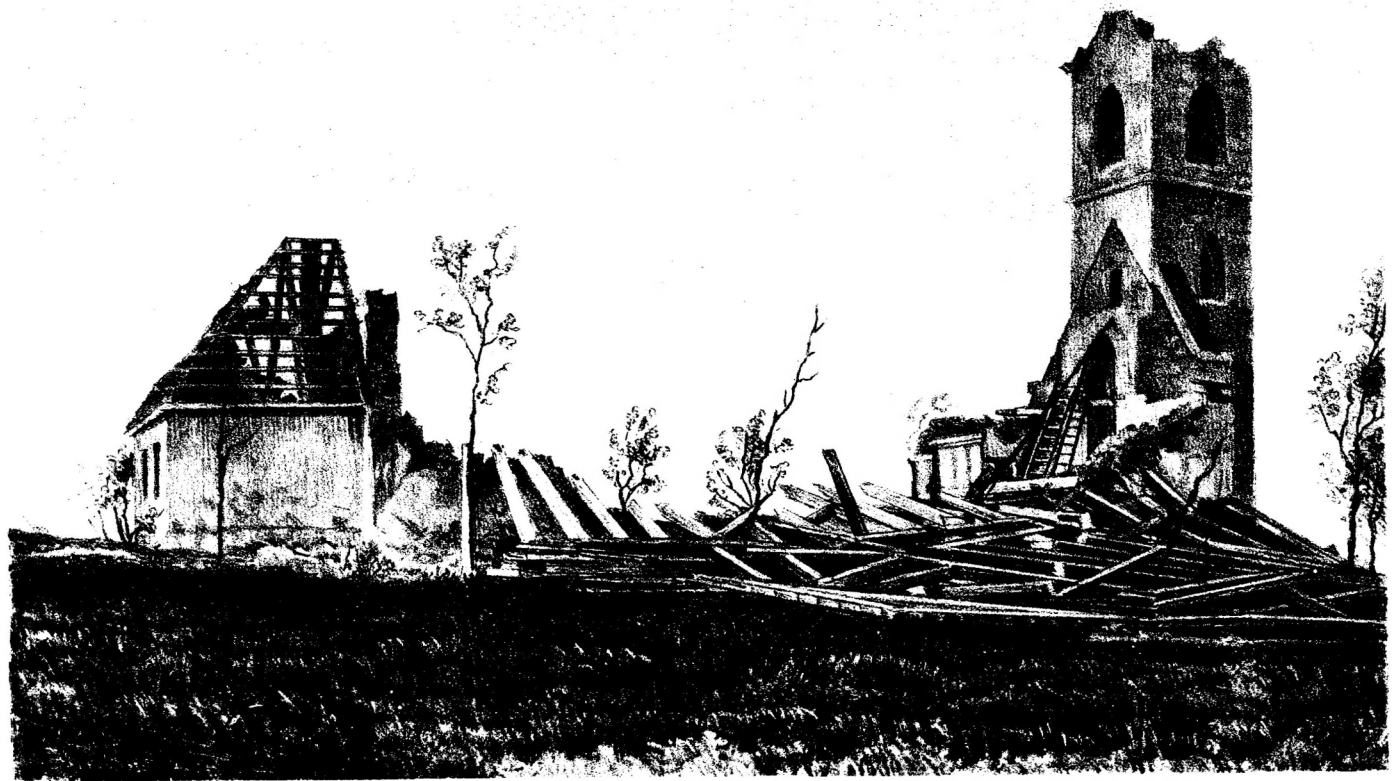
Mit 5 Tafeln und einer Karte.

*Acc.*



**R i g a,**  
gedruckt bei W. F. Häcker.  
1873.

Von der Censur erlaubt. Riga, den 28. September 1873.



Lithogr. v. F. Deutsch, Riga.

Die zerstörte Kirche in Kempenhof.

# Der Hagelsturm

des 10. (22.) Mai 1872,

bearbeitet

von

**G. Schweder.**



## Vorwort.

---

Der Hagelsturm des 10. Mai war für die Ostseeprovinzen ein ebenso ausserordentliches, als auch unerwartetes Ereigniss, welches die Beobachter völlig unvorbereitet traf, weshalb denn auch leider gleich anfangs manche leicht anzustellende Beobachtung unterblieb. Aber auch unmittelbar nachher, wo man noch Einiges nachholen konnte, wurde dies zum Theil durch das Zusammentreffen ungünstiger Umstände versäumt. Da jener Hagelsturm auch Riga mit seinen merkwürdigen Eiskörpern überschüttete, so beschloss der Naturforscher-Verein Rigas, die Beobachtungen zu sammeln und ihre Verarbeitung in die Hand zu nehmen, und übertrug die Ausführung der geeigneten Maassregeln einer Commission, bestehend aus den Herren Dr. F. Buhse, Dr. W. v. Gutzeit und dem Referenten. Diese erliessen sogleich einen Aufruf durch die Zeitungen zur Ein- sendung von Beobachtungen und, um dies zu er-

leichtern, schickten sie gedruckte Schemata, in welche die vom Hagel betroffenen Orte, die dortige Temperatur und Windrichtung, Fallzeit, Grösse, Gewicht und Dichtigkeit des Hagels u. s. w. eingetragen werden sollten, in das Ritterhaus zur Vertheilung unter die gerade anwesenden Landtagsmitglieder und suchten dieselben auch sonst zu verbreiten, was leider im Ganzen wenig Erfolg hatte. Ferner wurden besondere Schreiben an solche Personen gerichtet, von denen ihrem wissenschaftlichen Rufe nach werthvolle Berichte zu erwarten waren.

Das Hauptbestreben der Commission ging aber dahin, eine geeignete Persönlichkeit bereitwillig zu machen, die von der Windhose verwüsteten Gegenden zu bereisen und, anknüpfend an eine Localuntersuchung, an Ort und Stelle Notizen zu sammeln. Der Verein erklärte sich bereit, die Unkosten der Reise zu tragen, aber die gesuchte Persönlichkeit wurde nicht gefunden, da die in Riga befindlichen, mit Meteorologie und Physik vertrauten Personen meist dem Lehrfache angehörten und schon durch ihre Amtspflicht an einer sofortigen Reise verhindert wurden. Auch die anfangs sich darbietende Hoffnung, einen wissenschaftlichen Reisenden wenigstens für die Sommerferien zu gewinnen, sollte nicht in Erfüllung gehen und hatte in ihrer Vereitelung noch die schlimme Folge, dass andere Beobachter in Erwartung des erwähnten Reisenden Beobachtungen anzustellen unterliessen. Aus diesem Grunde entschloss sich auch Graf Sievers erst spät zu seinen

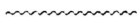
werthvollen Untersuchungen. Da die Bearbeitung des unterdessen eingehenden Materials zunächst wol demjenigen zu überlassen gewesen wäre, der möglichst viel von den verwüsteten Gegenden selbst gesehen hatte, so wurde erst sehr spät mir diese Arbeit übertragen, der ich nicht einmal die Verwüstungen in der Nähe Rigas in Augenschein genommen hatte. Durch meine amtliche Thätigkeit, wie auch durch Krankheit im Hause wurde es mir erst ein Jahr nach dem Hagelsturm möglich, die Arbeit vorzunehmen, und als ich endlich den grössten Theil dieser Arbeit beendet und bereits in die Druckerei geliefert hatte, da wurde mir erst ein Theil des Beobachtungsmaterials zur Verfügung gestellt, welches an den Dorpater Naturforscher-Verein gesandt war. Da sich hierunter auch das vom Grafen Sievers Gesammelte befand, so wurde eine fast vollständige Uebersetzung des ersten Abschnittes nothwendig, wodurch die Veröffentlichung abermals hinausgeschoben wurde.

Die Mittheilung über die Vorgänge vom 10. Mai habe ich — ausser wo es zum besseren Verständniss durchaus nothwendig war — nicht durch theoretische Betrachtungen unterbrochen, vielmehr diese besonderen Abschnitten zugewiesen. Da es hierbei nicht in meiner Absicht lag, dem Physiker neue Theorien darzubieten, sondern dem Naturfreunde in möglichst gedrängter Darstellung einen Einblick in die hier zur Geltung kommenden Naturprocesse zu eröffnen, soweit ich ihn selbst aus den besten dahin

bezüglichen Werken gewonnen habe, so möge es mir nicht verdacht werden, wenn ich Kritiken entgegenstehender Ansichten, sowie Belege und Citate dabei unterliess. Dass diese Fragen keineswegs erschöpft und noch lange nicht geschlossen sind, dessen bin ich mir vollkommen bewusst.

September 1873.

G. S.



## I.

### Die Vorgänge am 10. Mai 1872.

Am frühesten trat der Hagel und Sturm des  $\frac{1}{2}$ <sup>10</sup><sub>2</sub> Mai 1872 im Pastorat Grösen an der Kownoschen Grenze auf, wo um 4<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> (wahrscheinlich Morgens, was aber nicht angegeben ist) bei SW.-Sturm ein wenige Secunden dauernder und dichter Hagel fiel, von dem das grösste Stück 1 Loth wog.

Es scheint aber dieser Hagelfall kaum in einem Zusammenhange mit den folgenden Erscheinungen zu stehen.

Den Ausgangspunkt für einen längeren Hagelstrich bildet Niederbartau ( $2\frac{1}{2}$  Meilen südlich von Libau an der Ostsee), wo von 5<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> Morgens bei einem schon längere Zeit vorher ausgebrochenen Orkan aus OSO. von der Stärke 8—9 und heftigem Gewitter ovale Hagelschlossen bis zu 2" Durchmesser fielen und den Boden stellenweise bis 2" hoch bedeckten. Dieser Hagel vernichtete die Roggenfelder von 70 bis 80 Wirthen und etwa 100 Häuslern, so dass sie umgepflügt und mit Sommergetreide bestellt werden mussten (Lib. Ztg.). Durch die Heftigkeit des Sturmes wurden mehrere Dächer abgedeckt, ja auch ganz abgehoben und weit fortgeführt (Pastor H. Brasche).

In Libau wurde von 5—7<sup>h</sup> Morgens Regen und heftiges Gewitter beobachtet. Der schwache Ostwind vom vorigen Abend hatte die Stärke 7 erreicht, während das Barometer um fast 10<sup>mm</sup> gefallen war und bis zum Nachmittag noch weiter fiel. Um 1<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> war der Wind SO., Stärke 6 geworden; der Himmel war wieder völlig klar.

wie am Abend vorher, das Thermometer zeigte aber 24,8° C., um 7<sup>h</sup> m. 11,5° C. (Navigationslehrer Quaas).

Von Niederbartau aus scheint der Hagelsturm in einem stellenweise 5 Werst breiten Streifen anfangs nach Osten — also gegen den Wind — vorgerückt zu sein, da die Orte Parmatsen, Prekuln, Paplaken ebenfalls vom Hagel zu leiden hatten. Dann ging das Hagelwetter nördlich hinauf nach Funkenhof, Fischröden und Ussecken, Padohnen und Bundhof, also in einem Bogen um Libau herum, und mag dies in der Zeit von 5—7<sup>h</sup> stattgefunden haben, während in Libau Gewitter und Regen beobachtet wurden. Angaben von Uhrzeiten fehlen leider. Auch in dem westlich nach Libau zu gelegenen Gawsen fand Hagel statt (C. Berg). Nördlich von Bundhof liegen die bekannt gewordenen Fallorte von Hagel undichter. Es wird hier zunächst Hasenpoth genannt, von wo eine Hagelwolke fast genau nördlich über Alschwangen, Gr. Sernaten bis Pilten hinzog.

Eine zweite Windhose bildete sich zwischen 10 und 11<sup>h</sup> Morgens in Wormen und Scheden und zerstörte hier 4 Gebäude (Baron v. d. Recke, Neuenburg). Während der kurze Zeit anhaltenden Wirbelsturmes fiel hier kein Hagel, wol aber nordöstlich in Kabillen, Zabeln und Kandau (Lehrer A. Teich).

Die Bildung und Entwicklung einer dritten Windhose am Nachmittag um 3<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> im Westen des Oscheley-Moores, 1 Meile südlich von Tuckum, wurde sehr bald nach ihrem ersten Entstehen von Tuckum aus durch den Mag. Renard und von Schlockenbeck aus durch dessen Besitzer Baron Louis v. d. Recke, welcher früher Marineofficier gewesen, beobachtet. Beide Beobachter wurden durch ein fernes ununterbrochenes Donnern, ohne Blitz, aufmerksam gemacht. Renard gibt an, dass es am Morgen kühl gewesen, dass aber um Mittag sich eine drückende Hitze eingestellt habe. Im SSO. sah Renard eine graue Wolke sich heben und

senken, indem sie zugleich eine Trichterform annahm. Die sich anfangs nähernde Wolke bog östlich nach Schlockenbeck zu ab. Hier zeigten das Barometer 29<sup>''</sup>43, das Thermometer 29° C. Bei völliger Windstille in den unteren Regionen und bei Sonnenschein sah hier Baron L. v. d. Recke schwarze Wolkenmassen nach S. jagen, während zugleich von Südost (oder Südwest?) glänzend helle Wolkenballen ihnen entgegenrasten. Sie trafen in stumpfem Winkel auf einander, wobei sich eine spiralförmig hell und dunkel gestreifte Wolke gleich einem mit der Spitze herabhängenden stumpfen Kegel bildete, aus dem in kurzen Intervallen weisse (2' dicke) Strahlen plötzlich nach unten schossen und ebenso plötzlich wieder verschwanden. Dieselben können mit den bei kurzem Oeffnen eines Ventils an einer Locomotive ausströmenden Dampfstrahlen verglichen werden. Diese herabschiessenden Strahlen wurden bei jeder Wiederholung länger und erreichten endlich den Boden, wobei sie sich durch die emporgerissene Erde dunkel färbten. Der jetzt dunkle, bis zur Erde herabreichende Trichter raste schnell näher heran, riss die einzeln stehenden Büsche einer Wiese aus und zog sie wirbelnd in die Höhe. Ueber ein Brachfeld hinziehend, wurde die Wolke ganz schwarz und erreichte jetzt die Gebäude von Schlockenbeck, wo sie auf der Südseite die Fensterscheiben eindrückte und den an einem Fenster stehenden Beobachter zu Boden warf. Wie Kartätschen flogen Erde und Steinchen gegen die Gläser der an der gegenüberliegenden Wand hängenden Bilder. Gegenstände im Zimmer wurden umgeworfen, die Thüren aufgerissen und Alles mit Erde und Schmutz überschüttet. Heulend sauste der Sturm durch die Schornsteine und führte Wolken von Ofenruss aus dem Souterrain durch die Ofenthüren in die Zimmer hinein.

Das Herannahen der Windhose dauerte nach Baron Recke etwa 6 Minuten. So plötzlich, wie sie gekommen,

war sie auch weiter gegangen. Dabei war kein Tropfen Regen, auch kein Hagelkorn gefallen. Diese Windhose zerstörte zuerst 2 Gebäude eines Prawingen'schen Gesindes, westlich vom Oscheley-Moor, der sich westlich von der Tuckum-Mitauer Strasse hinzieht, sodann die Badstube eines Eckendorfschen Gesindes, hart an der genannten Strasse, unweit des Launag-Kruges. Jetzt muss die Windhose in Tuckum und bald darauf auch in Schlockenbeck wahrgenommen worden sein, als sie das Beigut Altona erreichte und hier 2 steinerne Giebel zerstörte, zwei hölzerne Kleeten umwarf, drei Dächer abdeckte und auch ein zu Durben gehöriges Gebäude zum Theil niederriss. Ein grosses Thor von einem Viehstall wurde durch die Luft fortgeführt und fand man ein Stück von dem roth und grau angestrichenen Holz mit der Hänge eine Werst vom Stalle. In Schlockenbeck hatten die starken Mauern Stand gehalten; am Wohnhause waren 28 Scheiben eingedrückt, an den Nebengebäuden viele Fenster mit Kreuz und Rahmen zerstört und 14 Dächer abgedeckt. Die Wände der Nebengebäude selbst waren wol durch die dicke 12—15' hohe Mauer geschützt, welche dieselben in einem burgähnlichen Viereck umgibt. Aus einem der beiden Thorthürme (sie tragen die Jahreszahl 1688 und 1752) wurde ein hölzerner Kasten durch ein Fenster entführt. Den Deckel fand man eine Werst weit davon, an einem anderen Orte etwa 20 Ellen Leinwand, die in dem Kasten gelegen, zerrissen und zu einem Knäuel zusammengeballt, von dem Kasten selbst aber sonst keine Spur. Einem Sohn des Branntweinbrenners Graf wurde die Achillesferse des einen Fusses durch eine herabgerissene Dachpfanne durchgeschlagen, die 12jährige Tochter desselben wurde eine Strecke durch die Luft fortgeführt und unbeschädigt östlich vom Schulhause abgesetzt. Die Blätter auf einem Erbsenfelde, auch das Gras sahen nach dem Vorübergange der Windhose wie versengt aus und liessen sich zu Pulver

zerreiben. Von einer zu Schlockenbeck gehörigen, aber isolirt stehenden Riege ist die Mitte herausgerissen, als ob hier die Spitze der Trombe hindurchgezogen ist, während die freilich auch nicht unbeschädigten Enden noch standen. Vom Hofe Schlockenbeck zog die Windhose durch den Wald des Gutes, von dem sie 120 Lofstellen niederwarf.  $\frac{4}{5}$  der Bäume (grösstentheils Bauholz) wurden entwurzelt,  $\frac{1}{5}$  abgebrochen, zum Theil abgedreht. Die gebrochenen Bäume liegen zwar nach allen Richtungen, vorzugsweise aber doch in der Richtung von OSO. nach WNW. Auch der Kirchhof von Schlockenbeck wurde verwüstet die nahe gelegene Forstei aber nicht.

Einen Theil des Kronsforstes überspringend, zugleich sich mehr nordwärts wendend (vielleicht durch den am Nordufer des Walgunsees liegenden Lustingsberg abgelenkt), setzte sie ihren, fast eine Werst breiten und 17 Werst langen Weg, den Kronsforst und einen Theil der Tuckum-Rigaschen Strasse verwüstend, fort und stürzte endlich, durch eine Schlucht der Dünen brechend, ins Meer, 2 Werst östlich vom Latsche-Krug, der bereits auf livländischem Grunde steht. Hier beträgt die Breite des verwüsteten Striches nur etwa 2 Baumlängen und sind einige Baumstämme hier genau nach W. gefallen.

Links von diesem Zuge der Windhose fielen gleichzeitig Regen und Hagel, in Tuckum nur undicht und von geringer Grösse, sehr stark aber auf den Gütern Gross-Rauden und Zerxten, etwa 4 Werst von der Verheerungsstrasse abliegend. (Ein grosser Theil der Nachrichten über diese Windhose ist von Herrn J. Döring in Mitau, ein anderer von den Herren C. Berg und A. Teich aus Riga gesammelt.)

Hängen die an demselben Tage in Livland auftretenden Erscheinungen mit der Windhose von Schlockenbeck zusammen, so muss man annehmen, dass diese über der Ostsee die Richtung nach Osten und dann nach Süd-

osten angenommen hat. In Schlock, wo kein Hagel, aber etwas Regen fiel, sah man auch ein vorüberziehendes Gewitter — freilich ist nicht angegeben, in welcher Richtung —, in Neu-Bilderlingshof fiel aber gegen 4 Uhr etwas Hagel von Nussgrösse (Apotheker Ede). Von Poderaa aus beobachtete Cand. Behrmann bereits um 3 Uhr im W. (also nach Bilderlingshof zu) eine dunkelgraue halbkreisförmige Wolke mit hell von der Sonne beschienenem Rande, welche er für ein heraufziehendes Gewitter hielt. Es war drückend heiss, ein Thermometer auf der Nordseite des Hauses zeigte 29° C. Es wehte ein starker Ostwind. Gegen 4<sup>h</sup> fielen mit starkem Westwinde einige Regentropfen, denen sich bald Hagelkörner beigesellten. Der grösste gemessene Durchmesser betrug 3,7<sup>cm</sup>. = 1", das grösste Gewicht 6,5 Gramm. In frisch gestrichenen Ziegeln fand Behrmann später Löcher von der Grösse eines Hühnereies, zum Theil mit Wasser gefüllt. Fünf Scheiben waren durch den Hagel zerschlagen. Nach wenigen Minuten war er vorübergezogen; es blieb aber die frühere Schwüle zurück, das Thermometer zeigte nachher sogar 30° C.

Um zunächst auf dem linken Ufer der Düna zu bleiben, werde hier mitgetheilt, dass in Lindenruh ebenfalls ungefähr um 4<sup>h</sup> Nachmittags Hagel fiel. Herr Bernhardt, welcher zu dieser Zeit in der Stadt war, sah später auf einem frisch geackerten, geeegten und darauf mit einer Walze zusammengedrückten Ackerboden deutliche Spuren des Hagels, Löcher von  $\frac{1}{3}$ " bis 2" Durchmesser, und oft 2" Tiefe, welche sich unverändert noch einige Tage erhielten. Er und Dr. F. Buhse erkannten deutlich am Boden dieser Löcher abwechselnd erhabene und vertiefte Ringe von fast 3 Linien Höhe und Breite. Im Mittelpunkt und am Aussenrande waren Vertiefungen. — Herr Bernhardt nahm auf einigen grösseren Flächen Zählungen der Löcher vor und fand Löcher mit über  $\frac{1}{2}$ " Durch-

messer, im Durchschnitt 3 auf den Quadratfuss. Die Richtung der Löcher war gegen die Verticale ca. 30° geneigt. In dem anderthalb Werst nordwestlich gelegenen Pleskodahl war der Hagel fast noch einmal so dicht gefallen, wie Herr Bernhardt theils nach den Aussagen der Leute, theils aus den durch den stärkeren Regen allerdings zum Theil verwischten Löchern, theils aus der Menge der geknickten Roggenhalme schloss. Auch das benachbarte Champetre hatte von Hagel zu leiden. Oestlich von Lindenruh in Thüringshof an der Mitauer Chaussée beobachtete Herr L. Taube ebenfalls Hagelkörner bis 2" Durchmesser. Dabei war es windstill. Auf der Mitauer Chaussée ist Hagel nur bis 8 Werst von Riga gefallen.

Auf dem rechten Ufer der Düna hatte Alexandershöhe nur Hagel von Haselnussgrösse; grössere Hagelkörner beginnen erst am Glarner'schen Höfchen auf dem zweiten Weidendamme und am Kriegshospital, während die grössten Schlossen in der Stadt Riga selbst und in der Petersburger und Moskauer Vorstadt fielen. Dreilingsbusch hatte nur noch Regen und darüber nach Süden hinaus fand weder Regen noch Hagel statt.

Für den 10. Mai sind für Riga die folgenden Beobachtungen verzeichnet:

Morgens	7 <sup>h</sup>	Therm.	9,4 <sup>o</sup>	R.,	Barom.	29,82''	engl.,
Nachmittags	1 <sup>h</sup>	"	23,2 <sup>o</sup>	"	"	29,52''	"
	4 <sup>h</sup>	"	24,8 <sup>o</sup>	"	"	29,50''	"
	9 <sup>h</sup>	"	21,4 <sup>o</sup>	"	"	29,49''	"

Es war zwischen 3 und 4<sup>h</sup> Nachmittags ungemein schwül. Als ich um diese Zeit in einem nach NO. gelegenen Zimmer im oberen Stock des städtischen Gymnasiums das Fenster öffnete und mich hinausneigte, hatte ich die Empfindung, als wenn ich den Kopf in eine stark erhitze Badstube steckte. Kurz vor 4<sup>h</sup> fielen erst einige Regentropfen, denen bald einige kleinere Hagelkörner folgten. Fast genau um 4<sup>h</sup>, wo ich in das Vorhaus auf

der Südwestseite trat, begann der Fall der grossen Schlossen. Diese fielen anfangs ziemlich vereinzelt und wurden mehrere derselben, sobald sie auf den weicheren Boden eines am Hause befindlichen Rasenplatzes oder in die gegenüberliegende Allee gefallen waren, von den Gymnasiasten aufgesucht und mir zugebracht. Bald wurde der Hagel dichter, die einzelnen Körner aber kleiner, vielleicht auch fielen unter der Menge von kleineren Körnern zwischen Hasel- und Wallnussgrösse die weniger zahlreichen grösseren Schlossen nicht so sehr auf.

Ein besonderer Wind wurde von mir nicht beobachtet. Dr. Kersting an der Mineralwasseranstalt ist die Windstille aufgefallen. Auch Herr L. Taube gibt für Thüringshof an, dass es windstill gewesen. Dr. v. Gutzeit auf dem Weidendamm dagegen beobachtete Westwind, und zwar ziemlich starken während des Hagelfalles, sehr starken unmittelbar vorher.

Die Richtung der unter Donnern und Prasseln schräg niederfallenden Hagelkörner war am städtischen Gymnasium von WNW., etwa  $30^\circ$  gegen die Horizontalebene geneigt. Auch an den Gebäuden der Alexanderstrasse ist nur die NWseite beschädigt, und zwar Dächer und Fenster.

Der Schaden ist in verschiedenen Theilen der Stadt sehr ungleich. Am wenigsten Beschädigungen finden sich in der eigentlichen Stadt, weit mehr in der Petersburger Vorstadt, namentlich in der Nikolai-, Alexander-, Fuhrmanns- und Artilleriestrasse, dann in der Suworowstrasse und in der Moskauer Vorstadt, besonders auf dem Riga-Dünaburger Bahnhof. Der schwer genau zu bestimmende Schaden durch zerbrochene Fenster und Dächer wird für Riga auf 60,000 Rbl. geschätzt. Menschen und Thiere sind zwar auch durch grössere Hagelstücke verwundet worden, aber doch nicht erheblich.

Die Menge des gefallenen Hagels war nicht sehr gross, indem der Boden nirgends vollständig davon bedeckt war.

In Beziehung auf die Dichtigkeit haben Dr. Kersting und Cand. Westermann an den zerschlagenen Fenstern in den Treibhäusern des Gärtners Gögginger Zählungen vorgenommen. Sie fanden in dem Garten an der Nikolaistrasse  $22\frac{1}{2}\%$ , in dem Garten an der Suworowstrasse aber  $64\%$  zerschlagener Scheiben. Dieselben Herren zählten unter den Dachpfannen des Hauses Nr. 1 an der Artilleriestrasse, dass  $15\%$  der Dachpfannen zerschlagen waren.

Die Geschwindigkeit der einzelnen Hagelkörper muss eine bedeutende gewesen sein, da nicht blos in Schieferplatten, sondern auch in Glasscheiben kreisrunde Löcher gefunden wurden. Beim Einschlagen in das Wasser der Düna veranlassten sie ein gewaltiges Aufspritzen desselben.

Ueber die Grösse der Hagelkörper sind folgende Messungen gemacht:

bis  $2\frac{1}{2}''$  von Prof. Bessard am Dünaufer bei der Citadelle;

bis  $2\frac{3}{4}''$  von Prof. Kieseritzky in der Petersburger

Vorstadt, in Nr. 4 der Fuhrmannsstrasse, nahe der Alexanderstrasse;

$8^{\text{cm}}$ , also über  $3''$ , von mir am städtischen Gymnasium;

$10^{\text{cm}}$ , fast  $4''$ , von dem Real-Gymnasiasten Rudnicki im Hofe des Schweinfurthschen Hauses am Anfange der Kalkstrasse.

Als grösstes Gewicht für einen Hagelkörper wurde gefunden:

5 Loth von mir im städtischen Gymnasium;

$67,5$  Gramm, also wenig über 5 Loth, vom Oberlehrer Gottfriedt ebendasselbst;

7 Loth vom Real-Gymnasiasten Groedinger in der Fuhrmannsstrasse;

8 Loth von Prof. Dr. Nauck in der Elisabethstrasse nahe der Eisenbahn.

8 Loth von Chemiker Seydler in der Mineralwasser-Anstalt;

- 8 Loth von Frau Zwilling in Nr. 96 }  
8 Loth von Frau Ischreyt in Nr. 100 } der Alexan-  
9 Loth von Hrn. Otto Lepke in Nr. 44 } derstrasse;  
 $\frac{1}{2}$  Pfd. von Herrn Secretair W. Kirstein auf dem Bahn-  
hof der Riga-Dünaburger Eisenbahn, mit einer klei-  
nen Balancewaage (nach schriftlicher Erklärung des-  
selben);  
1 Pfund von Herrn Oberbodenmeister Zellinsky eben-  
dasselbst, auf einer kleinen Decimalwaage mit Un-  
sicherheit von  $\frac{1}{4}$  Pfd. (nach schriftlicher Erklärung  
desselben);  
 $\frac{3}{4}$  Pfd. von Knochenhauer Kiese Wetter in der vor-  
städtischen Schmiedestrasse (nach Aussage des Pro-  
visor Pfeiffer);  
22 Loth vom Real-Gymnasiasten Graf Medem.

Ueber die Temperatur der Hagelkörner ist leider gleich nach dem Fall keine Beobachtung angestellt worden, sie muss aber mehrere Grade unter Null gewesen sein, da dieselben trotz der warmen Luft nur sehr langsam abschmolzen und ich einige Hagelkörner noch am folgenden Nachmittage gesehen habe, welche noch über 1" Durchmesser hatten und die in einem zwar kühlen, aber doch noch über 0° warmen Raume aufbewahrt waren. Herr Pfeiffer hat am Abend des 10. Mai in einem Haufen Hagelkörner, welche in einer Dachrinne lagen, eine Temperatur von fast 1° unter dem Eispunkt gefunden.

Die Gestalt der grösseren Hagelkörper war sehr mannigfaltig. Die häufigste von mir und von Anderen beobachtete Form scheint die abgeplatteter Sphäroide gewesen zu sein, meist mit eingedrückten Polen; ich möchte sie den Mandarinen vergleichen, einer kleinen Art von Apfelsinen, mit denen sie auch meist in der Grösse übereinstimmten. Während ich Vertiefungen nur an den Enden der kleinen Axe gesehen habe, gibt Prof. Dr. Nauck folgende Beschreibung: „Andere hatten einen wulstigen Rand und zeigten

sich auf einer oder auf beiden Seiten nestartig vertieft; diese waren meist von länglicher Gestalt.“ Die äussere Oberfläche war häufig glatt, nicht selten aber auch nierenförmig oder himbeerähnlich (siehe die Abbildung auf Tafel I von W. Hagen). Viele und zwar die grössten Hagelkörper waren, namentlich am Umfange des grössten Kreises, mit langen Eisspitzen besetzt, welche oft noch von der Stelle, wo sie auf der Centralmasse aufsassen, noch an Durchmesser zunahmen, ehe sie sich pyramidal zuspitzten. Prof. Bessard verglich diese Gestalten treffend mit den Morgensternen. Als ich solche Körper zu sehen bekam, erregte es sogleich meine Verwunderung, wie dieselben unzertrümmert haben herabfallen können. Obgleich diese Spitzen aus klarem Eise bestanden, so habe ich doch Krystallgestalten nicht wahrgenommen, an welche ich übrigens wol auch nicht gedacht habe (die schöne Abhandlung von Abich über Hagelbildung war mir damals leider noch nicht bekannt). Dr. Kersting aber fielen sogleich die rhombischen und sklenoedrischen Formen an diesen Eisspitzen auf. Da ich keine gute Abbildung einer solchen Morgensternform von dem Hagel des 10. Mai erhalten konnte, so setze ich in Fig. 1 der Tafel II eine Abbildung eines von Abich am 9. Juni 1869 im Kaukasus beobachteten und in dem oben genannten Werk dargestellten Hagelkörpers hin. — Fig. 2 der Tafel II zeigt ein Hagelkorn mit Zuspitzungen nach bloß einer Seite, wie ich es selbst freilich nicht gesehen habe, wie es indessen von Dr. Nauck nach der Natur gezeichnet ist. Derselbe hat von Krystallgestalten ebenfalls nichts gesehen, sondern sprach in der Sitzung des Naturforscher-Vereins vom 22. Mai 1872 die Ansicht aus, dass beim Abschmelzen eines himbeerförmigen Hagelkörpers die einzelnen Anschwellungen stärker hervortreten, so dass die Himbeerform allmählig in die Morgensternform übergeht. Nach meinem Dafürhalten ist der umgekehrte Vorgang naturgemässer, da die Spitzen leichter

abschmelzen und sich abrunden werden. — Cand. Behrman in Poderaa fand die Schlossen meist knopfförmig, einzelne sogar fast würfelförmig.

Die innere Struktur wurde beim Durchschneiden sichtbar, und fand man in den grösseren Stücken wol stets Schichten von klarem (luftfreiem) Eise abwechselnd mit Schichten von milchigem (lufthaltigem) Eise. Die krystalinischen Hervorragungen an den Morgensternformen bestanden aus klarem Eise. Die einzelnen Schichten des klaren und des milchigen Eises waren von zarten Kanälchen und Rissen in radialer Richtung durchsetzt, welche Luft führten. Die 6 ausgezeichneten Strahlen der Abichschen Zeichnung sind in Riga nicht gesehen oder wenigstens nicht beachtet worden. Die inneren Schichten waren fast concentrisch und kugelförmig, die äusseren Schichten gaben aber nur bei zur Axe senkrechten Schnitten Kreisformen, bei Axenschnitten dagegen länglich runde Formen, welche allmähig in solche übergingen, die an den Enden der kurzen Axe eingedrückt waren. Als Beispiele solcher zur Axe senkrechten Schnitte sind die Zeichnungen Taf. I von dem Polytechniker W. Hagen und Taf. II von Prof. Dr. Nauck, welche gleich nach der Natur angefertigt sind, zu vergleichen. Herr Hagen bemerkt, dass er an den Enden der rübenförmigen Hagelkörper geaderte Zeichnungen gesehen habe, welche ihn an die durch den elektrischen Funken erzeugten Lichtenbergschen Figuren erinnerten (Fig. 1, Taf. I).

In Riga blieb die Luft nach dem Hagel noch schwül und wurde vielfach ein Schwefel- und Knoblauchgeruch bemerkt. Letztere Wahrnehmung machte ich ebenfalls, an den mir bekannten Ozongeruch wurde ich aber nicht erinnert.

Der niedrige Wasserstand im Stadtgraben nach dem Hagel ist einigen Personen, namentlich auch Dr. Kersting, aufgefallen. Die Liste der leider nur um 12<sup>h</sup> Mittags abgelesenen Wasserstände ergibt:

	Wind.	Riga.	Dünamünde.
am 9. Mai	NW.	4,7	3,0 engl. Fuss,
am 10. Mai	O.	3,0	2,15 „ „
am 11. Mai	W.	5,7	4,9 „ „

Der Wasserstand war also auch schon vor dem Hagel niedrig, was bei Ost- und Südwinden gewöhnlich der Fall ist.

Von Riga aus zog die Hagelwolke nach ONO. und streute ihre Schlossen aus über Baumhof am Stintsee, über Strasdenhof am Jägelsee und über Neuermühlen am weissen See. Bei Ringenberg an der Aa hörte der grössere Hagel auf, in Hilchensfähr fielen nur noch kleine und wenig zahlreiche Körner.

Auf dem Pastorat Neuermühlen, wo am Vormittage SOwind geweht hatte, wurde ebenfalls die Westseite des Hauses durch grosse Hagelschlossen stark beschädigt, indem sowol Fenster als auch Dachpfannen zertrümmert wurden. Auch Aeste von den Bäumen waren herabgerissen, ob aber vom Hagel oder vom Winde, konnte nicht entschieden werden. Von den gefallenen Hagelkörnern wurden etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde nachher die grössten gesammelt. Die Propstin Schilling fand beim Messen als grössten Durchmesser  $3\frac{1}{2}$ “, als grösstes Gewicht an einem Lothbesmer 12 Loth. Gleichzeitig mit dem Hagelfall wurde vom Pastorat aus beobachtet, wie ein Blitz ein jenseit des weissen Sees gelegenes Bauernhaus in Brand steckte. Von einem besonderen dem Blitz zugehörigen Donner wurde unter dem Prasseln der niederfallenden Schlossen nichts gehört. Auch an der Kirche am entgegengesetzten Ende des Sees wurden viele Fenster zerschlagen. Dieser über Riga und Umgegend in einer Längenausdehnung von etwa 4 Meilen niederstürzende Hagel scheint ebenfalls ein Begleiter einer Windhose gewesen zu sein, der vierten dieses Tages, welche etwas vor 4<sup>h</sup> als eine schwarze Staubwolke mit reissender Geschwindigkeit über das östlich von Riga gelegene Gut Stubbensee hinbrauste. Sie

warf zuerst einen Theil der Küche des Dangul-Gesindes nieder, darauf den Gutshof erreichend, riss sie mit einem Ruck eine lange Scheune, neu und mit gemauerten Pfosten, vollständig nieder, Alles in einen Schutthaufen verwandelnd; ebenso wurden mehrere Obstbäume und eine alte Linde gebrochen; von der Melzerei wurde ein Theil des Daches mit Pappe, Brettern und Sparren fortgerissen und zum Theil in, zum Theil über die Mühlenstauung getragen. Einige Bretter schlugen dabei am anderen Ufer bis  $2\frac{1}{2}$  Fuss tief in den Boden, wie vom Besitzer Herrn J. Buhse gemessen ist. Die mitgerissenen Pappstücke gaben der fortziehenden Windhose das Ansehen eines Krähenschwarzes. Hagel fiel von Eiergrösse, aber nur wenig. Die Breitenausdehnung betrug nach Messung des Abstandes der äussersten beschädigten Punkte auf dem Hofe Stubbensee 700 Fuss. Weiter östlich im Walde hatte der Windbruch nur eine Breite von 40 Fuss. Auf dem Hofe waren die gebrochenen Bäume nach ONO. gefallen. Weiter fortschreitend, ist die Windhose etwa 2 Werst über den Wald hingegangen, da dort von Beschädigungen nichts zu sehen ist; dann hat sie wieder  $\frac{1}{2}$  Werst weit die Bäume entwurzelt, gebrochen, abgedreht oder zersplittert, wobei hier die Fallrichtung fast genau nach Osten ist.

Auch in ihrem weiteren Verlauf zog die Windhose anfangs zum Theil in der Höhe hin, den Erdboden verschonend. Im Rodenpoisschen werden strichweise die Bäume ausgerissen und gebrochen, von Planup an aber zieht die Trombe wieder an der Erdoberfläche hin und tritt mit gewaltigen Kraftäusserungen bei der Allasch'schen Kirche auf.

Ueber die Vorgänge bei der Kirche zu Allasch schreibt Herr G. B. v. Blankenhagen aus dem 10 Werst südlicheren Gut Allasch, dass der Morgen kühl gewesen sei bei starkem Ostwinde und bewölktem Himmel, dass um 2 Uhr der Wind ganz aufgehört und einer drückenden Schwüle Platz gemacht habe. Schwere Wolken zogen von

SW. heran, und zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags kam es zu einem starken Platzregen mit einigen Gewitterschlägen und starken Windstössen. Nach 5 Minuten war Alles vorüber. Jetzt aber sah man eine dunkle Wolke in Gestalt eines stumpfen Kegels mit herabhängender Spitze in der Richtung von SSW. nach NNO. vorüberziehen, während schwarze Körper gleich Raben in der Wolke auf- und abflatterten. Das schnelle Herannahen dieser Wolke wurde auf dem Allasch'schen Kirchhofe von einigen mit einer Beerdigung beschäftigten Leuten bemerkt. Dieselben suchten in das nahe liegende Kirchhofshäuschen zu flüchten, jedoch vergebens — von der Windhose erfasst und in die Höhe gehoben, wurden dieselben fortgeschleudert; andere, welche sich bereits niedergeworfen hatten, wurden wie Bälle fortgerollt und durch auf sie fallende Bäume und Steine stark verletzt. Ein 12jähriges Mädchen wurde 30 Faden weit fortgeschleudert und so heftig zu Boden geworfen, dass ihm der Hirnschädel und die Schultern gebrochen wurden. Ein Weib wurde ebenfalls sofort getödtet, ein anderes starb am folgenden Tage an den erhaltenen Verletzungen. Die 5 Fuss hohe Kirchhofsmauer wurde dermaassen zerstört, als ob sie mit Kartätschen zerschossen wäre, und Steine von 2 bis 3 Fuss Durchmesser waren bis 10 Faden weit fortgeschleudert. Ein Pferd, das vor dem Kirchhof angebunden war, wurde mit dem Wagen über die Mauer weit in den Kirchhof hineingetragen, wobei das Pferd unverletzt blieb, der Wagen jedoch zertrümmert wurde. Auch sonst sind in Allasch Pferde und Vieh in die Luft gehoben, Dächer abgedeckt und grosse Bäume mit den Wurzeln ausgerissen und fortgetragen worden. — Ein Granitblock auf dem Kirchhofe von 4 Fuss Länge und 2 Fuss 5 Zoll Höhe, welcher 6 Zoll tief in der Erde steckte, was an seiner Bekleidung mit Flechten ersichtlich ist, ist nach der Messung des Grafen Sievers um 5 Fuss 6 Zoll von seiner ursprünglichen Lagerstätte fortgetragen

und dabei um eine Viertelwendung gedreht worden. Während die verwüstete Strecke beim Kirchhof nur  $\frac{1}{8}$  Werst Breite hatte, nahm letztere allmähig so zu, dass sie  $9\frac{1}{2}$  Werst weiter bereits  $\frac{3}{4}$  Werst betrug. Hagel fiel in Allasch nicht. Nach dem Sturm trat eine drückende Schwüle ein, die sich erst spät am Abend verlor.

Der verwüstete Forst von Allasch wurde später vom Oberförster Fritsche besucht, welcher darüber berichtet, dass die Bäume nach allen Richtungen regellos durcheinander gelegen haben. An den gebrochenen Bäumen, deren er mehr als hundert untersuchte, fiel es ihm auf, dass stets die eine Seite schwarz gefärbt war und wie verkohlt aussah, gleichviel ob dies die obere oder untere, oder sonst eine andere Seite der Stämme war, während die entgegengesetzte Seite noch frisch und grün war. Da auch an den durch die Trombe verletzten und getödteten Personen die unbedeckten Stellen der Haut wie tättowirt ausgesehen haben sollen, so spricht er die Vermuthung aus, dass die schwarze Seite der Stämme diejenige gewesen sei, welche der Einwirkung der Trombe zunächst ausgesetzt war.

Es mag gleich hier erwähnt werden, dass solche scheinbar verkohlte Rinden an den vom Wirbelsturm gebrochenen Bäumen auch in Meyershof vom Grafen Sievers im Frühjahr 1873 — also ebenfalls lange nach der Windhose — beobachtet sind. Graf Sievers bemüht sich nachzuweisen, dass diese Verkohlungen nicht in Folge von Waldbränden oder Hüterfeuern entstanden sein können, da sie an den hoch abgebrochenen Stämmen sich bisweilen erst mehrere Fuss über dem Erdboden zu zeigen beginnen. Graf Sievers, der diesen Erscheinungen ein besonderes Interesse zuwendet, hält dieselben für wirkliche Verkohlungen, durch die Hitze der freigewordenen Elektrizität hervorgerufen, und bezeichnet sie als „Feuererscheinungen“. — Die mikroskopische Prüfung der von Herrn Fritsche mitgebrachten Proben ergab aber, dass die schwarze

Färbung der Rinde von einer Menge kugliger Pilze herühre, wie dies zuerst von dem Docenten Glasenapp erkannt ist. Dr. Buhse bestimmt den Pilz als zur Gattung *Sphaeria* gehörig, welcher Kernpilz auch sonst oft absterbende Hölzer in Massen bedeckt und in den Regentagen, welche dem 10. Mai folgten, die günstigsten Bedingungen zu seiner Entwicklung erhielt. Graf Sievers hat diese Schwärzung nicht blos einseitig, sondern sogar ringförmig den Stamm umgebend angetroffen; er fand „sogar ein losgerissenes, aber noch in der Erde steckendes Stück einer 20 Fuss langen Wurzel beim Herausziehen aus der Erde bis ans Ende mit Feuerspuren gezeichnet.“ Die aus Meyershof eingesandten Proben enthalten denselben Pilz wie die Rindenstücke aus Allasch.

Von Allasch zog die Windhose ins Segewold'sche Kirchspiel, worüber Pastor Girgensohn aus dem Pastorat berichtet: Am Morgen dieses Tages hatte das Thermometer nur  $12\frac{1}{2}^{\circ}$  C. gezeigt und ein scharfer, kalter Wind machte den Aufenthalt im Freien den Vormittag über unangenehm. Um die Mittagszeit wies das Thermometer plötzlich  $+ 25^{\circ}$  C. und eine schwüle Luft wehte dem Hinaustretenden entgegen. Am Nachmittage zwischen 4 und 5 Uhr sahen wir Unheil verkündende Gewitterwolken von Treiden her heraufziehen, begleitet von heftigem Nordweststurm. Eine unheimliche Dunkelheit breitet sich über das Haus; bald donnerte und blitzte es; der Sturm wurde immer heftiger, ein Hagelschauer rieselte herab, zuerst nur in erbsengrossen, allmähig aber in immer grösseren Schlossen bis zu  $1\frac{1}{2}$  Zoll im Durchmesser, die mit solcher Gewalt die Fenster trafen, dass sie runde Löcher einschlugen, ohne die Scheiben zu zertrümmern. Im Ganzen aber war der durch den Hagel verursachte Schaden unbedeutend. Vom Pastorat aus erblickte man jetzt im Süden eine schwarze Rauchsäule, welche, Alles vor sich niederwerfend, eine Werst östlich vom Pastorat in der Richtung

von SW. nach NO. vorüberraste. Die Windhose zerstörte die Gesinde Tohsche, Sprigul, Naske, Struppul und Kimmel; dennoch wurde von den Leuten, welche in den Gesinden waren, wie durch ein Wunder Niemand getödtet. Ein 10jähriger Knabe aber, welcher im Freien die Schweine gehütet hatte, wurde mit zerschlagenen Gliedmassen todt auf dem Felde gefunden. Als Belege für die Gewalt des Sturmes führt Pastor Girgensohn an, dass aus einem Gesinde eine mit schweren Feldsteinen belastete Wäschrolle fortgeführt und nicht wieder gefunden ist. Aus demselben Gesinde verschwand auch eine 4 Fuss hohe, mit Matratzen und Kissen gefüllte Kiste. Fortgerissene Bretter wurden so tief in den Boden gejagt, dass sie mit der Hand nicht gerührt werden konnten.

Die Windhose von Segewold erschien dem Baron Tiesenhausen von einem Dache in Klingenberg aus, welches 11 Werst nördlich liegt, in Form von zwei aus einer dunklen Wolke herabhängenden Zipfeln. Der Wirth im Leies-Drelle-Gesinde sagt von der nahe an ihm vorüberziehenden Trombe, dass am Boden fast beständig ein Feuerschein hervorgesprüht habe und vergleicht das Getöse dem Geklapper eines schnell über Bretter hinfahrenden Wagens.

Dort, wo die Windhose die Chaussée überschritt, beobachtete Graf Sievers, dass die einzeln stehenden Morastbirken von 7 bis 12 Fuss Höhe ihrer Rinde bis auf das weisse Holz beraubt und die nackten Astspitzen vollständig zerfasert waren, während die von der Windseite abgewandten Aeste Rinde und Blätter behakten hatten.

Von hier ging die Windhose über Wiesen und Moräste zwischen dem Ohsol-Krüge an der Chaussée und dem Wersche-Krüge an der alten Wendenschen Strasse hindurch, streifte das Gut Paltemal, auf welchem sie aber doch einen neuen Viehstall, eine mit Ziegeln gedeckte Futterscheune und eine grosse Kornscheune total zerstörte,

andere Gebäude theilweise beschädigte und 100 Lofstellen Birkenwald niederlegte. Die alten, am Gutsgebäude stehenden Ahorn-, Eichen- und Pappelbäume wurden mit den Wurzeln ausgerissen. Hier und da fielen Hagelkörner bis zu Faustgrösse.

Mit voller Gewalt traf aber die Windhose die Güter Rammenhof und Kempenhof, die bis auf den Grund zerstört wurden. In Ermangelung einer Zuschrift von dort setze ich hier einen der Rigaschen Zeitung zugesandten Bericht her: „Ein Hüterjunge ist in Stücke gerissen worden, eine Viehheerde verschwunden, mehrere Pferde mit den Eggen fortgerollt und an den Bäumen zerbrochen worden. Es wird in Kempenhof mindestens eine Woche dauern, um uns den Weg durchzuhauen durch die entwurzelten Bäume. Gewiss mindestens 20 Gesinde dieser Güter sind so vollständig verschwunden, dass man nicht mehr ein Fundament sieht. Der Verlust der beiden Güter Rammenhof und Kempenhof ist auf mindestens 80 bis 100,000 Rbl. zu veranschlagen.“ Selbst die im Jahre 1842 massiv aus Feldsteinen mit 3 Fuss dicken Mauern erbaute Kirche wurde in einen Schutthaufen verwandelt (siehe das Titelbild), indem nur noch der Steinbau des Thurmes und die Wand hinter dem Altare stehen geblieben sind nebst kleinen Partien der Wandmauer neben dem Thurme, soweit dieselben durch das zwischengebaute Orgelchor Stützen erhalten hatte. Der hölzerne, mit Blech gedeckte spitze Thurmaufsatz ist, nachdem das Blech abgerissen und Theile davon bis ins Karlsruhesche getragen worden, zusammenhängend 225 Fuss weit fortgetragen und so hingeworfen, dass er, einer grossen Papierdüte gleich, mit der Spitze zur Kirche gekehrt auf der Erde liegt, 25 Fuss lang, 10 Fuss breit. Von den 18 Hofesgebäuden hat nicht ein einziges sein Dach behalten, von den meisten steht nur der einfache Steinwürfel, viele ohne Lagen. Das vor 12 Jahren erbaute solide hölzerne Wohnhaus hat sein Dach,

meist auch die Sparren verloren; die geschlossenen Thüren im Hause sind fast alle zerbrochen, die Wände gerückt oder verschoben, zum Theil stark geneigt. Und endlich alles an Bäumen, darunter prachtvolle Eichen, Rüstern, Ahorn zerbrochen, oder mit den Wurzeln ausgerissen, das Laub an den Sträuchern sieht wie verbrüht aus, während an den jungen Bäumchen die Rinde abgeplatzt ist. Sonst sind noch eine Hoflage und 3 Gesinde in Kempenhof, in Rammenhof ein Theil des Hofes und ein Gesinde zerstört.

Von Kempenhof ging die Windhose und der sie begleitende Hagel in den Wendenschen Kreis über, wo deren Gang nach den vom Grafen C. G. Sievers gesammelten Notizen sehr genau verfolgt werden kann. Es wurden nach einander getroffen, zunächst in der Richtung von SW. nach NO.: die Dubinskischen Gesinde Wehle und Swahte, das Karlsruhesche Gesinde Sohrke und der Rakstekrug an der Aa, dann ging sie etwa eine Werst die Landstrasse entlang, immer auf dem östlichen Ufer der Aa bleibend, bog dann in die Meyershofschen Schluchten rechts ab und zerstörte die zu Meyershof gehörigen Gesinde Ubol und Ohlupe, ebenso die Gebäude von Wehjoschar, streifte dann, wieder mehr nördlich ziehend, die Höfchen Katharinenberg und Kallenhof und warf, wieder rechts, d. h. nach Osten abbiegend, die Höfchen Blussen und Seltekaln vollständig über den Haufen, worauf sie dann über die Weissensteinsche Hoflage Brunnenhof, einen Theil des Freudenbergschen Waldes niederwerfend, über die Johannenhofsche Hoflage Lihban und 4 Gesinde (Inkul und Jaunsem) zerstörend herfiel, sich über die Krons-Freudenbergschen Gesinde Katjke, Kaln- und Leies-Gibbohn, Kaln- und Leies-Pohdinj, Pahlen und Kiule, die tollsten Kraftproben hinterlassend, ausbreitete und sich am untern nördlichen Ende dieser Hochfläche theilte, worauf die nördliche Trombe über

den Raunekrug und die Raunebrücke, letzterer das Geländer raubend und einige Lagerbretter aufwirbelnd, in die Schlucht des Wolmarschen und Lindenhofschen Weges hinaufzog und sich in dem angrenzenden Walde verlief, in demselben die meisten Bäume in alle möglichen Richtungen durch und über einander werfend, während sich die südliche Trombe in der seitherigen Richtung über das Lindenhofsche Spalling-Gesinde fort auf Lindenhof selbst zuwarf, dort mehrere Gehege und ein paar Gebäude auf Lindenhof selbst, wie auch die unweit gelegene Buschwächterei niederlegend, und dann durch einen angrenzenden Wald zog, darauf plötzlich, ohne dazwischen liegende Spuren zu hinterlassen, einen Seitensprung von etwa  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  Werst von der rechten auf die linke Seite der Walkschen Strasse hinübermachend und ihre seitherige Richtung einhaltend, direct auf den Stürzenhofschen See und das Kronsgut Stürzenhof zog und dann noch einmal an dem Mahrzenschen Gesinde Dambe ihre Kräfte versuchte. Von da ging die Trombe zwischen den Gütern Wilkenpahlen und Dutkenshof hin, wie sich an einem gebrochenen Kiefernbestand nachweisen lässt. Weitere Spuren für diesen Ausläufer der Trombe fehlen.

Ueber den näheren Hergang schreibt mir Herr Cand. phys. A. Haensell, Lehrer in Birkenruh: „Am 10. Mai

7<sup>h</sup> Morgens + 7<sup>o</sup> R. NOwind, bewölkt,

1<sup>h</sup> Nachmittags + 15<sup>o</sup> R. windstill, Haufenwolken,

4<sup>h</sup> Nachmittags + 18<sup>o</sup> R. sehr schwül.

Das Barometer (ich selbst besitze leider keines) soll im Laufe des Nachmittags stark gefallen sein. Von NW. zog ein Gewitter auf, doch kam es nicht nahe. Um 5<sup>h</sup> fing es bei ungemein starkem Winde an ein wenig zu regnen, der Wind setzte in Stößen von allen Himmelsgegenden ein, so dass die Windfahne nicht zur Ruhe kam. Um 5<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> fielen in Birkenruh die ersten Hagelkörner. Ich begab mich ins Freie, um unmittelbar das Unwetter

zu beobachten. Der starke Wind ward zum Sturme aus WSW. Die Wolken zogen ungemein niedrig mit enormer Geschwindigkeit und zeigten die dunkle röthliche Färbung und die zerrissenen Ränder der Hagelwolken. Der Hagel fiel sehr undicht, meist in der Grösse einer Wallnuss; doch habe ich auch Stücke von Faustgrösse gesehen. Das Gewicht der Körner betrug durchschnittlich 1,5 Loth. Die grössten wogen 4—8 Loth. Die Oberfläche der frisch gefallenen war zuweilen mit spitzen Eiskrystallen überzogen. Im Innern zeigten sie einen kleinen weissen Kern, um welchen sich abwechselnd 6—8 concentrische Schichten von durchsichtigem und weissem, also lufthaltigen Eise herumlegten. Ihre Form war meist rund, etwas abgeplattet. Das Hagelwetter und der Sturm dauerten etwa 8 Minuten. Das Thermometer fiel unterdess auf 14° R. Das Gewitter während des Hagels war sehr schwach. Um 8<sup>h</sup> Abends stand das Thermometer wieder auf 16° R. Am nördlichen Himmel sah ich bis 11<sup>h</sup> Wetterleuchten.

Dieses waren die Erscheinungen in nächster Nähe. Von meinem Standpunkte aus konnte ich eine ziemliche Strecke südlich von Birkenruh übersehen. Während die Wolken über uns in gerader Richtung, von WSW. kommend, herüberzogen, bot sich mir in der Entfernung von etwa 2½ Werst zwischen den Gütern Meyershof und Katharinenberg ein anderes Schauspiel dar. Dort strömten die Wolken aus allen Richtungen zusammen, um sich wie in einem Trichter, der auf einer schwarzbraunen Staubsäule ruhte, zu ergiessen. Die Windhose bewegte sich mit grosser Geschwindigkeit vorwärts, so dass sie nach etwa ¼ Minute für mich durch vorstehende Bäume unsichtbar wurde.

Meine eigene Anschauung beschränkt sich nur auf die Strecke von Meyershof bis zum Freudenbergschen Walde, auf welcher ich den Gang des Orkans Schritt für Schritt verfolgt habe. In den Meyershofschen Wald hat er eine Bresche von  $\frac{3}{4}$  bis 1 Werst Breite geschlagen, und zwar

so, dass ziemlich in der Mitte derselben, wie sich leicht erkennen liess, die Windhose gehaust, während sie von einem viel breiteren Lichtstrome begleitet wurde. In der Breite von etwa 30 Schritt sind die Bäume nach allen Richtungen hin gefällt und umhergeworfen. Starke Laubbäume sind meist entwurzelt oder es sind ihnen die Kronen sichtlich abgedreht, während das Nadelholz meist nach allen Richtungen hin oft kurz über der Wurzel gebrochen und weggeführt ist. Jungholz ist meist nur geknickt und wie das Gesträuch zerzaust. Zudem ist alles Laub mit einer dicken Kruste von Schmutz und Staub überzogen, welche demselben ein welkes, vertrocknetes Aussehen giebt. Zu beiden Seiten dieses scharf abgegrenzten Striches liegen alle Bäume nach einer Richtung, und zwar ist das Nadelholz grösstentheils in einer Höhe von 1 bis 2 Faden gebrochen, während die Birken, Ellern etc. nur gebogen sind. Das Laub ist rein und frisch. Auch an den zerstörten Gebäuden lassen sich die Wirkungen der Windhose von denen des Sturmes unterscheiden. Erstere hat Alles, wie die Gesinde Ubol, Ohluppe, die Hoflage Blussen und Seltেকaln, zerstört und durcheinandergeworfen, letzterer Dachstühle abgehoben und in gerader Richtung fortgetragen und die der Windseite zugekehrten Wände eingerissen.

Ueber die Geschwindigkeit des Sturmes lassen sich schwer richtige Angaben machen. Ich bemerkte die Windhose in der Gegend von Kallenhof um 5<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> Abends. Ein anderer Beobachter, Lehrer Schmidt aus Stürzenhof, ist daselbst um 5<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> in der Windhose drin gewesen, so dass also der Orkan (vorausgesetzt, dass unsere Uhren übereinstimmen) die Strecke von 18 Werst, da er in gerader Richtung ging, etwa in 15 Minuten zurückgelegt hat, was ungefähr 70 Fuss russisch in der Secunde macht\*).

---

\*) Auch die Vergleichung der Uhr des Grafen Sievers mit der des Arrendators von Stürzenhof ergibt für die Trombe eine Geschwindigkeit von 1 Werst in der Minute.

Ueber die in der Windhose selbst auftretenden Erscheinungen habe ich zuverlässige Nachrichten nur von dem oben genannten Herrn Schmidt aus Stürzenhof erhalten können. Die Menschen, welche drin gewesen und mit heiler Haut davongekommen, sind meist Bauern, welche den Untergang der Welt (Pasterdeena) erwartend, Feuer gesehen und Schwefel gerochen haben. Herr Schmidt befand sich zwar in einem solid gebauten Hause, das mit zerfetztem Dach und zerbrochenen Fenstern und Thüren davon gekommen ist. Er erzählt: es sei bei ruhigem Wetter in der Stube plötzlich dunkel geworden, und kaum habe er den Wunsch nach Licht äussern können, als das Haus in seinen Grundfesten erschüttert worden, durch die zerbrochenen Fenster und Thüren Holzsplitter, Schmutz und Staub hineingeflogen seien. Er hat weder einen besondern Geruch, noch eine Temperaturerhöhung beobachtet, wie einige Bauern es wahrgenommen haben wollen.“

Soweit das Schreiben des Herrn Haensell.

Was die Fallrichtung und den Sinn der Rotation der Wettersäule anlangt, so heisst es meist in den Berichten, dass die Stämme nach allen Richtungen bunt durcheinander lagen, bisweilen auch, dass die Stämme meistens parallel und senkrecht zur Richtung des Trombenweges gelegen, wobei leider die eigentliche Richtung noch zweideutig bleibt. Ebenso heisst es, dass die Bäume abgedreht, dass sie wie ein Strick zusammengedreht sind; der Sinn der Drehung aber wird meist verschwiegen. Fast alle genauen Angaben über Fallrichtung und Drehung der Bäume am 10. Mai verdanken wir dem unermüdlich und überall gründlich untersuchenden Grafen Sievers. Ehe ich aber die in seinen Mittheilungen zerstreuten Angaben hier zusammenstelle, schalte ich zuvor zu besserem Verständniss noch folgende allgemeine Betrachtung hier ein:

Wenn ein Wirbelwind, wie der vom 10. Mai, von SW. nach NO. fortschreitet und zugleich von N. über W. rotirt,

was auf der nördlichen Halbkugel gewöhnlich der Fall ist, so muss ein Ort, über den die Mitte des Wirbels hinget, nach einander in die Lagen a, b und c kommen (siehe Taf. III, Fig. 6); der Wind aus SO. springt nach kurzer Windstille in einen Wind aus NW. über, so dass hier auch die Bäume nach entgegengesetzten Richtungen gebrochen werden können. Befindet sich ein Ort aber auf der linken Seite des Wirbels, so kommt er nach einander in die Lagen d, e und f, der Sturm fängt bei ihm mit O. an, geht dann in NO. über und endigt mit N.; die Drehung des Windes erfolgt also hier von N. über W., dem Zeiger der Uhr entgegen. Ein Ort auf der rechten Seite des Wirbels kommt dagegen nach einander in die Lagen g, h und i, der Sturm beginnt aus S., geht in SW. über und endigt als W.; die Drehung des Windes erfolgt somit hier von N. über O., also in dem Sinne, wie sich der Zeiger einer Uhr bewegt.

Findet aber ausser der Rotation der Lufttheilchen noch ein Zuströmen derselben nach dem Mittelpunkt des Wirbels statt, so wird die Bewegung der einzelnen Lufttheilchen durch die Fig. 7 der Taf. III annähernd dargestellt.

Der Sinn der Drehung bleibt auf beiden Seiten der frühere, die Grösse der Drehung jedoch wird verstärkt; die Bäume werden zugleich nach innen geworfen, d. h. dorthin, wo der Mittelpunkt des Wirbels hinzieht, auf der rechten Seite aber mit einer Neigung vorwärts, auf der linken Seite sogar mit einer Abweichung rückwärts. Dabei kann es denn geschehen, dass nahe bei einander stehende Bäume nach verschiedenen Richtungen niedergeworfen werden, indem die schwächeren Stämme dem ersten Anprall des Wirbelwindes erliegen, während die stärkeren erst nach stattgehabter Drehung des Windes gebrochen oder abgedreht werden.

Ich muss darauf verzichten, diese Betrachtungen hier

noch weiter auszuführen, und kehre daher zu den Beobachtungen an der Windhose des 10. Mai zurück.

Bei Sohrke, wo der Trombenweg noch schmal ist, sind von 6 mächtigen Eichen zwei nach NO. gebrochen, die drei nordöstlich davon stehenden nach W. gebrochen, die sechste ist stehen geblieben. Ging hier die Mitte der Trombe mit Beibehaltung ihrer allgemeinen Richtung hinweg, so wird das Niederwerfen der Eichen nach fast entgegengesetzten Richtungen verständlich. Vielleicht fanden aber hier, wo tiefe Schluchten beginnen, lokale Abweichungen von der normalen Bewegung des Wirbels statt. — Hinter Sohrke, wo sich die Trombe mehr ausbreitet, so dass sogar innerhalb des zerstörten Gebietes eine unverwüstete Stelle bleibt, sind auf der linken Seite die Bäume meist nach SO., also zur Mitte der Trombe, auf der rechten Seite nach NNO., also fast in der Richtung des Fortschreitens der Trombe mit nur geringer Neigung zur Mitte gebrochen. Bei Meyershof sind die Bäume der linken Seite nach innen, sogar etwas rückwärts niedergeworfen, während sie rechts nach innen liegen mit einer Abweichung nach vorn. Bei Kathrinenberg auf der linken Seite der Trombe sind (siehe Taf. IV, Fig. 8) die Bäume zur Mitte des Trombenweges gebrochen mit geringen Abweichungen vor- oder rückwärts. Auch ein Dach ist hier nach SW. fortgetragen worden, also ebenfalls mehr rückwärts als zur Mitte des Wirbels.

Von den 8 Bäumen, welche abgedreht sind und deren Drehungsrichtung angegeben ist, sind 6 von N. über W. gedreht, also wie dies bei einem von N. nach W. rotirenden Wirbel auf der linken Seite zu erwarten ist.

— Wenn nun die beiden Bäume bei a und b hiervon eine Ausnahme machen, so braucht man noch nicht mehrere und sogar entgegengesetzte Wirbel anzunehmen, denn es mag vielleicht der Baum a auf der Südseite in Aesten und Belaubung stärker entwickelt gewesen sein, so dass er

sich gleich bei dem ersten Anprall des Oststurmes den übrigen Bäumen entgegendrehte. Dasselbe fand wol auch bei dem Baume b statt, wo aber diese abnorme Drehung durch das Niederstürzen des benachbarten Baumes auf seine östlichen Aeste beschleunigt oder auch allein veranlasst sein kann. Auch von der gegenüberliegenden rechten Seite des Trombenweges hat Graf Sievers eine Karte angefertigt. Die Fallrichtung der Bäume ist hier nach innen mit einer meist starken Abweichung nach vorn. Hier ist bei 14 Bäumen die Drehungsrichtung angegeben, von denen 9 die für die rechte Seite normale Drehung von N. über O. haben. — Graf Sievers hat diese Drehungen in seine Karten eingetragen, ohne theoretische Betrachtungen daran zu knüpfen. Die Mehrzahl der verzeichneten Drehungen spricht dafür, dass der Wirbel sich von N. über W. drehte. Dies wird aber auch durch die unmittelbare Beobachtung an der Wettersäule selbst bestätigt, welche Graf Sievers in Wenden von SW. auf sich zukommen sah. Er bemerkte damals, dass „weisse Wolkenflocken“ am Südrande der dunklen Säule erschienen und am Westrande verschwanden, und schliesst mit Recht daraus, dass die Trombe von N. über W. rotirte.

Für das Kallenhofsche Birkengehege hat Graf Sievers ebenfalls eine Karte angefertigt mit Angabe von Drehungsrichtungen. Die Grösse der Drehung gibt er für einige Bäume zu  $\frac{2}{3}$ , bei einem sogar zu  $\frac{3}{4}$  einer vollen Umdrehung an. Für die scharfe Begrenzung des Verwüstungsgebietes führt er an, dass von einer Birke, auf deren nördlichem Gipfel sich ein Storchnest befand, der südliche Theil niedergebrochen sei, während das Storchnest unversehrt blieb und der Storch nachher wieder auf seinem Neste gesehen wurde. Von 18 Bäumen sind 10 von N. über W., 8 von N. über O. abgedreht. Da dies Gehege auf der linken Seite des Trombenweges liegt, so ist hier nur eine geringe Majorität für die normale Drehung vorhanden und gerade

die äussersten (nördlichsten) Bäume haben die Drehung von N. über O. Dabei sind viermal nahe bei einander stehende Bäume in entgegengesetztem Sinne gedreht, so dass man fast annehmen muss, dass hier mehrfache Wirbel stattfanden. — Von den Beobachtern der Wettersäule selbst gibt Landrichter von Wolffeldt, welcher dieselbe von einem hochgelegenen Hause in Wenden beobachtete, an, dass es ihm geschienen habe, als ob mehrere Säulen in wechselnder Zahl sich neben einander gedreht haben.

Während schon bei Rakste eine Theilung und Wiedervereinigung der Windhose sich zeigt, und dieses sich in den Meyershofschen Schluchten wiederholt, zugleich mit einer Abzweigung kurzer Ausläufer auf der linken Seite, scheint bei Brunnenhof wenigstens eine Dreitheilung stattgefunden zu haben, da (siehe Taf. IV, Fig. 9) an dem Gebäude 1 der Theil a gehoben und gedreht, der Theil b zusammengestürzt, c aber unverletzt ist, während gleich darauf die Gebäude 2 und 4 und die Ecke a von 3 zerstört sind. 5 und der grösste Theil von 3 sind unbeschädigt, die Bäume bei 6 aber wiederum niedergebrochen.

Ueber die Zerstörungen, welche die Trombe vom 10. Mai in der Umgegend von Wenden angerichtet, entnehme ich den Berichten des Grafen Sievers das Nachfolgende:

Von den schon erwähnten Eichen des Sohrke-Gesindes hatte die erste einen Durchmesser von 6' 1"; sie ist unmittelbar über der Wurzel gebrochen und 9' 4" fortgetragen. Die zweite von 5' 8" Durchmesser ist mit den Wurzeln aus der Erde gerissen. — Im Behrsingwalde ist einer Kiefer, welche 4' hoch 17" Durchmesser hat, in 4½ Faden Höhe zuerst die Krone abgebrochen, dann ist der Stummel mit den Wurzeln aus der Erde gerissen. In einer Schlucht neben dem Wohngebäude von Wehjeschar, etwa 40 Fuss niedriger als dieses, wurde ein Stapel Brennholz und ein Stapel von 400 Brettern, welche 4 Faden lang und 1 bis

3 Zoll dick waren, der Art fortgerissen und zerstreut, dass der Besitzer nach 4 Tagen erst 140 Stück wieder gefunden hatte. Die gefundenen Bretter waren nach W. und S. bis zu  $\frac{3}{4}$  Werst fortgetragen. — Im Ohluppe-Gesinde war der Schornstein abgebrochen und lag als ein zusammenhängendes Rohr, an dem kein Ziegel fehlte, nachdem er die Lage zertrümmert, auf dem Boden des Wohnzimmers. Die Wände des Wohnhauses waren verschoben, das Dach abgerissen. In Brunnenhof ist an einem Gebäude (siehe die frühere Zeichnung) ein Stück von 8 Balkenlagen zusammenhängend mit der äusseren Ecke um 12 Fuss, mit der inneren um 18 Fuss verschoben. Drehung von N. über W. Bei Kaln Jaunsem ist ein Riegentheil von 9 Balkenlagen mit aufliegender Lage an der rechten Ecke um 12 Fuss, an der linken um 20 Fuss verschoben, während das übrige Gebäude vollständig zertrümmert wurde. In Leies-Gibbon wurde ein Riegentheil von 10 Balkenlagen mit aufliegender Lage an einer Ecke um 13 Fuss 9 Zoll, an der anderen Ecke um 21 Fuss 1 Zoll verrückt. Auf dem Schornstein dieses Gebäudes lag als Schlussstein ein durchbohrter quadratischer Kalktuff von  $2\frac{1}{2}$  Fuss Seitenlänge und 7 Zoll Höhe; derselbe war 4 Faden weit fortgeschleudert. Von der Kleete dieses Gesindes, welche genau und sorgfältig gebaut war, sind die beiden oberen Balkenlagen mit dem Dache gehoben und über zwei danebenstehende Häuser 100 Schritt weit fortgetragen und dann auf einer Wiese der Art hingetrieben worden, dass Furchen von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Fuss Tiefe und 3 bis 8 Fuss Länge sich eine halbe Werst weit finden.

In Stürzenhof ist nach Aussage des Lehrers Schmidt eine Kiefer von 27 Zoll Durchmesser 95 Schritt durch den Orkan fortgetragen worden. Den Stürzenhofschen See hat die Trombe als Wasserhose überschritten und eine grosse Menge Wasser aufs Ufer geworfen.

An kleinen Bäumen und Sträuchern war meist das

Laub abgestreift, sie selbst aber mit Stroh umwickelt und mit Erde überzogen. Gegen einen Holzstapel im Gibbon-Gesinde war so viel Erde und Stroh angetrieben, dass alle Vertiefungen der Holzenden ausgefüllt und so eine Art Lehmschlagmauer hergestellt war. Dieses Stroh entstammte nur zum Theil den abgerissenen Dächern, zum Theil wurden auch die Roggenfelder so verwüstet, dass sie umgepflügt und neu besäet werden mussten.

Ueber Verletzungen und Tödtungen von Menschen und Thieren ist Folgendes zu melden:

Im Ohlupe-Gesinde wurde ein Weib mit einem Kinde in eine Lehmgrube geschleudert und von einer niedergebrosenen Espe bedeckt. Das Weib, dem einige Rippen gebrosen waren, starb an den Folgen. Ein Pferd wurde über eine Vertiefung getragen und auf einen Haufen von drei übereinander gestürzten Kiefern und einer Birke niedergesetzt, auf dem man das Thier später im Verenden antraf.

Bei Seltokaln wurde ein 16jähriger Junge 30 Schritt durch die Luft in einer zum Fortschritt der Trombe entgegengesetzten Richtung fortgewirbelt und in einen Teich geschleudert, aus dem er sich indessen herausarbeitete. Gleichzeitig wurde ein mit Saatkorn beladener Wagen, an dessen Räder der Wirth und dessen Knecht sich hingen, emporgehoben. Die Trümmer des Wagens, den darauf die Menschen losliessen, fand man bis auf eine Werst nach Brunnenhof getragen.

Von den Erschlagenen erregte ein kleines 11jähriges Mädchen in Blussen das höchste Interesse; ihre Leiche wurde von Hunderten von Menschen besucht. Es hatte still und friedlich in einer Scheune in einem Gesangbuch gelesen; ein umstürzender Schrank hatte im Nu seinen Kopf zerschmettert und das noch auf dem Schoosse liegende fromme Buch war von blutigem Hirne schauerlich übergossen. Doch dicht neben dieser Unglücksstätte hatte sich

ein kleines 3jähriges Kind in Schreck und Angst unter das grosse Bett verkrochen, und während nun Dach und Hausgeräth wüst durcheinanderstürzt und man die Menschen mehr oder weniger schwer beschädigt aus dem Wust herauszog, war das Kind gesund und wohlgemuth unter dem schützenden Bett hervorgekrochen.

Der Leies-Inkul-Wirth und 4 Leute aus Lihban hatten sich beim Herannahen der Trombe niedergeworfen, und theils am Gesträuch, theils aneinander sich haltend, wurden sie hin- und hergeworfen; der jüngste von ihnen hatte sich nicht halten können und war weit fortgerollt. Sie sprechen von gewaltiger Hitze und Feuererscheinung, die aber beide nur ganz kurze Zeit andauerten. — Am Leies-Jaunsem-Gesinde fand man ein Weib, mit Wunden am Kopf und an einem Bein, sterbend auf ebener Erde. Es war zuletzt weiter in der Richtung gesehen, wohin die Trombe zog. In dem Gesinde hatten sich 7 Personen betend in eine Ecke zusammengedrängt; sie blieben unverehrt, obgleich das Dach, die Lage und kleinere Gegenstände aus dem Zimmer fortgeführt waren.

In Kaln-Pohding wurde ein Weib und ein Mädchen erschlagen. In Stürzenhof wurde ein Knecht eine weite Strecke auf dem Boden fortgerollt, bis es ihm kurz vor dem See gelang, sich an einem Baume festzuhalten. Eine Kuh wurde am Leimann-Gesinde zwischen zwei aus einer Wurzel gewachsenen Birkenbäumen so eingeklemmt, dass man sie nur durch Absägen des einen Stammes aus dieser Lage befreien konnte. Auch sonst sind einige Kühe und Pferde theils beschädigt, theils getödtet worden.

Hagel fiel auf der von der Windhose verwüsteten Strecke nur wenig, wurde wol auch weniger beachtet; in Brunnenhof erreichte er Faustgrösse, wie Herr F. G. v. Blankenhagen berichtet.

Rechts vom Wege der Windhose und derselben sehr nahe, wird aus Putter und Muischnek (sie liegen nahe bei

Ubol und Kathrinenberg) berichtet, dass etwas Regen und bohnergrosser Hagel vor dem Vorüberziehen der Windhose gefallen sei; während des von hier beobachteten Vorüberziehens war auch hier starker Wind und eine mit Staub erfüllte Atmosphäre, dann trat plötzlich Windstille und Sonnenschein ein. Sonst wird von der rechten Seite nichts von Hagel gemeldet; von Weissenstein,  $2\frac{1}{2}$  Werst östlich von Brunnenhof, meldet Herr F. G. v. Blankenhagen ausdrücklich, dass dort weder Hagel noch Sturm stattgefunden habe.

Westlich vom Wege der Windhose fiel dagegen viel Hagel, nahe dem Trombenstriche grosser, weiter ab kleiner, aber dichter, welcher noch weiter in Regen überging. Der Hagelstrich dehnt sich aus von Segewold über Raiskum bis Palmhof; sogar bei Wolmar wurde noch kleiner Hagel beobachtet.

Aus Raiskum schreibt Herr v. Vegesack, dass um  $5\frac{1}{2}$  Uhr Nachmittags bei starkem NWwinde, während die Wolken von SW. nach NO. zogen, bei ihm Hagel gefallen sei, anfangs klein, dann in Wallnussgrösse mit strahlenförmig hervorstehenden Eisspitzen. Fenster wurden viele zertrümmert, auch die Roggenfelder beschädigt. Vor dem Hagelwetter war es schwül bei  $20^{\circ}$  R., nach dem fast eine halbe Stunde andauernden Unwetter sank das Thermometer doch nur auf  $17^{\circ}$  R., stieg auch bald wieder auf  $20^{\circ}$  R. Die Luft war windstill geworden. Der Raiskumsche See dampfte so stark, wie dies sonst nicht bemerkt ist.

Der Lenzenhofsche Förster Lange behauptet, dass bei ihm der Hagel einen halben Fuss hoch den Boden bedeckt habe; es blitzte stark und roch nach Schwefel.

Der Hagel in der Stadt Wenden war von bedeutender Grösse und Stärke, der Durchmesser einzelner Stücke betrug 3, ja auch  $3\frac{1}{2}$  Zoll, ihr Gewicht soll bis  $\frac{3}{4}$  Pfd. erreicht haben. Auch hier war die Rübenform die gewöhnlichste, aber auch zackige, strahlige, kantige Stücke kamen

vor. Auch hier waren die beiden Pole meist eingedrückt, ja man will sogar ringförmigen Hagel gesehen haben. Auf der West- und Nordwestseite fast aller Häuser waren viele Fensterscheiben zertrümmert (bei einer Hausfronte von 60 Scheiben wurden 31 Scheiben zerbrochen), häufig wurden kreisrunde Löcher in die Scheiben geschlagen. Nicht blos der Hagelschauer, auch die von der Windhose emporgerissenen Gegenstände wurden ausschliesslich auf die linke Seite des Trombenweges, und zwar bis zu bedeutendem Abstände, ausgestreut. Südwestlich von Raiskum wurden vom Förster Birnbaum mehrfach Dachschindeln, mit Nägeln darin, gefunden, welche am nächsten in Kempenhof und Lihban vorhanden waren. Sogar in dem 10 Werst von Wenden entfernten Orellen fielen ausser kleinem Hagel bei Windstille Baumzweige, Bretter und andere Gegenstände.

Nördlich vom Orellenschen See soll sogar gleich nach dem Regen ein trockener Wachholderstrauch mit Eis inkrustirt von zwei Arbeitern gefunden sein. Ebenso sollen bei Kudam zwei mit Eis überzogene Bretter gefallen sein. Bei Lenzenhof fand der Förster Lange in einem Morast ein Brett, 8 Fuss lang, 14 Zoll breit, 2 Zoll dick, 24 Pfd. schwer, weiss gestrichen, offenbar ein Lagenbrett, da es an den Stellen ungestrichen war, wo es auf den Querbalken gelegen haben muss.

In dem von dem Wege der Trombe mindestens 14 Werst abliegenden Podsem wurden auf dem Felde mit Oelfarbe gestrichene Bretter gefunden, welche wahrscheinlich von der zerstörten Orgel von Kempenhof herkommen, welches aber 24 Werst in gerader Linie von Podsem entfernt ist. Auch jenseits Wolmar, wo ebenfalls einzelne Hagelkörner von der Grösse einer Wallnuss und mit nierenförmiger Oberfläche fielen, sind Dachschindeln auf den Wegen nach Dorpat und Pernau gefunden. Auf letzterer Strasse soll sogar — wie mir Herr Schulinspector F. Berg

schreibt — „nach der Aussage glaubwürdiger Personen ein Baumzweig, mit einer dünnen Eiskruste überzogen, gefunden sein.“

Auch der Postmeister Dahlberg will in der Gegend von Werro eine mit Eis überzogene Dachschildel langsam herabfallen gesehen haben. Als Datum giebt er — natürlich mit einem Versehen — den 12. April (!?) an. — — —

Wenig später als die Wendensche Windhose, um 5½ Uhr Nachmittags, entwickelte sich eine andere, nach meiner Zählung die fünfte, ihr in einem Abstände von 2 bis 3 Meilen parallel laufende Windhose, südlich von Schloss Ronneburg. Sie wurde zuerst bemerkt auf dem Aulaschen Gesinde Muggur, ergriff dann das neue feste Schindeldach des Apschekruges und trug es mit den Sparren zugleich fort, warf den Schornstein in die Krugstube, führte 6 Fuss lange Bretter mehrere Werst weit fort und trieb ein 3 Fuss langes Dachbrett 6 Zoll tief in die allerdings nicht sehr feste Holzwand eines etwa 100 Fuss entfernten Gebäudes. Nachdem die Windhose ein kleines Fichtenwäldchen vollständig rasirt und das Lihnegesinde an der nördlichen Seite angegriffen hatte, verwüstete sie das Ronneburgsche Gesinde Katjkit. Hier hatte auf dem Hofe der Wirth seine Frau umfasst gehalten, als der Wirbel sie ergriff und nach verschiedenen Seiten fortschleuderte. Die Wirthin fand man später betäubt, den Wirth todt, mit gespaltenem Schädel in einer Blutlache liegend. Darauf verwüstete und zerstörte die Windhose die Gesinde Baltwilk, Dubbur und einige andere, überschritt die Chaussée zwischen der 6sten und 8ten Werst von Launekaln und nahm ihren Weg über den Horstenhofschen Krug, denselben demolirend, nach dem Launekalnschen Gahle-Gesinde, soll hierselbst zwei weidende Pferde erfasst und sie etwa 400 Schritte bis zum Lahze-Gesinde getragen, im Lahze-Gesinde selbst den Wirth über zwei Zäune und einen Fahrweg gegen die Hausthüre geschleu-

dert, und so weiter stürmend einige Hüter und Kühe bis auf 6 Fuss in die Höhe gehoben, einzelne hundertjährige Birken- und Kiefern bäume, die so manchem Sturm Trotz geboten, gebrochen und die Kronen derselben in drehender Bewegung mehrere hundert Schritte fortgetragen, Heuscheunen vollständig zertrümmert und auch hier die Trümmer in drehender Bewegung von rechts nach links — also von N. über W. — geschleudert, ebenso eine neue festgebaute Heuscheune von ca. 4 Faden Länge vollständig vom Fundament ab und 8 Fuss in schräger Richtung die Erde furchend, die Rückwand derselben  $1\frac{1}{2}$  Fuss tief in die Erde getrieben haben. Im weiteren Verlauf hatte die Windhose sich einen Weg durch den Zehrten-Smiltenschen, ca. 80- bis 100jährigen Kiefernhochwald gebahnt und in einer Breite von  $\frac{1}{4}$  Werst und 4 Werst Länge Alles rasirt und ein undurchdringliches Gewirr von umgestürzten und gebrochenen Bäumen hinterlassen. (Rig. Zeit.)

Von Smilten ging die Windhose in das Serbigallsche Kirchspiel über. Zunächst wurden ein Paar zum Gute Blumbergshof gehörige Gesinde ganz demolirt, so dass nichts stehen geblieben ist, ebenso wurde ein Theil des Blumbergshofschen Waldes derartig mitgenommen, dass sämtliche Bäume theils abgebrochen, theils mit den Wurzeln ausgerissen wurden. Darauf wurden alle Dächer des zum Pastorate Palzmar gehörigen Seltinggesindes abgetragen, das Material weithin zerstreut und durch die Lüfte weggeführt. Dasselbe geschah auch mit vielen Gesinden des Gutes Serbigal, — es sind dort im Ganzen 25 Wirthe, die arge Verluste erlitten haben. — Darauf nahm der Sturm seine Richtung auf das Gut Serbigal, verwandelte das vor wenigen Jahren im gothischen Style erbaute Erbbegräbniss der Familie von Wulf in eine Ruine; eine Seite der Mauer des dazu gehörigen Zaunes wurde niedergerissen und lag ganz an der Erde. Alle ringsum stehenden Bäume, sowie auch das nicht weit davon sich

befindliche Wäldchen wurden ganz abgebrochen und entwurzelt. Auf dem Gute selbst raste der Sturm nicht mit solcher Gewalt, wie auf dem Erbbegräbniss. Darum haben dort die Mauern der vielen Gebäude nicht gelitten, wohl aber sind alle Dächer arg mitgenommen worden. Ein Theil der Blechplatten des herrschaftlichen Hauses wurde abgerissen, andere Dächer wurden ganz abgetragen, so von einer grossen Knechtswohnung, der Ziegelei u. s. w. Auch die Kirche hat einen Theil ihres Daches eingebüsst.

Von Serbigal nahm der Sturm seine Richtung nach Adsel-Neuhof. Auf dem Wege dorthin hat er weniger Verwüstung angerichtet. Desto ärger aber hat er auf diesem Gute gewüthet, wohl dadurch erklärlich, dass dieses hoch gelegen ist. Sämmtliche Dächer daselbst sind entweder ganz oder zum Theil zerstört. Die vielen alten Bäume sind alle abgebrochen oder entwurzelt, nur junge Anpflanzungen haben sich erhalten. Einen traurigen Anblick gewährt eine Allee, die vollständig Baum für Baum an der Erde liegt. (Rig. Zeit.)

Von Adsel-Neuhof ging die Windhose in den Werroschen Kreis über, warf hier zwei südwestlich vom Gute Taiwola gelegene Heuscheunen mit steinernen Pfeilern total über den Haufen; am Gute vorübergehend und sich mehr rechts, d. h. nach ONO. wendend, riss sie von einer Knechtswohnung das Dach fort; einzelne Strecken überspringend, warf sie, sich wieder nach NO. wendend, strichweise den Wald (theils zu Sara, theils zu Alt-Anzen gehörig) nieder und ging alsdann auf das Gebiet von Hohenheide über. Die theils in Mannshöhe gebrochenen, theils mit der Wurzel ausgehobenen Bäume liegen mit der Spitze nach N. oder nach NO. (Herr E. v. Wulf-Menzen). Von Hohenheide fehlen alle Nachrichten. Von hier geht die Windhose erst nach Neu-Nursie, dann nach Alt-Nursie. Von letzterem Orte berichtet Major v. Hertzberg: Der Orkan begann am 10. Mai zwischen 4 und 5 Uhr Nach-

mittags, riss den Gesinden Reino, Kiwi und Pugesto die Dächer ab, zerstörte den jungen Wald und warf das Gesinde Kohando gänzlich nieder, wobei ein Gebäude 20 Schritt weit verschoben wurde. Dann wurde ein Grähenwald in der Breite von 100 bis 300 Faden total zerstört, indem die Bäume theils gebrochen oder entwurzelt, theils abgedreht und zersplittert wurden. Zugleich fiel auch Hagel von Taubeneigrösse, der in der Kakko-Wassermühle 78 Fensterscheiben zerbrach und die Roggenfelder arg verwüstete. — Das letzte Gut, das noch von der Windhose erfasst wurde, ist Quellenhof, wo ebenfalls mehrere Dächer abgerissen sein sollen.

Die Smiltensche Windhose führte nur wenig Hagel mit sich, sie unterscheidet sich auch von der Wendenschen Windhose zum Theil durch ihre Wirkungen. Während auf dem Wendenschen Striche Sträucher und Felder fast unversehrt blieben, sehen hier die Felder wie gestampft und angerollt aus. Auch behaupten die Bauern, dass die Smiltensche Staubsäule nicht um eine vertikale Axe rothirte, sondern eine rollende Bewegung gehabt habe.

Darin stimmen aber alle Windhosen des 10. Mai überein, dass die linke Seite derselben mehr Regen und Hagel hatte, und zwar bis zu beträchtlichem Abstände. So wird aus Uelzen, westlich von Werro, berichtet, dass am 10. Mai um 6 Uhr Abends von SW. her ein Gewitter mit wenig Regen vorüberging, aber mit zahlreichen elektrischen Entladungen. Nachher zog noch eine langgestreckte gelbgrau-grünliche Wolkenmasse heran, welche auffallend grosse Regentropfen und Hagelkörner niedersandte. Einzelne der letzteren erreichten die Grösse von Wallnüssen und bestanden zumeist aus einem deutlich sichtbaren Kern, um welchen scharf abgegrenzt zwei bis drei klare Eisschalen lagen, während das äussere Aussehen der Körner gewöhnlich schneelig trübe war.

Dies dürfte der nördlichste Punkt sein, bis zu welchem

die Wirkungen der Windhose des 10. Mai hinaufreichten, denn das Zusammenstürzen des 74 Fuss hohen Eckthurms an der Nordseite der Schlossruine zu Weissenstein in Estland in Folge eines heftigen Sturmes am 11. Mai um 8 Uhr Morgens steht wol hiermit nicht unmittelbar im Zusammenhange, da es theils ausser der Richtung der besprochenen Windhosen liegt, theils auch, weil von der weiten Strecke bis Weissenstein hin keine sonstigen Wirkungen des Sturmes vorliegen.

In wiefern die beiden über Allasch und Smilten hziehenden Wettersäulen locale Aeusserungen eines weit ausgedehnten Wirbelsturmes waren, darüber wird der letzte Abschnitt noch einige Nachträge bringen.



## II.


### Der Hagelsturm vom 10. Juni 1795.

Sind auch Hagelfälle in den Ostseeprovinzen keine Seltenheit, indem wol jährlich Beschädigungen durch Hagel vorkommen, so überschreitet derselbe doch selten Haselnussgrösse und den Vorgängen des 10. Mai 1872 lässt sich nur ein Ereigniss aus früherer Zeit an die Seite stellen; es ist dies der Hagelsturm des 10. Juni 1795, über welchen mir zwei von einander unabhängige, im Wesentlichen aber übereinstimmende Berichte vorliegen. Der ausführlichere Bericht ist von dem Landrath W. F. Baron Ungern-Sternberg dem Rector Brotze in Riga zugestellt und befindet sich in dessen handschriftlichem Nachlasse, Bd. X; der zweite Bericht ist von dem derzeitigen Prediger J. H. Gulecke in das Burtnecksche Kirchenbuch eingetragen, woraus Graf Sievers die mir vorliegende Abschrift besorgt hat.

Nach diesen Berichten trieb am 10. Juni 1795, aus der Ostsee kommend, eine Hagelwolke mit SW.-Sturm über Dünamünde ins Land hinein. In Riga hörte man den Donner rollen und fiel hier auch einiger Hagel, der aber keinen sonderlichen Schaden that. Von hier nahmen die Wolken ihren Weg mehr nördlich, es bildete sich eine dunkle, schwarzblaue Wolke in Gestalt eines umgekehrten Trichters, aus welcher Blitze hervorschossen; mit Brausen und Heulen senkte sich die Spitze zur Erde und in heftigem Wirbel wurde ein Landstrich von 160 Werst Länge und bis 2 Werst Breite mehr oder weniger verwüstet.

Bei der Sternhofschen Hoflage Semel beginnt eine gewaltigere Wirkung, indem hier um 4<sup>h</sup> Nachmittags sich zwei dunkle Wolken vereinigen und Hagel von Taubeneigrösse die Getreidefelder von 17 Bauernwirthen vollständig verwüstet. Der Hagelsturm folgt dem Laufe des Flüsschens Wrede; in den Häusern werden die nach SW. liegenden Fenster zertrümmert; Bäume von 12—14 Zoll Durchmesser werden gebrochen oder mit den Wurzeln ausgerissen; beim Schloss Burtneck werden zwei Gebäude umgestürzt und eine Viehherde in den See getrieben, während Schweine, Schaaf und Fasel vom Hagel, der hier schon die Grösse von Hühnereiern hat, erschlagen werden. Das Hagelwetter überschritt den südlichen Theil des Burtneckschen Sees und stürzte sich jenseit desselben auf das Schulhaus, die Gesinde Sproste, Dambe, Meele, das Pastorat, die Kirche, welcher das Dach aufgerissen und die Fenster mit den Rahmen zertrümmert wurden, und auf das Gut Dührenhof, wo der Krugsstall zusammenstürzte. Hagel von eckiger Gestalt entlaubt hier die Bäume; an jungen Stämmen wird die Rinde aufgerissen und abgeschält; alte Birken und Grähnen von 4½ Fuss Umfang werden mit den Wurzeln ausgerissen; Felder und Heuschläge wurden weit hin in Menge verwüstet und erstere zum Theil nachher neu besät. Von hier zog der Hagel in das Rujensche Kirchspiel, wo namentlich die Güter Ohlershof und Nauckschen litten, indem hier der Hagel bereits die Grösse einer geballten Faust hatte. Dann ging das Hagelwetter in das Fellinsche über, wo die Güter Karkus und Pollenhof heimgesucht wurden, lenkte dann nach Osten ab, wo im Dörptschen nach Angabe des Gouverneurs Baron Meyendorff einzelne Schlossen bis 6 Zoll lang und über ein Pfund schwer geworden sein sollen. Am Peipus verlieren sich die Nachrichten über diesen Hagelsturm, der einen Schaden von 300,000 Alberts-Thalern angerichtet haben soll.

Bei Brotze findet sich noch die bemerkenswerthe Notiz, dass auf dem Thurme der Domkirche in Riga an jenem 10. Juni ein Reaumursches Thermometer in 170 Fuss Höhe über der Meeresfläche 3 bis 4 Grad Kälte gezeigt habe, während ein 4 Fuss über der Erde angebrachtes Thermometer gleichzeitig 18 bis 19 Grad Wärme angab.



### III.

## Entstehung der Wirbelwinde.

Hätte die ganze Atmosphäre in allen Höhen die gleiche Temperatur, so müssten in Folge des Druckes der höher liegenden Massen die unteren Luftschichten stets dichter sein, als die darüber befindlichen. Erhalten nun die unteren Luftschichten eine höhere Temperatur, so werden sie sich ausdehnen, können aber bei nicht zu starker Temperaturdifferenz noch ihre grössere Dichtigkeit beibehalten, so dass es sehr wohl denkbar ist, dass die Temperatur der Luft vom Erdboden an immer mehr abnimmt und allmählig in die sehr niedrige Temperatur des Weltraums übergeht und dabei zugleich das sichere Gleichgewicht bestehen bleibt. Nach einer Berechnung von Prof. Reye bleiben die unteren Luftschichten specifisch schwerer, so lange die Temperaturabnahme für 100 Meter weniger als  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  C. beträgt. Wenn auch bei einer stärkeren Temperaturabnahme das Gleichgewicht nicht mehr bestehen kann, so tritt doch auch schon bei einer viel geringeren Temperaturabnahme der Zustand des unsicheren Gleichgewichts ein. Reye, dem ich in dieser Beziehung folge, schickt zur Erläuterung folgendes Beispiel voraus: Man denke sich einen kleinen ausdehnensamen Luftballon, der durch zweckmässige Belastung im Wasser schwebend erhalten wird. Drückt man diesen Luftballon etwas unter seine Gleichgewichtslage hinab, so wird die Luft durch den vergrösserten Wasserdruck verdichtet, der Ballon wird specifisch schwerer und sinkt; hebt man ihn aus seiner Gleichge-

wichtslage ein wenig, so dehnt sich die Luft im Ballon aus und letzterer wird steigen. Das Gleichgewicht des Ballons ist also ein unsicheres, wie das eines langen Stabes, der auf einer Fingerspitze balancirt wird. Aehnliches findet in unserer Atmosphäre statt. Denken wir uns eine Luftmasse durch irgend eine Ursache gehoben, also unter einen geringeren Druck versetzt, so wird sie sich ausdehnen, folglich auch abkühlen. Ist die von ihr hierbei erlangte Temperatur geringer, als die der Luft in der gleichen Höhe, so wird sie zurücksinken, ihr Gleichgewicht war also ein sicheres; bleibt aber ihre Temperatur dabei noch höher, als die der umgebenden Luft, so wird sie noch weiter steigen, ihr Gleichgewicht war also ein unsicheres. Hierbei findet aber ein Unterschied statt zwischen feuchter und trockener Luft. Bei ersterer wird sich durch die Abkühlung ein Theil des mitgeführten Wasserdampfes verdichten; die dabei frei werdende Wärme lässt die feuchte Luft langsamer abkühlen, als die trockene, somit bewahrt sie auch ihre Steigkraft besser. — Reye berechnet, dass für trockene Luft bereits bei einer Temperaturabnahme von 1° C. auf 100 Meter das unsichere Gleichgewicht eintritt, wobei indessen immer noch alle Luftschichten specifisch schwerer bleiben, als die darüber lagernden, dass dies bei feuchter Luft sogar bei noch geringerer Temperaturabnahme eintritt, was aber von dem Wassergehalt abhängt und also auch bei verschiedenen Temperaturen ungleich ist. Da sich herabsinkende Luft bei der Verdichtung erwärmt, bewahrt sie auch ihren Wassergehalt im luftförmigen Zustande, woraus hervorgeht, dass die Luft zum Emporsteigen geneigter ist, als zum Herabsinken.

Dass warme Luft eine grössere Menge Wasser in Dampfform, d. h. in unsichtbarem luftförmigen Zustande enthalten kann, als kalte Luft, ist eine bekannte Thatsache; dass aber auch durch blosser Ausdehnung die Luft sich soweit abkühlt, dass Niederschläge erfolgen, kann ausser

durch theoretische Gründe leicht auch durch Luftpumpenversuche bewiesen werden, wo man häufig bemerkt, dass bei Verdünnung der Luft der Recipient sich mit Nebel füllt.

Dass endlich auch der oben dargestellte Zustand des unsicheren Gleichgewichts in der Atmosphäre wirklich vorkommt, ja sogar nicht so selten ist, erkennt man theils an den Luftspiegelungen über Wüsten und Steppen, ja auch bei uns schon an dem Flimmern über Feldern und Wiesen, theils wird dies auch durch die Ballonfahrten bestätigt. So fand Glaisher im Mittel aus 8 Fahrten des Sommers 1862 1,002° C. Temperaturabnahme für 100 Meter, so dass schon im Mittel sich ein unsicheres Gleichgewicht ergibt, welches natürlich bei einzelnen dieser Fahrten noch grösser gewesen sein wird.

Das merkwürdigste Beispiel schneller Temperaturabnahme wurde von Barral und Bixio bei der berühmten Fahrt vom 27. Juli 1850 beobachtet, worüber in Poggen-dorff's Annalen, Bd. 81, berichtet wird: Der Himmel war an jenem Tage in Paris bis 1<sup>h</sup> Nachmittags, als die Füllung vollendet war, völlkommen klar, dann überzog er sich mit Wolken, und alsbald trat Regen ein, welcher bis 3<sup>h</sup> in wahren Strömen herabfiel. Erst um 4<sup>h</sup>, als der Himmel noch ganz bedeckt war, konnte die der Kosten wegen nicht länger aufschiebbare Fahrt begonnen werden, wobei nacheinander folgende Beobachtungen verzeichnet wurden:

	16° C. in	2270—3000 Par. Fuss Höhe,			
	9	6000—7500	„	„	„
—	0,5	11250	„	„	„
—	7	15360	„	„	„
—	10,5	18990	„	„	„
—	35	19540	„	„	„
—	39,6	21060	„	„	„
—	9	13500	„	„	„
—	3	8400	„	„	„
	0	6550	„	„	„

Die Luftschiffer sahen sich bald in Nebel gehüllt, welcher in 15000 Fuss Höhe sehr dicht wurde. Bei 18000 Fuss wurde er wieder dünner, und jetzt fielen feine Eisnadeln nieder, bald darauf wurde der Himmel völlig klar.

Aus diesem bemerkenswerthen Bericht geht zunächst hervor, dass bei einer Steigung von 18990 Fuss bis zu 19540 Fuss, also um 550 Fuss, die Temperatur  $24,5^{\circ}$  C. sank, was eine Temperaturabnahme von  $14^{\circ}$  C. auf 100 Meter ergibt.

Eine noch stärkere Temperaturabnahme würde aus der pag. 41 erwähnten Beobachtung von 1795 folgen, nämlich sogar  $50^{\circ}$  C. für 100 Meter, wenn jene alte Nachricht als ganz zuverlässig anzusehen wäre. Indessen ist doch auch nicht zu übersehen, dass jene Beobachtung zu Riga mit einer ganz ausserordentlichen Störung des atmosphärischen Gleichgewichts verbunden war, während von einer ungewöhnlichen Ausgleichung der abnormen Temperaturdifferenz zu Paris nichts erwähnt wird.

Da nach den Beobachtungen von Prestel in Emden während des Sommers sogar häufig die Temperatur in den unteren Luftschichten anfangs mit der Höhe etwas zunimmt, so wird alsdann auch in den unteren Luftschichten ein sicheres Gleichgewicht stattfinden und die Störungen des unsicheren Gleichgewichts werden also häufig nur in der Höhe vor sich gehen, wie dies in der Bildung der Haufenwolken an schönen Sommertagen sichtbar wird. Bisweilen indessen finden diese Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts auch am Boden statt, und zwar in allen Stärkegraden von den kleinen Staubwirbeln, welche blos Sand und Blätter emporheben und kaum den Durchmesser von einigen Fussen haben, bis zu den gewaltigen Wettersäulen und Cyklonen, welche Bäume entwurzeln, Häuser umstürzen und ganze Länder in ihren gewaltigen Wirbel aufnehmen.

Reye schildert die Ausbildung einer Wettersäule mit

folgenden Worten: „Ueber einer grösseren Fläche, etwa über einem weiten Flussthale, werde also die windstille oder auch ruhig dahinfließende Luft vom Boden aus stark erwärmt, bis allmählig ein stark gespannter Zustand des labilen (unsicheren) Gleichgewichts eingetreten ist. An irgend einer Stelle bewirke eine geringe Störung, etwa der Flug eines Vogels oder der Rauch eines Kamies, ein Aufsteigen der Luft. Während diese sich aufwärts bewegt, wächst ihr Auftrieb und damit zugleich ihre Geschwindigkeit; unter ihr bildet sich ein luftverdünnter Raum, nach welchem von allen Seiten die angrenzenden Luftmassen heranströmen, um ihr dann aufwärts zu folgen. Die Luftverdünnung dehnt sich, weil auch von unten die Luft hinzuließt, bis auf den Boden hin aus, dessen Unebenheiten die immer rascher anströmenden untersten Schichten theilweise aufhalten und wol auch von ihrer centralen Bewegung ablenken. Die Verdünnungsstelle ändert deshalb ihren Ort und nimmt eine fortschreitende Bewegung an; zugleich erhält der aufsteigende Luftstrom eine kleinere oder grössere Drehgeschwindigkeit, die durch die schraubenförmigen Bahnen mitgerissener Staubmassen und Blätter sichtbar wird. Heulend wie bei Kaminbränden wirbelt die Luft empor in einer einzigen Säule, die schnell weiterschreitet, zu anderen, noch still stehenden Theilen der überhitzten untersten Schichten. Sie trifft auf einen See oder Fluss, und sofort peitschen die ringsum herandringenden Luftmassen das Wasser zu Schaum oder Dunst, der dem dunkleren Staube zu den Wolken folgt. Während die schwereren Tropfen zurückfallen, um dann von Neuem aufzuspritzen, geht der mitgerissene Schaum allmählig in unsichtbaren Dampf über, zugleich durch Abkühlung die Geschwindigkeit des Aufsteigens vermindern, und die Säule erscheint wie ein langer, oben zugespitzter Schlauch, dessen Fuss, von Spritzwasser und Dünsten umgeben, über die glatte Wasserfläche dahinschreitet. Weiter oben aber verdichtet

sich der Dampf wieder zu Nebel, einen zweiten Schlauch bildend, der wie ein Trichter oben gegen die rasch zunehmende Wolke hin sich erweitert. Je schneller die Luft unten zuströmt, desto mehr nähern sich die beiden spitzen Schlauchenden, bis sie sich vereinigen zu einer einzigen, an die Wolken reichenden Säule. Am anderen Ufer wird sodann der leichte Flusssand aufgewirbelt, werden vom seitlich heranbrausenden Luftstrom die alten Uferweiden geknickt und die durchschrittenen Saaten gegen den Fuss des Wirbelwindes hin zu Boden gedrückt, sogar eine Hütte wird auseinandergerissen und ihr Dach in Stücken umhergestreut. Endlich sind die überhitzten unteren Luftschichten erschöpft, vielleicht auch durch niederströmenden Regen abgekühlt; die Staubsäule löst sich vom Boden und verschwindet bald in den Gewitterwolken.“

Wenn somit ein vertikal aufsteigender Luftstrom das Ursprüngliche in einer Wettersäule ist und die bei der Verdichtung seines Wasserdampfes frei werdende Wärme die Steigkraft der Luft erhöht, während zugleich durch die Schwungkraft der wirbelnden Theile im Centrum des Wirbels eine Verdünnung entsteht, so erklärt sich hieraus naturgemäss die Saugwirkung der Wettersäulen und das Fallen des Barometers an den Orten, über welche die Wettersäule hinzieht; es erklärt sich hieraus die orkanartige Gewalt, mit welcher die Luft dem Fusse der Trombe zuströmt, und weshalb einer herannahenden Wettersäule (und ebenso einem herannahenden Gewitter) der Wind entgegenweht, weshalb also die Gewitter gegen den Wind ziehen. Es wird jetzt auch verständlich, weshalb eine in Bewegung gerathene Wettersäule die einmal eingeschlagene Richtung im Wesentlichen beibehält, da ihr auf dieser Seite die feuchtere Luft zugeführt wird und so durch neue Niederschläge auch das Centrum der Verdünnung immer in derselben Richtung fortschreiten muss. Gewitter und

Wettersäulen erzeugen sich den Sturm selbst, auf dem sie dahinziehen.

Weshalb aber nehmen die Wettersäulen auf der nördlichen Halbkugel der Erde und namentlich in Europa vorzugsweise ihren Zug nach NO.? weshalb drehen sie sich meist von N. über W.?

Wenn auch bei kleineren Wirbelsäulen lokale Einflüsse bestimmend sind, ja durch das Eingreifen eines starken Luftstromes wol auch die anfängliche Drehungsrichtung umgekehrt werden kann, so muss doch bei ausgedehnteren Wirbeln auch der Einfluss der Erdrotation sich geltend machen. Die von Süden herbeiströmende Luft hat bei uns einen Ueberschuss an Geschwindigkeit nach Osten, wird also nach Osten voreilen, ebenso wie die von Norden herbeikommende Luft nach Westen zurückbleiben muss; beide biegen rechts ab, und dies thun auf der nördlichen Halbkugel die Winde aus allen Richtungen, wodurch hier eine Rotation gegen die Sonne von N. über W. entsteht.

In diesen Wirbel werden nun auch unsere beiden hauptsächlichsten Winde, der aus NO. kommende kalte, trockene Polarstrom und der aus SW. kommende feuchte Aequatorialstrom einzudringen suchen, und zwar wird ihnen dies dort am leichtesten gelingen, wo sie in dem Wirbel die gleiche Bewegungsrichtung antreffen. Der NO. dringt also auf der NW.-Seite ein (siehe Fig. 6 auf Taf. III), der SW. auf der SO.-Seite; letzterer wird aber wegen seiner grösseren Wärme leichter aufsteigen und, in die Spiralswindung des Wirbels aufgenommen, wol schon einen Theil seines Umlaufs vollenden, ehe sich sein Dampfgehalt verdichtet. Wenn dies nun — wie es scheint — ungefähr nach einem Viertelumlauf, also auf der nordöstlichen Seite geschieht, so muss auch das Centrum der Verdünnung und also auch der ganze Wirbel nach der nordöstlichen Seite fortrücken.

Vielleicht ist aber die Richtung des Fortschreitens

einer Windhose und namentlich der später zu besprechenden Hagelwetter auch durch die Tageszeit bedingt. Das unsichere Gleichgewicht in der Atmosphäre wird am häufigsten in den Nachmittagsstunden eintreten, wo die Wirkung der Sonnenwärme ihr Maximum erreicht. Ist dann die schwüle Luft mit Wasserdämpfen gesättigt, so dass sie emporsteigend sich in der Höhe verdichten und den Himmel mit einem Schleier überziehen, welcher sich allmählig zu einer Wolke vereinigt, so wird diese ihren Schatten in nordöstliche Richtung werfen und dadurch hier Abkühlung und stärkere Verdichtung von Wasserdämpfen erzeugen. Der Ort des aufsteigenden Luftstromes wird also, die Sonne fliehend, nach NO. ziehen und bei langer Dauer wegen des Vorrückens der Sonne immer mehr rechts ablenken.


Wenn die Windhose an ein mit kälterer, dichter Luft gefülltes Thal kommt, so kann es geschehen, dass dieses gewissermaassen übersprungen wird, indem die schwerere Luft entweder in ihrem sicheren Gleichgewicht beharrt oder, in die über ihr befindliche Verdünnung sich erhebend, doch hier durch Abkühlung die Gewalt des Wirbels schwächt. Dasselbe wird auch in dichten Waldungen geschehen, wo ebenfalls die untere Luft kühler sein kann, weshalb auch der Bruch der Bäume alsdann erst in einiger Höhe über dem Boden stattfindet.

Wie sich aus der Wirbelbewegung die verschiedene, oft sogar entgegengesetzte Richtung der niedergeworfenen Bäume erklärt, ist bereits in dem ersten Abschnitt (pag. 25) besprochen worden, wo auch für die gewaltigen Kraftäusserungen der Wettersäulen mehrfache Beispiele angeführt sind.

Für die Entstehung der Wirbelwinde durch aufsteigende Luftströme spricht auch der Umstand, dass die Luft nach dem Vorübergange der Windhose meist wenig abgekühlt ist, was in gewissem Grade allerdings durch den gleichzeitig herabstürzenden Regen und Hagel geschieht. Viel

bedeutender würde diese Abkühlung sein, wenn abwärts gerichtete Wirbel die Kälte der Höhe herunterbringen würden.

Wenn auch der aufsteigende Luftstrom den Haupttheil bei der Entstehung des Wirbelwindes hat, so soll doch nicht geleugnet werden, dass gleichzeitig auch kalte Luft von oben in den Wirbel einströmt, da in Folge der Schwungkraft der wirbelnden Lufttheile sich innerhalb die Verdünnung vergrößern und eine Saugwirkung auch nach oben ausüben wird. Die von dort herbeigezogenen kalten Luftmassen verstärken dann die Niederschläge und erkälten sie bis zur Hagelbildung (hierüber im nächsten Abschnitt). Zugleich aber muss bei diesen Niederschlägen auch Electricität frei werden, so dass Blitze aus der dunklen Trombe hervorzucken und das untere Ende derselben oft in elektrischem Lichte leuchtet und bisweilen geradezu als feurig beschrieben wird. Noch nach dem Vorübergange des Unwetters wird oft der durch elektrische Entladungen erzeugte Ozongeruch wahrgenommen.



## IV. Hagelbildung.

Die Dampfmenge, die ein gegebener Luftraum fassen kann, ist desto grösser, je wärmer derselbe ist, aber sie wächst in einem stärkeren Verhältniss als die Temperatur. Nach der kosmischen Physik von J. Müller enthält ein Kubikmeter mit Dampf gesättigter Luft:

bei — 20° C.	1,5	Gramm	Wasserdampf,
„ — 15 „	2,1	„	„
„ — 10 „	2,9	„	„
„ — 5 „	4	„	„
„ 0 „	5,4	„	„
„ 5 „	7,3	„	„
„ 10 „	9,7	„	„
„ 15 „	13	„	„
„ 20 „	17,3	„	„
„ 25 „	22,5	„	„
„ 30 „	29,4	„	„
„ 35 „	38,1	„	„

Bei jeder Abkühlung der Luft unter die Temperatur der Sättigung muss ein Theil ihres Dampfes sich niederschlagen, und dies geschieht in der Atmosphäre auf dreierlei Art: wenn ein warmer feuchter Luftstrom beim Vordringen in kältere Gegenden sich unter seine Sättigungstemperatur abkühlt, wie dies namentlich bei dem Aequatorialstrom der Fall ist, der uns aus SW. die Regenwolken bringt; zweitens beim Aufsteigen von Luft, was ebenfalls mit einer Abkühlung verbunden ist; drittens bei der Mischung zweier

Luftströme von ungleicher Temperatur. Wird z. B. ein Kubikmeter gesättigter Luft von 10° mit eben so viel gesättigter Luft von 20° gemengt, so enthält ein Kubikmeter der Mischung 13,5 Gramm Dampf. Da die Temperatur jetzt aber 15° ist und Luft von dieser Temperatur nur 13 Gramm Dampf enthalten kann, so muss sich offenbar aus jedem Kubikmeter der Mischung  $\frac{1}{2}$  Gramm Wasser niederschlagen.

Da Gewitter und Hagel mit plötzlichen und starken Niederschlägen verbunden sind, so werden dieselben bei uns vorzugsweise in der warmen Jahreszeit auftreten, da bei der Kälte des Winters die Luft nur wenig Feuchtigkeit enthält. Fehlen aus letzterem Grunde die Hagelerscheinungen den polaren Gegenden, so fehlen sie wieder wegen der hohen Temperatur der unteren Luftschichten auch der heissen Zone, weil hier ein in der Höhe gebildeter Hagel ausschmelzen muss, ehe er den Boden erreicht.

Die Gewitter entstehen entweder durch den Kampf des Aequatorial- und Polarstromes, sind dann meist räumlich weit verbreitet und wiederholen sich oft mehrere Tage hintereinander, wobei es zugleich auch zu Hagelfällen kommen kann, oder sie werden durch den aufsteigenden Luftstrom veranlasst, sind dann mehr localer Art, an wasserreiche Orte gebunden und erfahren oft eine Steigerung zu Hagelstürmen der stärksten Art.

Die Erklärung der Hagelbildung erfordert die Beantwortung der beiden Fragen: woher stammt die grosse Kälte, welche in der warmen Jahreszeit Eismassen erzeugt, welche bisweilen Fuss hoch den Boden bedecken? und wie ist es möglich, dass Hagelkörner sich so lange in der Luft erhalten, dass sie zu Durchmesser von mehreren Zollen anwachsen?

Die Kälte kann wol nur in den höheren Schichten der Atmosphäre gesucht werden, wo sie jedenfalls jederzeit vorhanden ist und sich auch oft in den feinen Eisnadeln

zu erkennen giebt, welche als zarter Schleier den Himmel überziehen und die grossen Sonnenhöfe und Nebensonnen erzeugen. Dass sich diese Kälte auch im Sommer der Erdoberfläche bisweilen sehr nähert, wird durch die berühmte Luftfahrt von Barral und Bixio (siehe pag. 44) bewiesen und auch durch die Beobachtung in Riga 1795 (siehe pag. 41) bestätigt. Auch hat Kämtz, gestützt auf Beobachtungen in Gebirgsgegenden, schon vor langer Zeit darauf hingewiesen, dass die Temperatur der Luft vor Hagelfällen sehr rasch mit der Höhe abnimmt.

Es fragt sich jetzt nur, muss man ein Herabsinken kalter Luftmassen aus der Höhe annehmen oder ein Hinaufsteigen feuchter Luft in die oberen Eisregionen. Aus den schon im vorigen Abschnitt entwickelten Gründen glaube ich, dass vorzugsweise der aufsteigende Luftstrom hier wirksam ist; und scheint dies namentlich auch durch die oft nur geringe Temperaturabnahme nach Gewittern und Hagelfällen bestätigt zu werden.

Ferner bietet die Annahme aufsteigender Luftströme auch die ungezwungenste Erklärung für die Entstehung der grossen Eissphäroide. Werden durch die Gewalt der Wirbelstürme Balken, Bretter und andere schwere Gegenstände weit durch die Luft fortgeführt, werden Gegenstände von der Erde so hoch emporgetragen, dass sie in der Höhe sich mit einer Eiskruste überziehen, wie dies auch am 10. Mai 1872 der Fall gewesen zu sein scheint (siehe pag. 33 u. 34), so wird man auch zugeben, dass die bereits in der Höhe befindlichen kleinen Hagelkörner so lange im Wirbel herumgeführt werden können, dass sie zu bedeutender Grösse anwachsen.

Hierbei ist aber eine von Vogel (1849) und Nöllner zuerst berücksichtigte Thatsache nicht zu übersehen, dass nämlich auch das Wasser in den Wolken leicht mehrere Grade unter den Eispunkt erkalten kann, ohne zu gefrieren. Dass dieser Zustand in der Atmosphäre wirklich vorkommt,

wird durch die gar nicht so seltene Erscheinung des Eisregens bewiesen, welcher das Glatteis erzeugt. Mag letzteres auch bisweilen dadurch entstehen, dass Regen auf dem überkalteten Erdboden gefriert, was immer noch oft als die alleinige Ursache desselben angesehen wird, so ist es doch sicher, dass auch umgekehrt überkaltetes Wasser beim Aufschlagen auf warme Gegenstände gefriert. Ich selbst habe die Erscheinung des Eisregens schon mehrfach beobachtet, namentlich wurde mir im Februar 1864 in Riga ein Regenschirm, der kurz vorher an einem warmen Ofen gestanden hatte, mit einer Kruste klaren Eises überzogen. Es kommen sogar Fälle vor, wo dieser Eisregen Baumzweige und Aeste so dick überzieht, dass diese unter der Last des Eises brechen.

Auch in dieser Beziehung ist die schon mehrfach erwähnte Luftfahrt von Barral und Bixio lehrreich: Nachdem bereits bei 11000 Fuss Höhe das Thermometer unter  $0^{\circ}$  sank, so ging der flüssige Nebel doch erst in einer Höhe von 18000 Fuss bei einer Temperatur von  $-10^{\circ}$  C. in Eisnadeln über. Es war also eine 7000 Fuss mächtige Wolkenschicht mit überkaltetem Wasser vorhanden.

De four hat bei seinen Experimenten mit überkaltetem Wasser kleine Tropfen sogar bis  $-20^{\circ}$  C. im flüssigen Zustande erhalten.

Wenn nun — nach Vogel und Nöllner — in einer Höhe, wo der Wasserdampf sogleich aus dem luftförmigen Zustand in den festen übergeht, sich eine Schneeflocke oder ein schneeeiges Graupelkorn gebildet hat und dann in eine Wolke, welche aus überkaltetem flüssigen Nebel besteht, herabfällt, so wird sich das überkaltete Wasser sogleich als klares Eis auf dem Graupelkorn niederschlagen oder die Schneeflocke einhüllen. Hierdurch erklärt sich der weisse schneeige Kern im Innern der meisten Hagelkörner. — Die oft birnförmige Gestalt wie auch die excentrische Lage des weissen Kernes scheint mir theils

daher zu rühren, dass die Niederschläge auf der unteren Seite des fallenden Kornes grösser sind, theils auch daher, dass beim Fallen durch die unteren wärmeren Luftschichten die zur Zeit untere Seite stärker abschmilzt.

Die Bedeutung des überkalteten Wassers für die Hagelbildung liegt wesentlich in der dadurch gebotenen Möglichkeit zur schnellen Bildung klaren Eises, weniger in der niedrigen Temperatur desselben. Allerdings werden beim Uebergange des Wassers aus dem flüssigen in den festen Zustand 80 Wärmeeinheiten frei, und es wird daher oft Gewicht darauf gelegt, dass, wenn das Wasser bereits  $-10^{\circ}$  kalt ist, dass dann nur noch 70 Wärmeeinheiten dem Wasser zu entziehen sind. Mir aber scheint diese Wärmedifferenz von 10 Graden wenig in's Gewicht zu fallen, da ja beim Uebergange von luftförmigem Wasser in flüssiges Wasser sogar 540 Wärmeeinheiten frei werden. Und doch sehen wir im Sommer oft einen heiteren Himmel in kurzer Zeit sich dicht mit Wolken überziehen und grosse Regenmengen herabstürzen. Die Kälte, welche diese frei werdende Wärme neutralisirt, ist eben in den höheren Luftschichten geboten, und dabei kommen die obigen 10 Grad wenig in Betracht.

Wichtig ist aber das Vorhandensein überkalteten Wassers für die Bildung des klaren amorphen, wie auch für die des krystallinischen Eises. Wird auch wol meist ein Graupelkorn oder eine Schneeflocke das Gefrieren des überkalteten Wassers einleiten, so kann es doch auch geschehen, dass dieses überkaltete Wasser, in die sehr kalte Luft emporgerissen, unmittelbar gefriert und so einen durchsichtigen Kern bildet, wie ein solcher mit Sicherheit von Abich am 9. Juni 1869 zu Bjeloi-Kliutsch im Kaukasus beobachtet ist. — Die späteren abwechselnden Schichten von schneigem und klarem Eise entstehen wol dadurch, dass das anfangs kleine Hagelkorn durch den Wirbel bald in feuchte Luftschichten geführt wird, wo sich der Wasserdampf als Reif niederschlägt, bald in dichten Nebel, der

sich als reines Eis verdichtet\*). Ist das Hagelkorn unter Null erkaltet, so kann wol auch ein nicht überkalteter Nebel darauf gefrieren, aber es wird wegen des Freiwerdens der latenten Wärme zu keiner dicken Eisschicht kommen, weshalb bei allen grösseren Hagelkörpern wol die Mitwirkung des überkalteten Wassers in einem unter 0 Grad kalten Raume anzunehmen ist. Die wirbelnde Luft wird auch das Hagelkorn in Rotation versetzen, in Folge deren es sich vorzugsweise an seinem Aequator vergrössern und so jene Rübenform mit mehr oder weniger eingedrückten Polen annehmen kann. Dabei mag es denn wol auch geschehen, dass kleinere Hagelkörner unter einander oder an der Oberfläche grösserer Schlossen anfriren und zur Ausbildung der im ersten Abschnitt erwähnten Himbeerform beitragen, wenn auch letztere Form vielleicht durch Abschmelzen der Kanten und Ecken des krystallinischen Hagels in den unteren wärmeren Luftschichten entstehen kann.

Ueber die Ausbildung des krystallinischen Hagels im Zusammenhange mit sphäroidalen Centralkörpern spricht sich der mit diesem Phänomen besonders vertraute Abich also aus: „Man wird sich gefrorene Wassertropfen von theils durchsichtigem, theils porösem Eise in den beginnenden Wirbel hineingerissen und in einer dem Gefrierpunkte nahen, inneren Schicht der umschliessenden Verdichtungs-Zone — nicht in der Mitte des Wirbels — eine Zeit lang verharrend zu denken haben. Die sphäroidalen For-

---

\*) Analoges zeigen im Winter unsere Fensterscheiben, wo das anfangs bei geringer Abkühlung niedergeschlagene Wasser zu reinem Eise gefriert und am unteren Rande der Scheibe oft ziemlich dick wird, die späteren unmittelbaren Niederschläge an der stärker erkalteten Scheibe aber als Reif auftreten. In Zimmern von niedriger Temperatur erlangt die Reifschicht oft eine bedeutende Mächtigkeit, während mit dem Erwärmen der Zimmerluft ein Theil des Reifes schmilzt, das Uebrige durchzieht und so die Eisschicht durchsichtiger macht.

men, welche die unter fortwährender Aufnahme von momentan gefrierendem Wasser sich vergrößernden Eiskörper annehmen, zeugen nicht minder für die Gewalt der Rotation, als die radienartig von dem Centralkörper auslaufenden feinen, nach oben sich erweiternden Luftporen für den raschen Uebergang des Wassers in die feste Form sprechen. Diese rasche Bewegung war der, vom Anfange der Volumsvermehrung an, wirksamen Krystallisationsthätigkeit in dem sich bildenden Sphäroide nicht hinderlich, denn wie in den flächenhaften Schneesternen die drei Hauptachsen des Krystallsystems des Eises, gewöhnlich durch drei Stäbe ausgezeichnet, sich bemerkbar machen, so sind dieselben auch hier im Innern des sphäroidischen Körpers auf das Schärfste durch feine, dicht an einander gepresste Porenstreifen, die sich regelmässig in Winkeln von  $60^\circ$  schneiden, angedeutet. Seitens der Vertheilung der Poren nach radialen Richtungen im Innern dieser Eissphäroide scheint eine Analogie in der Anlage derselben mit derjenigen Art der Schneesterne unverkennbar, die, echinidenartig, mit feinen Prismen wie mit Stacheln besetzte, flache kugliche Centralkörper darstellen. Das Aufhören der Vergrößerung des eigentlichen Sphäroids bezeichnet wol augenscheinlich diejenige früher oder später eintretende Entwicklungsphase des Hagelkörpers, wo derselbe, in den mittleren Raum des Wirbels hineingerissen, einer neu hinzutretenden Modalität unregelmässiger Zunahme seines Volumens unterliegt. Ueberraschender als die Thatsache des Sichtbarwerdens der drei Hauptachsen in der Ebene der grössten Durchmesser der Sphäroide ist das Erscheinen der in der Richtung der Radien auf der Sphäroidkante sich bildenden, prismatisch-skalenoedrischen und rhombischen Krystall-Kombinationen des drei- und einachsigen Systems, für deren freie Ausbildung die enorm rasche rotirende Bewegung des Hauptkörpers, denkwürdig genug, kein Hinderniss gewesen ist. Die unregelmässige Verthei-

lung der wasserklaren Krystalle und Krystallgruppen auf dem der Rotationsebene entsprechenden Rande des Sphäroids spricht dafür, dass auch in diesem Falle das allgemeine Gesetz sich bewährte, wonach in krystallinischer Ausscheidung fähigen Lösungen die ersten Ansetzungspunkte für die Krystalle durch zufällige physikalische Umstände bestimmt werden; wie etwa anomale Kontaktverhältnisse zwischen der krystallisirenden Flüssigkeit und einem fremdartigen Körper oder locale physikalische Modification der festen Unterlage. Das Gewicht, welches für die Bildung grosser Krystalle erfahrungsmässig auf die Momente der Ruhe wie der Zeit zu legen ist, erscheint hier völlig suspendirt.“

Sind auch die krystallisirenden Hagelkörper und ebenso die überkalteten Regentropfen in dem Wirbel gewiss in reissender Bewegung begriffen, so ist doch auch nicht zu vergessen, dass die sie umgebenden Luftmassen an dieser Bewegung Theil nehmen, dass sie somit wenigstens zeitweilig sich in relativer Ruhe — und darauf allein kommt es an — befinden werden.



## V.

### Nachträge und Schlussbemerkungen.

Der Mai des Jahres 1872 war sehr reich an heftigen Niederschlägen, Stürmen und Hagelbildungen; in wiefern wir es aber hier mit localen Ausbrüchen in dem heftig hin- und herwogenden Kampfe der Polar- und Aequatorialströmung zu thun haben oder in wiefern die einzelnen Erscheinungen als zu einem ausgedehnten Hagelzuge gehörig anzusehen sind, ist bei dem Mangel an Nachrichten schwer zu entscheiden. Namentlich bedauere ich, über die meteorologischen Vorgänge in Deutschland nur sehr dürftig unterrichtet zu sein. Indem ich die Hagelfälle nach dem 10. Mai vollständig vernachlässige, glaube ich doch das berücksichtigen zu müssen, was ich über die vorhergehenden Tage ermitteln konnte.

Nachdem bereits am 5. und 6. (17. und 18.) Mai ein entsetzliches Hagelwetter über Darmstadt sich entladen hatte, wo Eisstücke in der Grösse eines Taubeneies einen halben Fuss hoch den Boden bedeckten (Heis, Wochenschrift f. Astr. u. Meteorol.), bildet sich am Mittage des 7. (19.) Mai ein starkes Gewitter im Elsass und zieht in der Richtung nach ONO. um 2 Uhr über den Schwarzwald, wo es im Elzach- und Kinzigthale hagelt. In Empfingen in Hohenzollern erlangt der Hagel die Grösse von Hühneriern, es werden runde Löcher durch Fenster und Dachplatten geschlagen. In Ohmenhausen (zwischen Reutlingen und Tübingen) zieht das Gewitter gegen den starken NO.-Wind auf. Um 3½ Uhr fallen einzelne Hagelstücke bis

2 Zoll gross mit Schichten, „genau wie die Anwachsstreifen am Achat, und das Ganze war noch eingehüllt in erbsengrosse Graupelkörner, welche gegen das Innere spitz ineinander passten und oberflächlich wie eine kleine Traube aussahen.“ Beim Aufsteigen in grössere Höhen wird der Hagel immer stärker: in Eybach werden 300000 Dachplatten zerschlagen, indem die Hagelkörner 7<sup>cm</sup> Durchmesser erlangen. (Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, XXIX, 1.)

Das Hagelwetter zog darauf durch den Jaxtkreis, wüthete am 8. (20.) Mai in Baiern und dann noch in Sachsen. Hier fehlen leider weitere Nachrichten, so dass es auch noch unentschieden ist, ob das Hagelwetter am 9. Mai Preussen durchzog und, erst am Morgen des 10. Mai Kurland erreichte, oder ob dieses bereits am 8. (20.) Mai geschah, wo in Neuenburg (Gut und Pastorat in Kurland) um 2 $\frac{1}{2}$  Uhr Nachmittags bei NW.-Sturm Hagel von Kastaniengrösse in bedeutender Masse niederstürzte. (Baron Ch. v. der Recke.)

Bleibt es zunächst auch noch unentschieden, ob der Hagelsturm des 10. Mai seinen Ursprung jenseit des Rheines genommen hat, so bin ich doch im Stande über den damaligen Zustand der Atmosphäre in den baltischen Provinzen und ihrer Nachbarschaft einige beachtenswerthe Nachträge liefern zu können, da ich, nachdem bereits der Anfang dieser Abhandlung gedruckt war, durch Gefälligkeit des Herrn Cand. F. Dohrandt mehrere meteorologische Beobachtungen für die Zeit des oben besprochenen Hagelsturmes zugesandt erhielt, welche den Berichten an das physikalische Central-Observatorium in Petersburg entnommen sind.

Die erste Zahlenreihe in jeder Spalte der folgenden Tabelle giebt die Temperatur in hunderttheiligen Graden an, die zweite Reihe die Windrichtung, wobei 0 Windstille bezeichnet, während E Ostwind bedeutet und die den

Windzeichen rechts beigefügten Zahlen (1—10) die Stärke des Windes angeben.

	9. (21.) Mai.		10. (22.) Mai.				11. (23.) Mai.			
	9 <sup>h</sup> n. M.		7 <sup>h</sup> v. M.		1 <sup>h</sup> n. M.		9 <sup>h</sup> n. M.		9 <sup>h</sup> v. M.	
	t	w	t	w	t	w	t	w	t	w
Kem am weissen Meer . . .	4	O	6	W <sub>3</sub>	12	W <sub>5</sub>	10	O	3	E <sub>5</sub>
Archangel . . .	12	E <sub>1</sub>	8	NW <sub>3</sub>	7	NW <sub>4</sub>	9	SE <sub>1</sub>	8	E <sub>2</sub>
Petersburg . . .	10	NW <sub>5</sub>	9	NW <sub>1</sub>	12	SE <sub>2</sub>	13	SE <sub>3</sub>	20	S <sub>3</sub>
Kronstadt . . .	9	W <sub>5</sub>	10	W <sub>2</sub>	12	SE <sub>2</sub>	12	E <sub>5</sub>	18	SW <sub>5</sub>
Reval . . . . .	9	W <sub>3</sub>	11	S <sub>4</sub>	11	E <sub>4</sub>	13	SE <sub>4</sub>	9	SW <sub>8</sub>
Baltischport . . .	8	SW <sub>5</sub>	11	S <sub>2</sub>	10	E <sub>5</sub>	13	SE <sub>3</sub>	5	SW <sub>3</sub>
Dorpat . . . . .	11	W <sub>2</sub>	11	SE <sub>2</sub>	13	SE <sub>3</sub>	16	SE <sub>3</sub>	10	SW <sub>6</sub>
Wenden . . . . .			9	NE(?)	19	O				
Windau . . . . .	10	O	9	E <sub>5</sub>	22	SE <sub>4</sub>	13	S <sub>2</sub>	8	W <sub>5</sub>
Riga . . . . .	11	N	12	E	27	E	23	SE	9	SW
Mitau . . . . .	11	NE <sub>1</sub>	13	E <sub>4</sub>	25	SE <sub>3</sub>	18	SW <sub>4</sub>	9	SW <sub>5</sub>
Libau . . . . .	11	E <sub>1</sub>	11	E <sub>7</sub>	25	SE <sub>3</sub>	10	SW <sub>4</sub>	9	W <sub>8</sub>
Wilna . . . . .			18	NE <sub>3</sub>					12	SW <sub>4</sub>
Molodetschno (zw. Wilna u. Minsk)	17	—	17	N <sub>3</sub>	30	SE <sub>3</sub>	24	S <sub>7</sub>	12	W <sub>6</sub>
Warschau . . . . .			23	SW <sub>4</sub>					13	NE <sub>2</sub>
Kiew . . . . .	26	O	26	S <sub>2</sub>	34	S <sub>3</sub>	26	S <sub>2</sub>	26	SW <sub>2</sub>
Belaja-Zerkow . . .	24	O	24	SW <sub>4</sub>	32	SW <sub>6</sub>	24	SW <sub>4</sub>	26	SW <sub>4</sub>
Kischinew . . . . .	27	N <sub>1</sub>	25	NE <sub>1</sub>	34	SW <sub>2</sub>	23	SW <sub>3</sub>	24	SW <sub>1</sub>

Der am 9. (21.) Mai herrschende Westwind hatte in den Ostseeprovinzen um 9<sup>h</sup> Abends im Norden sich noch erhalten, seine Stärke ist aber, je weiter nach Süden, desto geringer, Windau hat schon Windstille, in Libau und Mitau wehen bereits schwache östliche Winde. Am Morgen des 10. Mai findet man den schwach gewordenen Westwind nur noch in Kronstadt und nördlich davon; in Reval und Baltischport ist der Wind in Süd übergegangen, in Kurland weht bereits ein scharfer Ostwind, der bis Mittag überall zur Herrschaft gelangt.

Ein barometrisches Minimum, welches sich am Morgen des 10. Mai noch in Preussen befindet, zieht im Laufe des Tages dicht an der baltischen Küste entlang nach NNO. und befindet sich am Morgen des 11. Mai in Finnland. Unsere Provinzen sind also in einen ausgedehnten Wirbelsturm aufgenommen, dessen Centrum über das westliche Kurland und nachher dicht an Baltischport vorübergeht. Da der Wirbel wie gewöhnlich von N. über W. rotirt, so werden nach einander die einzelnen Orte von S. nach N. hinauf zuerst vom Oststurm getroffen: Niederbartau und Libau schon am Morgen des 10. Mai, Kronstadt und Petersburg erst am Nachmittage und Abend dieses Tages. Indem der Ostwind den bisher herrschenden Westwind verdrängt, gehen dem Sturmcentrum überall heftige Regen und Gewitter voraus. Der Wind dreht sich beim Herannahen des Centrums — wie dies für die rechte Seite des Sturmes aus der früher gegebenen Erklärung und aus der Zeichnung auf Taf. III, Fig. 6, folgt — nach SO. und geht nach dem Vorübergange des Centrums in SW. über, zuerst in Kurland, dann auch in Livland, gegen Mittag des 11. Mai in Estland und am Nachmittage des 11. Mai im Petersburger Gouvernement, wo der Sturm orkanartige Heftigkeit erlangt. In Baltischport war das Wasser um  $1\frac{1}{2}$  Fuss, in Petersburg um 6 Fuss gestiegen.

In diesem ausgedehnten Wirbelsturme entwickeln sich in Folge besonderer Umstände kleinere Wirbelstürme von nur geringer Ausdehnung, aber desto grösserer Heftigkeit, mit denen sich zugleich Hagelwetter ungewöhnlicher Art verbinden.

Im nördlichen Theil der baltischen Provinzen ist nämlich im Laufe des Vormittags und zum Theil darüber hinaus der Himmel stark bewölkt und die Lufttemperatur sehr niedrig, so dass sie in Reval und Baltischport sogar zu Mittag noch etwas geringer ist, als am Morgen. In Kurland und Süd-Livland dagegen, wo der Ostwind schon

früh eingetreten ist und den Himmel klar gemacht hat, steigt die Temperatur rasch, theils in Folge der dadurch möglichen Einwirkung der Sonne, theils wegen des beachtenswerthen Umstandes, dass gerade zu dieser Zeit im Südosten der baltischen Provinzen eine ungewöhnliche Wärme herrschte und durch starke südöstliche Winde uns zugeführt wurde.

Da die niedrige Temperatur in der Höhe aber wol noch andauerte, so konnte sich auch leicht der stark gespannte Zustand des unsicheren Gleichgewichts in der Atmosphäre bilden, der dann zur Entwicklung der Wirbelstürme führte. Dass diese Wirbel an mehreren Stellen ansetzten, dass schliesslich zwei fast parallel laufende Windhosen weite Strecken durchrasten, dürfte mit der obigen theoretischen Betrachtung nicht im Widerspruch stehen und ist wenigstens bei Hagelstrichen bereits auch sonst beobachtet, so namentlich bei dem Hagelwetter, welches am 13. Juli 1738 Frankreich und Holland durchzog. Während die Hagelstriche dort eine Breite von  $\frac{1}{2}$  bis 3 Meilen hatten, war der Zwischenraum  $3\frac{1}{4}$  Meilen breit und wurde blos von Regen betroffen. Auffallender erscheint mir die Thatsache, dass sich am 10. Mai die Hagelwolke von der Windhose trennte und dass sie hier stets auf der linken Seite ihres Zuges blieb. Auf dem Wege der südöstlichen Windhose ist fast gar kein Hagel gefallen, so dass diese fast ihren Hagel in das Gebiet der nordwestlichen Windhose und darüber hinaus ausgestreut zu haben scheint. Darf ich hierüber eine Vermuthung aussprechen, so ist es die, dass der am Boden zurückgedrängte Ostwind in der Höhe wieder zur Herrschaft gelangte und die in den Eisregionen gebildeten Schlossen, sowie die vielen durch den Wirbel in die Höhe emporgerissenen Gegenstände aus dem Gebiete des Wirbels weit nach Westen entführte. Damit steht nicht im Widerspruch, dass die Hagelkörper in der unteren Region, durch den hier dem Fusse

des Wirbels zuströmenden SW.-Wind erfasst, aus dieser Weltgegend schräge herabfielen.

Da das Zuströmen der Luft in allen Höhen des Wirbels selten gleich und am Boden meist schwächer ist, so sind die Windhosen bisweilen mit dem oberen Theile vorgelegt. Vom 10. Mai ist nun freilich Derartiges nicht berichtet, indessen ist es doch wahrscheinlich, dass der in der Höhe herrschende Ostwind den Gipfel der Wettersäule nach West übergebogen hat. Während die Wendensche Windhose, über ein wasserreicheres Gebiet ziehend, sich zu einer schlanken Säule entwickelte, scheint die rechts neben ihr hinziehende Windhose mehr die Trichterform gehabt zu haben; wenn dabei ihre Achse nach West übergeneigt war, so berührte vielleicht der Kegelmantel den Boden und mag sie wol scheinbar wie um eine horizontale Achse rollend aufgetreten sein, wie dies von mehreren Beobachtern behauptet wird.

Ich kann, in Beziehung auf die Trennung des Hagels von der Windhose, hier nicht unerwähnt lassen, dass eine deutliche Absonderung des Hagelgewölkes von einer anfangs mit ihr verbundenen Gewitterwolke von Abich am 27. Mai 1869 im Algeth-Thal und später von G. Schulz am 12. Aug. 1870 in Bethania beobachtet — beide Orte liegen südöstlich unweit Tiflis — und eingehend von Abich (in seinem Werk: Krystallinischer Hagel etc., 1871) besprochen worden ist. Ohne für diesen Vorgang eine bestimmte Erklärung zu geben, deutet Abich doch wiederholt auf den „Antagonismus zwischen Wald und Hagel“ hin und bemerkt, dass in beiden Fällen die Hagelwolke über waldlose Thalabhänge hinzog und hier zur Erzeugung ausgezeichneter krystallinischer Formen gelangte. Was Abich sonst über die „Abhängigkeit des Hagels und seiner Formen von der Physik des Bodens“ sagt, passt wenig auf unsere flachen, gebirgslosen Gegenden. Mag in den von

hohen Gebirgswällen mit kalten Gipfeln begrenzten Thälern durch die stärker wirkende Sonne leichter die für die Hagelbildung günstige Spannung des unsicheren atmosphärischen Gleichgewichtes entstehen und häufiger Erscheinungen hervorrufen, wie sie bei uns nur zu den Seltenheiten gehören; ganz unabhängig von der Physik des Bodens ist wol auch das Phänomen des 10. Mai nicht. Ein Blick auf die Karte genügt, um zu zeigen, dass die vorzugsweise von grossem krystallinischen Hagel betroffene Umgegend Rigas bis nach Ringenberg hin reich ist an Seen und nassen Wiesen. Im weiteren Verlauf sucht der von der Windhose sich absondernde Hagel namentlich die Umgegend des Aathals heim. Auch Graf Sievers hat den Gedanken des Einflusses der Physik des Bodens auf die über demselben sich entwickelnden Hydrometeore ergriffen und weist in einem Schreiben an Prof. Oettingen nach, dass die Wendensche Windhose ihren Weg über hochgelegenes und zugleich morastiges, quellenreiches Land genommen und dass der Sprung, den sie zwischen Lindenhof und Stürzenhof machte, über trockenem Boden stattfand. Da ich selbst diese Oertlichkeiten nur wenig kenne, so weiss ich nicht, in wie weit die benachbarten Landstrecken von der Beschaffenheit jenes Striches abweichen. Auf der Generalstabskarte von Livland, sowie auf der Karte der gemeinnützigen und ökonomischen Societät, welche den nassen Boden durch besondere Schraffirung hervorheben, zeichnet sich der von der Windhose verwüstete Strich nicht besonders aus.

Wenn es mir gelungen ist, darzuthun, dass die Bedingungen für die Entwicklung von Wirbelstürmen und Hagelbildungen am 10. Mai im südlichen Livland sehr günstig waren, so muss ich doch darauf verzichten, nachzuweisen, weshalb dies auf dem später verwüsteten Wege mehr der Fall war, als neben demselben, und scheint mir dieser

Nachweis um so weniger erforderlich, da der Umstand, dass die Trombe so weit hin die einmal eingeschlagene Richtung im Wesentlichen beibehielt, darauf hindeutet, dass sie durch die Beschaffenheit des Bodens nicht allzu sehr beeinflusst worden ist.

## Erklärung der Tafeln.

Das Titelbild stellt die durch die Windhose vom 10. Mai zerstörte steinerne Kirche von Kempenhof dar und ist nach einer der acht Photographien gezeichnet, welche Herr G. Ziemens in Wenden unmittelbar nachher über die Zerstörungen in der Umgegend Wenden aufgenommen hat.

Tafel I enthält zwei nach der Natur in natürlicher Grösse zu Riga am 10. Mai von dem Polytechniker W. Hagen gezeichnete Hagelkörner. Fig. 1 ist eine Hagelschlosse von Himbeerform mit einer an die Lichtenbergschen Figuren erinnernden Zeichnung. Fig. 2 giebt einen Durchschnitt durch ein Hagelkorn und zeigt die abwechselnden Schichten des schneeigen und klaren Eises.

Taf. II zeigt in Fig. 3 und 4 zwei ebenfalls in Riga nach der Natur in natürlicher Grösse von Prof. Dr. Nauck gezeichnete Hagelkörner, ersteres mit eigenthümlichen Hervorragungen, letzteres im Durchschnitt.

Fig. 5 ist eine Copie eines von Abich in natürlicher Grösse gezeichneten Hagelkörpers, wie solche am 9. Juni 1869 zu Bjeloi-Kliutsch im Kaukasus gefallen sind. Dieselben zeichnen sich besonders aus durch die im Durchschnitt sichtbaren Achsen des hexagonalen Systems, sowie durch die deutlichen Krystallansätze an ihrer Peripherie.

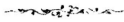
Taf. III, Fig. 6, zeigt, wie der Wind sich an verschiedenen Orten eines grösseren Gebietes ändert, während ein kreisender Wirbelsturm in der Richtung des langen Pfeiles darüber hinzieht.

Fig. 7 zeigt dasselbe für einen Wirbel, bei dem die Luft in Spiralen dem Centrum des Wirbels zuströmt.

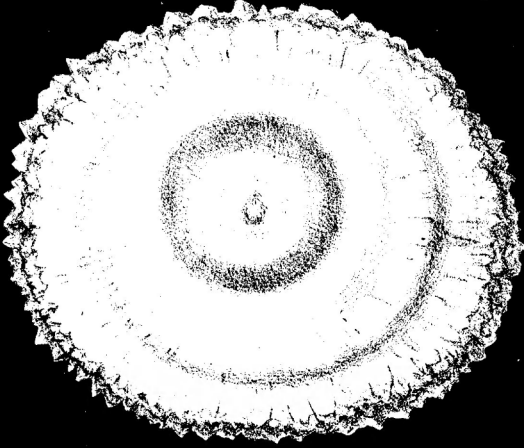
Taf. IV, Fig. 8. Diese Karte stellt einen Theil des Kathrinenbergschen Birkengehages dar, welches den äussersten linken Rand des von der Windhose verwüsteten Gebietes bildet. Die Ringe bedeuten die Wurzelstellen der einzelnen Bäume, die von ihnen ausgehenden Striche die Fallrichtung, die beistehenden kleinen Pfeile

die Richtung, in welcher die Bäume abgedreht und dabei zersplittert sind, die gefüllten Ringe die stehen gebliebenen Bäume. Die Durchmesser der hier verzeichneten Bäume betragen  $1\frac{1}{2}$  bis  $2\frac{1}{2}$  Fuss. Die Zeichnung ist nach einer von Graf Sievers Ende März 1873 ausgeführten Messung im Maassstabe 4 Fuss engl. =  $1^{\text{mm}}$  angefertigt. Der eine lange Pfeil giebt die Richtung nach Norden an, der zweite annähernd die Richtung, in welcher das Centrum der Trombe, das übrigens noch mehr rechts lag, fortrückte.

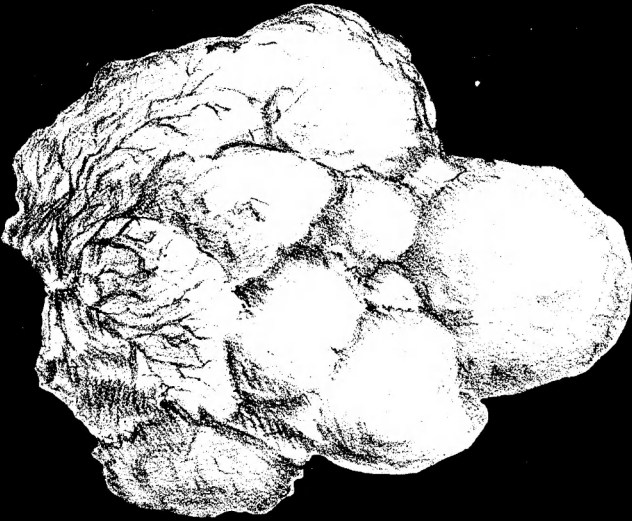
Fig. 9. Die Karte stellt die Hoflage Brunnenhof dar. Nr. 1 ist die Riege, von welcher der Theil a verschoben, b zusammengestürzt, a unversehrt geblieben ist. Die Kleete Nr. 2 und das Quartierhaus Nr. 4 sind zusammengestürzt. Das Wohnhaus Nr. 3 ist nur in der Ecke links oben etwas am Dache beschädigt. Der Stall Nr. 5 ist ganz unversehrt, während der Freudenbergsche Wald bei Nr. 6 niedergeworfen ist. Nr. 7 stellt den Weg von Wenden nach Wesselsdorf dar. Der Pfeil giebt die Richtung des Fortschreitens der Trombe an.



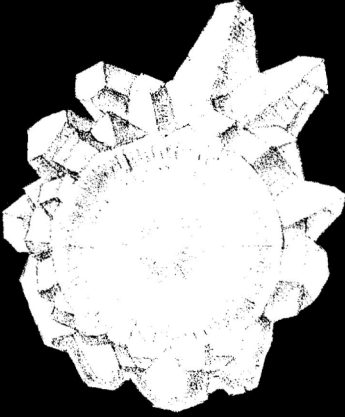
1



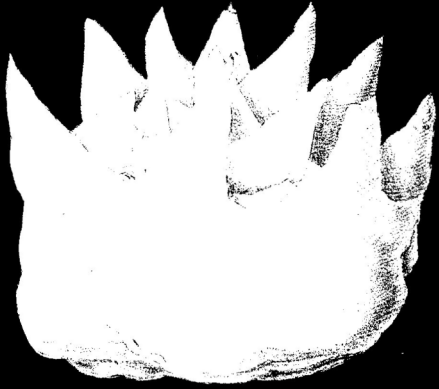
2



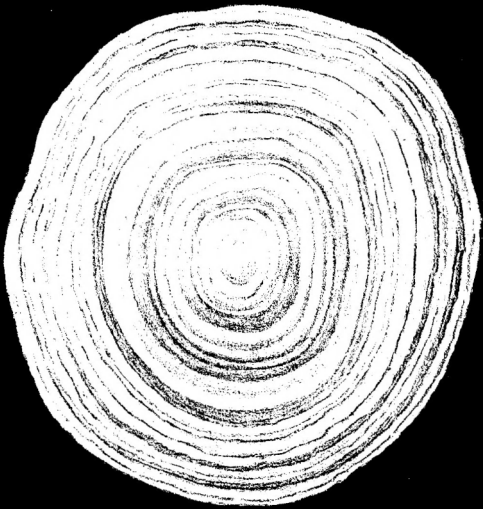
5

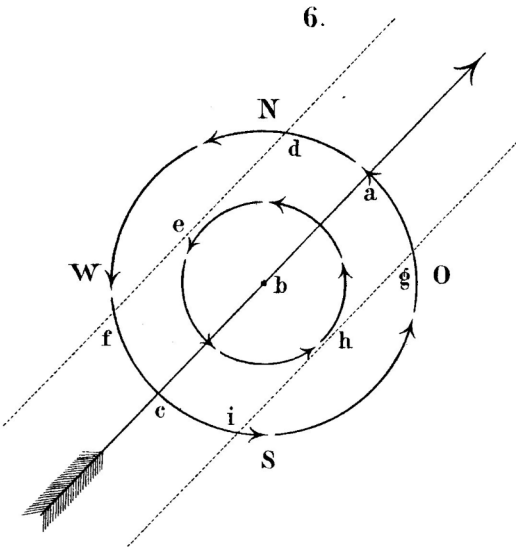
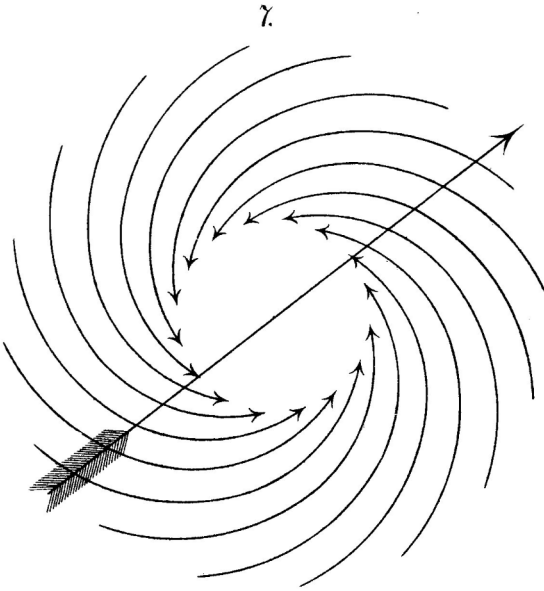


3

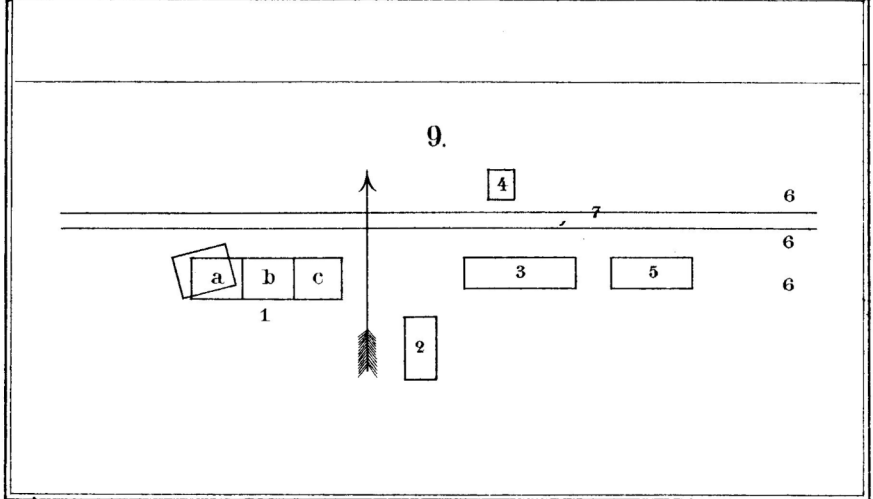
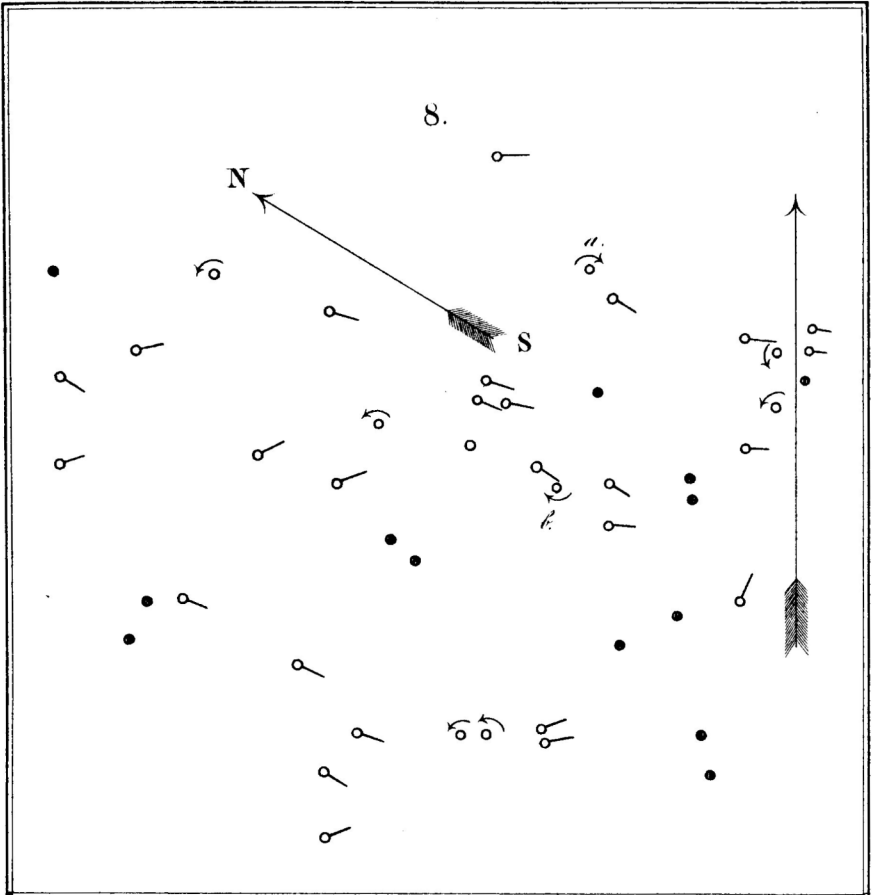


4





Taf. VI.

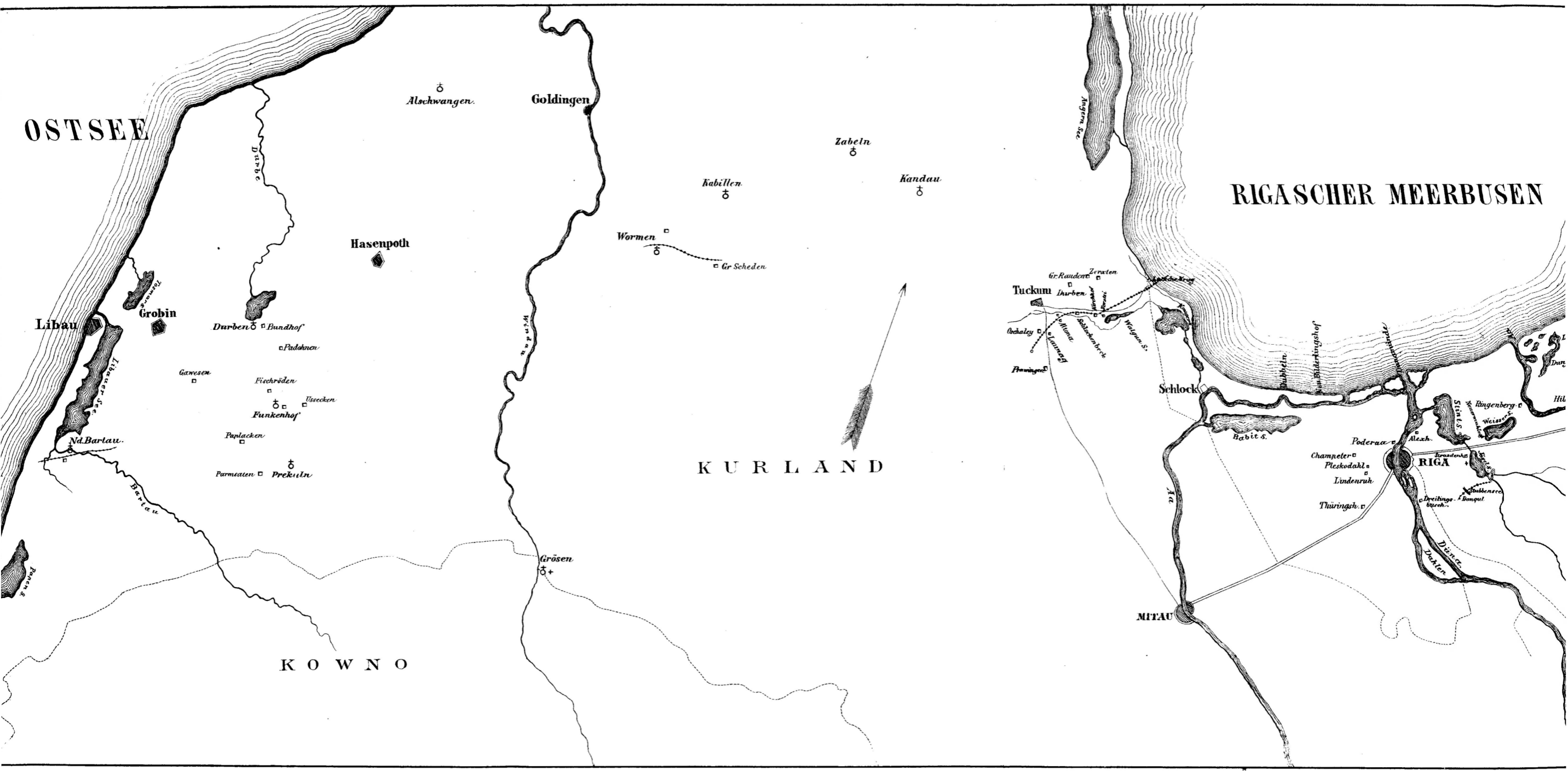


OSTSEE

RIGASCHER MEERBUSEN

KURLAND

KOWNO



Alschwangen.

Goldingen

Zabeln

Kabilen.

Kandau.

Wormen

Gr. Scheden.

Hasenpoth

Libau

Grobin

Darben. Bundhof

Padshnen

Gawesen

Fischroden

Vissecken

Funkenhof

Paplacken

Parmisaten. Prekuln

Nd. Bartau.

Grösen

Tuckum

Darben

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Schlock

Babit. s.

Poderau

Champeter

Pleskodahl

Lindenruh

Thüringsh. v.

RIGA

Brasdonka

Stines

Ringenberg

Weiser

Hil

Dwor

Dwor

Dwor

Dwor

Dwor

Dwor

Dwor

Dwor

Dwor

MITAU

